



## KENTLERDE HAVA KALİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ-KENTAIR

### Erzurum Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu

Abdulkadir KARACA  
Ayhan ŞENOL  
Fatih DENİZLİ  
Mustafa ÇİÇEK  
Yakup DERMAN

Erzurum 2013

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

### ÖNSÖZ

KENTAIR projesi .....	7
Takdim ve teşekkür .....	7
Yönetici Özeti .....	8
Executive Summary .....	9

### GİRİŞ

İlin Coğrafi Durumu .....	10
Nüfus .....	10
Hava (Atmosfer ve İklim) .....	10
İklim Özellikleri .....	10

### Doğal Değişkenleri

Rüzgâr .....	11-12
Basınç .....	12
Sis ve Nem .....	13
Sıcaklık .....	13
Yağışlar .....	14
Don ve kırağı .....	15
Hava Kirliliği, Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Zararlı Etkileri .....	15
Hava Kirleticiler ve Kaynakları .....	15
Kükürdoksit (SO <sub>2</sub> ) Konsantrasyonu .....	15
SO <sub>2</sub> 'nin İnsan Sağlığına Etkileri .....	16
Partikül Madde (PM <sub>10</sub> ) Emisyonu .....	16
PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> .....	16
PM <sub>10</sub> ' un İnsan Sağlığına Etkileri .....	16
Karbonmonoksit .....	16
Nitrojen Oksitler .....	16
Hidrokarbon ve Kurşun Emisyonları .....	16

### Hava Kirleticilerin Çevreye Olan Etkileri

Doğal Çevreye Etkisi .....	17
Su Üzerindeki Etkileri .....	17
Toprak Üzerine Etkileri .....	17
Flora ve Fauna Üzerindeki Etkileri .....	17
Yapay Çevreye (Görüntü Kirliliği Üzerine) Olan Etkileri .....	18

### Atmosferik Kirlilik

Ozon Tabakasının İncelmesinin Etkileri .....	18
Asit Yağmurlarının Etkileri .....	18
Hava Kalitesinin Değerlendirilmesinin Gerekliliği .....	18-19
Bu Raporun Neden Yazıldığına Dair Genel Bilgiler ve Amaçları .....	19-20
Değerlendirmenin Amaçları Nelerdir? .....	20
Bu aktivitenin çerçevesi nedir? .....	21

## ***Hava Kalitesi Değerlendirme***

### ***Metodoloji / Yöntemi***

Hangi Aktiviteler Gerçekleştirilmiştir.....	21
Diğer Sektörler Neden Kapsam Dışında Bırakılmıştır.....	22
Çalıştaylar/toplantılar/ofisteki aktiviteler.....	22

### ***İzleme Verilerinin Değerlendirilmesi***

#### ***Verilerin kaynakları***

Bilgiler nereden alınmıştır.....	23-24
Temsili Olduğu Düşünülen Alanların Tanımlanması .....	25
Burada Belirtilenler Kılavuzdaki Gerekliliklerle Birebir Uyumlu mudur.....	25-26

### ***Kalite Güvence / Kalite Kontrol***

Kalite Güvence Kalite Kontrolde Sorumlu Kimdir ve Nasıl Yapılmaktadır.....	26
--	----

### ***Veri İşleme***

Veri Nasıl Valide Edilmektedir?.....	26
Parametreler Nasıl Hesaplanmaktadır? .....	27-28

### ***Sonuçlar ve Tartışmalar***

2011 Yılı İçin Özel Kirlilik Durum/ Olayların Tanımlanması.....	28-37
Hava Kalitesi Parametreleri.....	38
Ortalamalar Tablo ve Şekiller.....	38-39
Parametrelerin Aşımaları – Tablo ve Şekiller.....	40
Tahmin .....	41-43
Özel Kirlilik Durum/Olaylarının Tanımlanması ve Miktarının Belirlenmesi.....	44
Çeşitli kaynakların toplamı .....	45-46
Sonuç.....	46-47

### ***Emisyon Envanteri Seçilen Kaynaklar***

Hangi kaynak kategorileri seçilmiştir ve neden?.....	48-49
--	-------

### ***Sanayi***

Veriyi sağlayan veri kaynakları .....	49
Emisyon faktörü seçimi, aktivite değerlendirilmesi.....	50
Kaynaklar konusunda özel bilgi .....	51
Emisyonların alt toplamı .....	51

### ***Evsel Isınma***

Veriyi sağlayan veri kaynakları .....	52
Tanımlanan alt kategoriler .....	52
Emisyon faktörleri seçimi .....	52-54
Isınma Kaynaklı Emisyonların Hesaplanması: .....	55
Emisyonların alt toplamı .....	56-59

### **Trafik**

Veriyi sağlayan veri kaynakları .....	60
Tanımlanan alt kategoriler .....	60-62
Trafik Toplam emisyonları .....	63-64
Genel Sonuç ve Tartışmalar .....	65-69
Azalım Önlemleri İçin Öncelikler .....	69-71

### **Kirletici Kaynakların Mekânsal Dağılımı**

#### **Giriş**

Amaç,kapsam, paydaşlar .....	72
Genel Tanımlar: .....	72-73
Gridleme: .....	73

#### **Yararlanılan programlar**

Netcad .....	74
Arcgi .....	74
ArcGIS Desktop: .....	74
ArcMap .....	75
Gridlerde Kullanılan Veri Kaynakları ve Metodoloji .....	75
Corafi Konum .....	76
Sonuç: .....	77

## **TABLO DİZİNİ**

## **SAYFA**

Tablo-1 2011 Yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (Adnks) Erzurum Nüfus Bilgileri .....	10
Tablo-2 Aylara Göre Rüzgâr Hızı (2011) .....	11
Tablo-3 Rüzgâr Yönü, Esmeye Sayısı ve Esmeye Yüzdesi .....	12
Tablo-4 Aylık Basınç Çizelgesi .....	12
Tablo-5 Aylık Sis ve Nem .....	13
Tablo-6 Meteorolojik Veriler .....	14
Tablo-7 Aylara Göre Toplam Yağış .....	14
Tablo-8 Aylara Göre Donlu Gün Sayısı .....	15
Tablo-9 Kentair Çalışma Takvimi .....	22
Tablo-10 Avrupa Birliği PM10 ve SO2 KVSD ve UVSD .....	27
Tablo-11 Hava Kalitesi İndeksi .....	27
Tablo-12 PM10 ve SO2 Aylık Değerlendirme Tablosu .....	28
Tablo 13- 04.12.2011 -05.12.2011 Tarihler Arasında Erzurum İli SO2 ve PM10 ve Meteorolojik Verileri .....	29
Tablo-14 07.03.2011 -09.03.2011 Tarihler Arasında Erzurum İli SO2 ve PM10 ve Meteorolojik Verileri .....	31
Tablo-15 02.04.2011-03.04.2011 Tarihleri Arasında Erzurum İli SO2 ve PM10 ve Meteorolojik Verileri .....	35
Tablo-16 02.04.2011-03.04.2011 Tarihleri Arasında Erzurum İli SO2 ve PM10 ve Meteorolojik Verileri .....	36
Tablo-17 2001-2012 Yılları Kış Dönemi PM10 Ve So2 Tablosu .....	38
Tablo-18 2009-2012 Yılları PM10 Ve So2 Sınır Değerleri Ve Ölçüm Tablosu .....	39
Tablo-19 PM10 Yıllara Göre Sınır Değer Aşım Tablosu .....	40
Tablo-20 2009-2024 PM10 Yıllara Göre Günlük Sınır Değer Aşım Tablosu .....	41

Tablo-21	2009-2024 SO2 Yıllara Göre Günlük Sınır Değer Aşım Tablosu.....	42
Tablo-22	2009-2012 Yıllara Göre Meteorolojik Veri Tablosu.....	43
Tablo-23	2011 Yılı Hava Kirliliği Ölçüm Sıçramaları Tablosu.....	44
Tablo-24	2011 Yılı Sıçrama Tablosu.....	45
Tablo-25	Sanayi Emisyon Faktörleri Tablosu.....	50
Tablo-26	Sanayi Sektörü Nokta ve Alan Kaynaklar Emisyon Tablosu.....	51
Tablo-27	Sanayide NOx, PM10, SO2 Emisyon Tablosu.....	51
Tablo-28	Isınma Amaçlı İthal Taş Kömürü Özellikleri Tablosu.....	52
Tablo-29	Isınma Amaçlı Yerli Linyit Kömürü Özellikleri Tablosu.....	52
Tablo-30	İthal ve Yerli Kömür Konut ve Tüketim Miktarları Tablosu.....	53
Tablo-31	Doğalgaz Merkezi ve Bireysel Abone Sayıları ve Tüketim Miktarları Tablosu.....	53
Tablo-32	Doğalgaz Merkezi ve Bireysel Abone Sayıları ve Yüzdeleri Tablosu.....	53
Tablo-33	EMEP/EEA Emisyon Envanteri Rehber Kitabı (2009) Tablosu.....	55
Tablo-34	EMEP/EEA Emisyon Envanteri Rehber Kitabı (2009) Kalorifik Tablosu.....	55
Tablo-35	İthal Kömür PM10 Emisyon Tablosu.....	56
Tablo-36	İthal Kömür NOx Emisyon Tablosu.....	57
Tablo-37	İthal Kömür SO2 Emisyon Tablosu.....	57
Tablo-38	Doğalgaz PM10 Emisyon Tablosu.....	58
Tablo-39	Doğalgaz NOx Emisyon Tablosu.....	58
Tablo-40	Doğalgaz SO2 Emisyon Tablosu.....	58
Tablo-41	Merkez İlçelerin Isınma Emisyonlarının Ayrıntılı Tablosu.....	59
Tablo-42	Isınma Emisyonlarının Genel Tablosu.....	59
Tablo-43	Araç sayılarının Tablosu.....	60
Tablo-44	2011 yılı Araç Tiplerine Göre Yakıt Miktarları Yakıt Miktarları Yılda Almış Oldukları Yol Mesafeleri Tablosu.....	61
Tablo-45	Araç Kategorisi Yakıt Tipine Göre Emisyon Faktörleri Tablosu.....	62
Tablo-46	Trafik Toplam Emisyon (Nox) Tablosu.....	63
Tablo-47	Trafik Toplam Emisyon (PM10) Tablosu.....	63
Tablo-48	Trafik Toplam Emisyon (SO2) Tablosu.....	64
Tablo-49	Trafikte Toplam Emisyon Tablosu.....	64
Tablo-50	Genel Emisyonların Sektörel Dağılım Tablosu.....	66

## ŞEKİL DİZİNİ

## SAYFA

Resim-1	Hava kalitesi İzleme İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü.....	23
Resim-2	Hava kalitesi İzleme İstasyonu.....	24
Resim-3	Komisyon Tutanağı.....	25
Grafik-1	Aralık 2011 PM10, SO2 Ölçüm Grafiği.....	28
Grafik-2	04.12.2011-05.12.2011 Tarihli PM10 Ölçüm Grafiği.....	29
Grafik-3	07.03.2011-08.03.2011 Tarihli PM10 Ölçüm Grafiği.....	30
Resim-4	06.03.2011 Tarihinden İtibaren Hysplit 'den Alınan İlimize Gelen Hava Akımları.....	32
Resim-5	Siirt Hava Kalitesi İzleme İstasyonu Web Sitesinden Görüntü.....	33
Resim-6	Şırnak Hava Kalitesi İzleme İstasyonu Web Sitesinden Görüntü.....	33
Resim-7	Bingöl İli Hava Kalitesi İzleme İstasyonu Web Sitesinden Görüntü.....	34
Grafik-4	01.04.2011-05.04.2011 Tarihli PM10 Ölçüm Grafiği.....	35
Grafik-5	15.04.2011-18.04.2011 Tarihli Pm10 Ölçüm Grafiği.....	36
Resim-8	Palandöken İlçesinde Hafriyat Alınan Bölgenin Uydu Görüntüsü.....	37
Grafik-6	2001-2012 Yılları Kış Dönemi Pm10 Ve So2 Grafiği.....	38
Grafik-6	2009-2012 Yılları PM10 Ve SO2 Sınır Değerleri Ve Ölçüm Grafiği.....	39
Grafik-7	PM10 Yıllara Göre Sınır Değer Aşım Grafiği.....	40
Grafik-8	Yıllara Göre PM10 Yıllık ve Günlük Aşım Grafiği.....	41
Grafik-10	2009-2012 Yıllara Göre Meteorolojik Veri Grafiği.....	42

Grafik-9 Yıllara Göre PM10 Yıllık ve Günlük Aşım Grafiği.....	43
Grafik-11 2011 Yılı Sıçrama Grafiği.....	45
Grafik-12 2011 Yılı Kirlilik Sıçrama Grafiği.....	46
Grafik-13 Sanayide NOx, PM10, SO2 Emisyon Grafiği.....	51
Grafik-14 2011 Yılı Abone Sayıları Grafiği.....	54
Grafik-15 2011 Yılı Doğalgaz Kullanım Miktarları Grafiği.....	54
Grafik-16 Isınmadan Kaynaklanan Toplam Emisyonların Grafiği.....	59
Grafik-17 Trafikten Kaynaklanan Toplam Emisyonların Grafiği.....	64
Grafik-18 SO2 Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği.....	65
Grafik-19 PM10 Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği.....	65
Grafik-20 NOx Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği.....	66
Grafik-21 NOx,PM10,SO2 Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği.....	66
Resim-9 Erzurum Hâlihazır Haritası.....	73
Resim-10 Ulusal Sisteme göre 1x1 Km'lik Gridler.....	74
Resim-11 1x1 Km'lik gridlere ayrılmış Erzurum Hâlihazır Haritası.....	75
Harita-1 Erzurum İli Haritası.....	76
Harita-2 Erzurum Ulaşım Ağını Gösterir Harita.....	76
Resim-12 Erzurum İli Grid Tablosu..	77
Harita-3 Doğalgaz Nox Dağılım Haritası.....	78
Harita-4 Doğalgaz PM10 Dağılım Haritası.....	79
Harita-5 Doğalgaz SO2 Dağılım Haritası.....	80
Harita-6 Kömür NOx Dağılım Haritası.....	81
Harita-7 Kömür PM10 Dağılım Haritası.....	82
Harita-8 Kömür SO2 Dağılım Haritası.....	83

## ÖNSÖZ

### KENTAIR projesi

Bu rapor Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Hollanda Hükümeti ile çevre alanında ikili işbirliği çerçevesinde G2G.NL-Çevre 2011 Programı altında yürütülen “ Kentlerde Hava Kalitesi Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi(KENTAIR)” kapsamında Erzurum İli için yürütülen çalışmaların genel değerlendirmesidir.

Kentlerde Hava Kalitesi Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın AB hava kalitesi mevzuatının uyumlaştırılması çalışmaları sonucunda yürürlüğe giren “ Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nin yerel ölçekte uygulanması amacıyla ülkemizde seçilen büyükşehirlerde (Gaziantep, Adana, Mersin, Samsun, Ankara ve Erzurum) hava kirliliğinin bilimsel olarak tespit edilmesi için hava kalitesinin değerlendirilmesi konusunda teknik destek verilmesi hedeflenmiştir.

Destekleyen Kurum (Hollanda)	Çevre ve Halk Sağlığı Ulusal Enstitüsü
Desteklenen Kurum (Türkiye)	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Yararlanıcı/Ortaklar	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Adana, Ankara, Gaziantep, Mersin, Samsun ve Erzurum İl Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri Büyükşehir Belediyeleri
Paydaşlar	Yerel kurum/kuruluşlar

### Takdim ve teşekkür

Erzurum Hava Kalitesi Değerlendirme Raporunun hazırlanmasında her sektörde envanter ve bilgi desteği sağlayan tüm kurum ve kuruluşlara, çalıştaylarda görev alan personelimize her konuda teknik destek sağlayan Hollanda Çevre ve Halk Sağlığı Ulusal Enstitüsü uzmanlarından proje lideri Uzman Henk Bloemen ve ekibine ayrıca Bakanlığımızın deneyimli yönetici ve uzmanlarına İl Müdürlüğümüz adına teşekkürlerimizi sunarız.

## Yönetici Özeti

Kentlerde Hava Kalitesi Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi kapsamında Bakanlığımız ve Hollanda Çevre ve Halk Sağlığı Ulusal Enstitüsü uzmanlarınca bu projenin gerçekleşmesi için çalışma takvimi çerçevesinde projede yer alan illerde çalıştaylar yapıldı ve uzmanlarımız tarafından teknik destek verildi.

Bu projede görev alan İl Müdürlüğümüz teknik personellerinden hava kalitesi izleme, emisyon envanteri ve kirlilik dağılımının haritalarının çıkarılması için 3 grup oluşturuldu. Buradaki amaç, hava kalitesi izleme verileriyle emisyon envanterindeki sonuçların birbiriyle uyumlu olup olmadıklarını ve kirlilik haritalarına yansımalarını görebilmektir.

Her üç çalışma grubu Isınma, trafik ve Sanayi sektörlerinden kaynaklanan PM10, SO2 ve NOx emisyonlarını değerlendirmek için geniş kapsamlı veri envanteri tabanı oluşturuldu. Bu sektörlerin toplam emisyon miktarları hesaplandı. Ayrıca hazırlanan emisyon envanterleri ışığında elde edilen kirlilik miktarlarının mekânsal dağılımını göstermek amacıyla kirlilik haritaları hazırlandı. Uzmanlarımızın hazırladığı Excel tabanlı programlarla ilimizin hava kalitesi İzleme İstasyonunun ölçüm sonuçlarıyla meteorolojik verileri ilişkilendirildi. Her çalışma grubunun ulaştığı sonuçlar karşılaştırıldığında da birbirleriyle uyumlu oldukları görüldü. (Hava Kalitesi değerlendirme Raporumuzda Bütün detaylara yer verilmiştir.)

Çalışmalarımız sonucunda; Emisyon ve izleme verileri değerlendirildiğinde, Erzurum ilinde hava kirliliğinin ısınma ve trafik sektörlerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Hava İzleme İstasyonu ve meteorolojik veriler incelendiğinde, (Emisyon Miktarları Karşılaştırıldığında) İlimizde PM10' da (Partikül Madde) İnsan sağlığına zarar verebilecek boyutlara ulaşıldığı görülmektedir.

Avrupa Birliği kısa vadeli sınır değerlerinin yılda en fazla 35 kez aşılabileceği, ilimizde ise 2013 yılından itibaren PM10'da 35 sınırının aşmaya başlayacağı görülmektedir. Kısa vadeli sınır değerler her yıl kademeli olarak düşürüldüğünden 2019 yılından itibaren PM10'da (partikül madde) yılda 119 kez aşımalar yaşanacağı anlaşılmaktadır. Yılda 365 gün olduğuna göre bu aşımalar, önlemler alınmazsa insan sağlığına kısa ve uzun vadede geri dönüşü olmayan hasarlar verecektir. Bu nedenle Yerel yönetimlere ve halkımıza Hava Kirliliğinin azaltılması için çok önemli görevler düşmektedir. Bunu hep birlikte başarırız, geleceğimizin teminatı olan çocuklarımıza daha yaşanabilir bir çevre bırakmış olacağız.

## Executive Summary

Development of air-quality Assessment System in the project of the Ministry, and the Netherlands National Institute of public health and environment for the realization of this project within the framework of the project specialists located in the provinces of workshops was made to the work calendar and the technical support given by our specialists.

Provincial Directorate of technical personnel involved in this project, air quality monitoring, emission inventory and pollution distribution maps for the removal of 3 Group was created. The idea here, air quality monitoring data, emission inventory if they are compatible with each other and pollution maps images of results

Each of the three Industry sectors caused by traffic and the Working Group on warming, PM10, SO2 and NOx emissions in the base of the comprehensive data to evaluate the inventory was created. The amounts of total emissions were calculated in this sectors. In addition, in the light of the resulting emission inventories pollutant quantities prepared spatial distribution of pollution in order to show the maps were prepared. Our city's air quality monitoring Station in the Excel-based programs prepared by measuring the consequences associated with meteorological data. The results of each working group are also compatible was reached.

As a result of our work; Emission and monitoring data are evaluated, in the province of Erzurum is warming due to air pollution and traffic sectors. Air monitoring station and examined meteorological data, in our province, PM10 (particulate matter) and damage to human health dimensions has been reached.

The European Union is more than 35 times per year for short term limits may be exceeded, if our province from 2013 PM10 exceeded the limit of 35 will begin to be seen. Short-term limit value is reduced gradually each year since 2019 in PM10 (particulate matter), it is understood that there will be a year of 119 times out. 365 days a year for the so-outs, measures are not taken to human health in the short and long term, irreversible damage will give you. Therefore, local government and our people for the reduction of air pollution is very important duties. If we manage it together, which is the guarantee of future our children will leave a more livable environment.

## Giriş

### İlin Coğrafi Durumu

Doğu Anadolu Bölgesi' nin kuzeydoğu kesiminde yer alan il, 25.066 km<sup>2</sup>' lik alanıyla bu bölgenin en büyük, Türkiye'nin ise 4. büyük ilidir. İlin deniz seviyesinden yüksekliği 1.859 m.' dir. Kuzeyinde, Kargapazarı (3.288 m) ve Dumlu (3.250 m) dağları ile Soğanlı dağları mevcuttur. Çoruh ve kollarının açtığı derin vadiler ve bunların meydana getirdiği düzlükler ilimizden Doğu Karadeniz illerine olan ulaşımı sağlar. Batıdan Tercan Dağları vasıtasıyla kuzeye doğru Keşiş dağlarını, oradan Kop dağı ve Kop geçidi vasıtasıyla Kelkit vadisine, Güney Batıya doğru Sansa Boğazı yoluyla Erzincan düzlüğüne, bunun güneyinde Mercan Dağları vasıtasıyla Munzur silsilesine karışır. Güneyde Palandöken ( 3125 m) silsilesiyle güneye doğru Şakşak ve Bingöl dağlarına ve Murat havzasına ulaşır. Erzurum paftasında yer alan ovalar Aşkale ovası, Erzurum ovası, Pasinler ovası ve Hınıs ovasıdır. Çoruh, Fırat ve Aras havzalarının başlangıç noktasında yer alan il, kuzeyde Rize ve Artvin, batıda Bayburt ve Erzincan, güneyde Bingöl ve Muş, doğuda Kars, Ağrı, kuzeydoğuda Ardahan, kuzeybatıda ise Trabzon ile komşudur.

### Nüfus

İL: ERZURUM	Nüfus
Aziziye	40.861
Palandöken	159.542
Yakutiye	181.980
İl Merkezi Toplam Nüfusu	382.383

Tablo-1 2011 Yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (Adnks) Erzurum Nüfus Bilgileri.

### Hava (Atmosfer ve İklim)

#### İklim Özellikleri

Erzurum ili iklim özellikleri itibariyle yazları kurak ve sıcak, kışları ise yağışlı ve soğuk geçmektedir. Uzun yıllar Meteorolojik parametrelerin Ortalama değerlerine bakıldığında; Ortalama Sıcaklık 5,6 °C, En yüksek sıcaklık 36,5 °C, En düşük sıcaklık -37,2 °C, Hâkim Rüzgâr yönü W(1975-2011), En yüksek rüzgâr hızı 108 km/saat, Ortalama nispi nem 65,2 Ortalama Yıllık Toplam Yağış miktarı 408,1 mm, Günlük en çok yağış miktarı 59,6 mm, en yüksek kar kalınlığı 110 cm, Ortalama güneşlenme süresi 6,5 saat olarak gerçekleşmiştir.

Erzurum ilinin denizden yüksekliği 1869 metre olup, denize olan uzaklığı ise 377 km'dir. Erzurum ilinde Meteoroloji Bölge Müdürlüğümüze bağlı 1 adet Klima, 1 adet Sinoptik ve 1 adet Ravinsonde istasyonu mevcuttur.2011 yılı Mart, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayları uzun yıllar ortalamalarına göre kurak geçmiştir. Fakat yıllık toplam yağışlara bakıldığında 2011 yılı yağış toplamı(473,1 mm) , uzun yıllar ortalamasının üzerinde yağış almıştır.

## Doğal Değişkenler

### Rüzgâr

Rüzgârlar esiş frekansına bağlı olarak kirli havayı dağıtabilir ya da uzaklaştırabilirler. Rüzgârların esmediği dönemlerde özellikle yanma süresi içerisinde kirli hava kütleleri kentlerin üzerine yığılırlar. Bu bakımdan bir şehrin iskân alanlarının genişlemesinde dikkate alınması gereken hususlardan birisi de hâkim rüzgâr yönü olmalıdır. Yani şehirleri yönetenlerin yeni iskân alanları seçiminde dikkate almaları gereken faktörlerden bir tanesi de hava sirkülasyonu hususudur. Ortalama rüzgâr hızının az olduğu günlerde kirlilik oranlarının arttığı görülmektedir. Erzurum ve dolaylarının hâkim rüzgâr yönü W(1975-2011) şeklindedir.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A
Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)	1,3	2,6	2,7	3,4	3,0	2,7	4,0	3,8	3,1	2,8	2,7	1,3
Hakim Rüzgâr Yönü	SS W	W	W	WSW	WSW	E	ENE	E	ENE	WSW	WSW	WSW
Max. Rüzgâr Yönü ve Hızı(m/s)	E 12,9	W 16,5	WSW 16,5	WSW 21,1	SSW 19,1	W 22,6	ESE 17,3	WSW 22,3	SSW 18,9	S 21,2	W 15,3	ENE 13,5

Tablo-2 Aylara Göre Rüzgâr Hızı (2011)

Rüzgar Yönleri	Esme Sayısı	Esme Yüzdesi %
N	103	4,1
NNE	92	3,6
NE	184	7,3
ENE	255	10,1
E	368	14,6
ESE	81	3,2
SE	55	2,1
SSE	66	2,6

Tablo-3 Rüzgâr Yönü, Esme Sayısı ve Esme Yüzdesi.

Kararsız (anstable) ve nötr şartlarda, yere yakın hava, üstteki havadan daha hızlı olarak ısınır. Isınan hava soğuk tabakaya doğru yükselir. Sıcaklığın yerden yükseklikle azalması, havayı karıştırarak bacalardan ve egzozlardan atılan kirleticilerin dağılmasına ve seyrelmesine yardımcı olur. Bir parsel hava, çevre havasından daha sıcaksa bu hava atmosferde kendi sıcaklığına, yoğunluğuna ve basıncına ulaşıncaya kadar yükselir. Böylece kararsız ve nötr şartlarda bacadan ve egzozdan atılan gazların atmosferde yükselmesi ve dağılması hızlı bir şekilde gerçekleşir.

### Basınç

Yüksek Basınç şartlarının hâkim olduğu dönemler alçalıcı hava hareketlerinin etkin olduğu dönemlerdir. Bu gibi dönemlerde hava hareketleri kararlılık gösterirler ve böylesi günlerde yerleşim merkezleri üzerinde kirli hava kütleleri uzun süre dağılmadan kalabilirler.

Erzurum Şehrinin basınç şartlarına bakıldığında basıncın yükseldiği günlerde kirlilik oranlarında da artış yaşanmaktadır.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A
Ort. Basınç (mb.)	822,7	818,7	823,2	819,3	822,9	821,6	822,2	822,4	824,0	825,5	824,5	827,0
Max. Basınç (mb.)	827,0	825,0	833,3	827,9	827,5	826,2	828,0	826,3	829,2	828,7	828,8	833,0
Min. Basınç (mb.)	810,6	809,9	814,1	809,1	818,1	814,4	818,6	816,4	819,7	822,7	819,8	816,4

Tablo-4 Aylık Basınç Çizelgesi.

### Sis ve Nem

Nem faktörü hava kirliliği üzerinde genel olarak olumlu tesirlerin oluşturmaktadır. Ancak; hava kütlesi içerisinde SO<sub>2</sub> konsantrasyonu yüksek olduğu zamanlarda nemli hava H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oluşturduğu için bu durumlarda nemli hava daha çok olumsuz bir rol üstlenmektedir. Aşağıda ki tablo incelendiğinde sisli günlerin özellikle kış mevsiminde artması hava kirliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A
Ort. Nisbi Nem (%)	81,2	79,8	75,0	72,1	69,5	63,4	53,3	48,2	53,8	62,0	79,7	82,5
Sisli Gün Sayısı	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	7	17
Nem<sis<5 km gün sayısı	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tablo-5 Aylık Sis ve Nem

### Sıcaklık

Erzurum ilinde hava kirliliği probleminin temelinde öncelikle evsel ısınma ve motorlu taşıtlarda kullanılan yakıtlardan kaynaklandığı bilinmektedir.

Kış mevsiminde hava sıcaklığı 15Co'nin altına düştüğü günlerde yaşamsal alanların ısıtılmasına başlanılmaktadır. Isıtma işlemi hava sıcaklığı 15Co'yi aşan aylara kadar devam etmektedir. Erzurum İlinin Şehrinin sıcaklık ortalamalarından bu şehirdeki yanma sürelerini tespit etmek mümkündür.

Buradaki rakamlara göre bu şehirde yanma süresi Eylül ayında başlayıp Mayıs ayı sonuna kadar sürmektedir. Bu da bize Erzurum ilinde 9 ay devam eden bir yanma süresi olduğunu göstermektedir. Ortalama sıcaklık değerleri dışında günlük azami ve asgari sıcaklıklarda yanma süresinde etkilidir.

Kış mevsiminin kendisini tam olarak hissettirdiği kasım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında ise yanma işlemi en üst seviyede gerçekleştirildiği için hava kirliliği değerleri bu aylarda özellikle partikül maddede oldukça üst seviyelere ulaşmaktadır.

Bu verilerin ışığında Erzurum'da Kasım-Aralık-Ocak-Şubat ve Mart ayları hava kirliliği açısından birinci derecede risk taşıyan aylar olarak ön plana çıkmaktadır. Aşağıda ki tablo incelendiğinde sıcaklığı çok fazla düştüğü aylarda, hava kirliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

## Ortalama ve Max.-Min. Sıcaklık Değerlerinin Aylık Gidişi

Aylar	En Yüksek Sıcaklık ve Günü	En Düşük Sıcaklık ve Günü	Ortalama Sıcaklık	En Yüksek Sıcaklık Ort.	En Düşük Sıcaklık Ort.	Ortalama Nisbi Nem	Ort. Toplam Yağış
Ocak	3,1- 25/01	-22,2- 13/01	-8,4	-1,0	-12,5	81,2	23,4
Şubat	3,4- 24/02	-32,2- 03/02	-7,7	-2,8	-13,0	79,8	22,3
Mart	12,4- 31/03	-17,7- 06/03	-1,5	4,6	-7,3	75,0	17,1
Nisan	19,5- 19/04	-11,3- 13/04	5,6	10,1	0,9	72,1	147,7
Mayıs	24,2- 31/05	0,8- 09/05	9,6	15,1	4,6	69,5	105,2
Haziran	28,0- 26/06	3,2- 10/06	14,6	22,3	6,1	66,4	55,3
Temmuz	34,8- 30/07	5,9- 01/07	19,6	28,7	10,8	53,3	26,6
Ağustos	34,4- 02/08	4,1- 31/08	19,4	28,6	10,2	48,2	21,8
Eylül	27,8- 01/09	-0,1- 29/09	13,9	23,1	4,6	53,8	7,5
Ekim	25,5- 11/10	-6,3- 05/10	6,7	14,7	-0,6	62,0	23,1
Kasım	10,3- 02/11	-24,0- 26/11	-5,5	0,3	-10,5	79,7	13,9
Aralık	2,2- 21/12	-25,2- 06/12	-11,4	-4,4	-17,0	82,5	9,2

Tablo-6 Meteorolojik Veriler

## Yağışlar

Yağışlar aynı zamanda kirletici unsurları arındırma vazifesini de görmektedirler. Bu durumda yağışın karakteri hava kirliliği açısından önem kazanmaktadır. Örneğin yağmur yağışı, kar yağışı olumlu tesir yapabilmektedir.

Erzurum ilinde en çok yağış aldığı aylar nisan, mayıs, eylül, ekim, kasım ve aralık aylarıdır. İlimizde günlük aşımaların en çok olduğu kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında yağışların diğer aylara göre en az olduğu dönemlere gelmektedir.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A
Toplam Yağış (kp/m <sup>2</sup> )	52.2	14.8	82.2	54.2	63.6	50.5	55.5	9	8.8	72.2	0	12.9

Tablo-7 Aylara Göre Toplam Yağış.

## Don ve kırağı

Donlu günlerde kirli hava şartları hüküm sürmektedir. Zira bu günlerde yanan yakıtların miktarları artıkça emisyon miktarları da aynı oranda artmaktadır. Erzurum da kış mevsiminde 149 günden fazla don yaşanmaktadır. Aşağıda ki tablo incelendiğinde donlu gün sayısının özellikle kış mevsiminde artması hava kirliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A
Donlu Gün Sayısı	28	22	20	14	1	0	0	0	0	7	29	28

Tablo-8 Aylara Göre Donlu Gün Sayısı

## Hava Kirliliği, Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Zararlı Etkileri:

Hava Kirliliği, bir veya daha fazla kirleticinin iç veya dış ortamda insan, bitki ve hayvan yaşamına; ticari veya kişisel eşyalara ve yaşamaktan zevk duyulabilecek bir çevre kalitesine zarar veren miktar ve sürelerde bulunmasıdır.

Diğer bir deyişle de; havadaki katı, sıvı, gaz şeklindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek miktar, yoğunluk ve sürede atmosferde bulunmasıdır.

Emisyon; Kimyasal reaksiyonlar ve yakma prosesleri esnasında ortam havasına karışan tüm gaz ve partiküllere emisyon denir (örneğin: bacadan veya bir aracın egzozundan çıkan gazlar).

İmisyon; Atmosferde bulunan, ölçülen veya teneffüs edilen tüm gaz ve partiküllere imisyon denir.

## Hava Kirletici Gazlar Ve Kaynakları

### Kükürkdioksit (SO<sub>2</sub>) Konsantrasyonu

Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) Konsantrasyonu: Havada ki kükürtoksitler (SO<sub>x</sub>) içerisinde en önemli pay kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) gazına aittir. Bu gaz; yanmayan, renksiz bir madde olup 0,3-1 ppm değişimlerde ağızda karakteristik bir tat bırakmakta, 3 ppm.'in üstünde ise boğucu bir hisse yol açmaktadır. Atmosferde oldukça hızlı bir oksitlenmeyle kükürtrioksit (SO<sub>3</sub>) ve sülfatlara dönüşür SO<sub>3</sub> ise, sülfürik asit'in anhidriti olup, yağmur veya yoğunlaşmış nem (sis) damlacıklarıyla birleşerek havada sülfürik asidin oluşmasına yol açar. Oluşan sülfatlar ise; yoğunluğu 0,2-0,9 µm çapa sahip katı tanecikler olup, görünür ışığın 0,4-0,8 µm olan dalga boylarıyla girişim yaparak görüş uzaklığını azaltırlar.

## **SO<sub>2</sub>'nin İnsan Sağlığına Etkileri**

Solunum yolu hastalıklarına neden olur. Solunum yolunu irrite ederek, refleks öksürük krizleri, göğüs sıkışması ve sonucunda özellikle astım, kronik akciğer hastalığı bulunan kişilerde solunum yolunun daralmasına neden olur. Bronşit, amfizem ve diğer akciğer hastalık belirtileri meydana gelir.

## **Partikül Madde (PM<sub>10</sub>) Emisyonu**

Partikül Madde (P.M.) Konsantrasyonu: Partikül şeklindeki kirletici emisyonların tanımları iriliklerine, yoğunluklarına ve kimyasal yapılarına bağlı olarak aerosol, duman, is ve toz şeklinde isimlendirilmektedir.

## **PM<sub>10</sub>' un İnsan Sağlığına Etkileri**

Kısa ve uzun dönemli sağlık ile ilgili partikül standardında U.S. EPA tarafından kullanılan indikatör 10 mikron veya daha küçük çaplı partiküller maddedir (PM<sub>10</sub>). Bu standartlar oluşturulurken EPA aşağıdaki hususları dikkate almıştır: Soluma yolu ile solunum yollarında birikerek sağlık riski yaratabilecek olan partikül boyutu olduğundan En riskli bölge olan thorax bölgesinde (trachea, bronşlar ve alveolar bölgesi) biriken parçacık boyutu olması.

## **PM<sub>2.5</sub>**

1987'den bu yana yapılan epidemiyolojik çalışmalar ölüm oranının artmasında ve ciddi sağlık etkisi yaratmada 10 mikrondan daha küçük parçacıkların etkilerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bunun nedenlerinden biri, parçacık çapı küçüldükçe parçacığın akciğerin daha da iç kısımlarına geçebilmesidir. Bu çalışmaların sonucu U.S. EPA 10 mikron ve altı kavramını irdeleyerek yeni bir partikül madde standardı getirmiştir.

Partiküler Maddelerin İnsan Sağlık Etkileri, kısa süreli maruz kalındığında, akciğerleri irrite etmekte: öksürük, nefes darlığına neden olmakta, partiküllerde bulunan maddelerin çözülmesi durumunda hücre deformasyonu meydana gelmektedir. Uzun dönemli düşük konsantrasyonlara maruz kalındığında kanser ve prematüre ölümlerine neden olmaktadır.

## **Karbonmonoksit**

Renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına eşit mol ağırlığında bir gaz olan karbonmonoksit, varlığı fark edilmeyen zehirli bir gaz'dır. Atmosferde kolay kolay yok olmaz, ömrü 2-4 aydır.

## **Nitrojen Oksitler**

Atmosferdeki Nitrojen oksitler; kararlı ve kararsız olmak üzere iki yapıda bulunmaktadır. Bu bileşikler, atmosferdeki oksitleyici maddelerle reaksiyonlara girerek fotokimyasal reaksiyonlar sonucu fotokimyasal sis' i oluştururlar. Bunun yanı sıra atmosferdeki su buharı ile reaksiyona girerek asit yağmurlarına sebebiyet verirler. Bu oksitlerden NO<sub>2</sub> ve NO en önemli kirletici gazlardandır.

## **Hidrokarbon ve Kurşun Emisyonları**

Atmosferde, diğer kirletici bileşiklerde gün ışığı ile ilişkili fotokimyasal reaksiyonlara girerek, yapay sis oluşumuna sebebiyet veren hidrokarbonlar hava kirliliğinde önemli bir bileşeni oluştururlar. Özellikle benzinli araçlardan kaynaklanan, yanmamış hidrokarbonların (HC) alkil kökleri ile verdiği reaksiyonlar sonucu azot monoksit azot dioksite, serbest oksijen ozona dönüşür. Serbest hidrokarbon buharları ise; organik peroksitlere, aldehit, keton ve nitratlara dönüşerek zararlı ve aktif ikincil hava kirleticilerini oluştururlar. Kurşun; havada en çok aranmış ve etki araştırmaları en çok yapılmış iz elementidir. Kurşun için, uluslararası kuruluşlarca; yıllık ortalamasının kent havasında 2 g/m<sup>3</sup> ü geçmemesinin ve motorlu taşıt trafiğinin yoğun bulunduğu kesimlerde aylık değerinin 8 g/m<sup>3</sup> ' ü aşmamasının gerektiği bildirilmiştir. Kurşun iz elementinin % 98 i otomobillerden kaynaklanmakta olup, insan, hava ve bitki yaşamı üzerinde oldukça önemli zararları vardır.

### *Hava Kirleticilerin Çevreye Olan Etkileri*

#### *Su Üzerindeki Etkileri*

Yüzeysel su kirliliğini, yer altı suyu kirliliğinden ayrı tutmak mümkün değildir. Yağmur suyu yeryüzüne indiği andan itibaren kirlilik yükünde ani bir artış olur. Organik ve anorganik partiküler, hayvansal ve bitkisel atıklar, doğal ve yapay gübreler, pestisitler, mikroorganizmalar su ve yeraltı suyunun kirlenmesine neden olurlar.

#### *Toprak Üzerine Etkileri*

Katı, sıvı ve gaz atıklar alıcı ortama verildikten sonra, iklim durumuna, toprağın yapısına, topografya yapısına, atığın cinsine ve zamana bağlı olarak yeraltı sularına taşınırlar. Zira mücadele ilaçlarının da aşırı ve bilinçsiz kullanımı büyük bir sorundur. Evsel atıkların doğrudan toprağa verilmesi sonucu, özellikle kanalizasyon sistemlerinin olmadığı yerlerde fosseptik çukurlardan sızan sular yer altı suyuna taşınmaktadır. Mikroorganizmalar, yer altı suyuna taşınım sırasında doğal olarak temizlenmeye uğrar. Ancak deterjan gibi parçalanmaya karşı dayanıklı bileşikler yer altı suyuna ulaşarak içme suyu açısından sorun yaratabilmektedir. Çöplerin açık alanlarda depolanması ve kirliliği azaltıcı faaliyetlerin uygulanmaya konmaması önemli sorunlara neden olmaktadır.

#### *Flora ve Fauna Üzerindeki Etkileri*

İnsanlarda görülen hava kirliliği etkilerine, bir ölçüde hayvanlarda da rastlanmaktadır. İnsanlar ve hayvanlar dışında bitkiler de hava kirliliğinin etkileri ile karşı karşıyadır. Hava kirliliğini meydana getiren bazı gazlar, bitkilerin solunumu sırasında gözeneklerinden içeriye girerek fotosentezi yavaşlatırlar. Bitkilerdeki olumsuz etki, bir ölçüde ürün azalmasına sebep olur. Kükürtdioksitin en çok etkilediği bitki türleri, bazı önemli tahıl ürünleridir. Ağaçların yapraklarında görülen renk bozulmaları da hava kirliliğinin bitki hayatında sebep olduğu ayrı bir bozulmadır.

### *Yapay Çevreye (Görüntü Kirliliği Üzerine) Olan Etkileri*

Hava Kirliliğinin, görüntü kirliliği üzerindeki en çok bilinen tesiri; bina cephelerinde, kumaşlar ve diğer eşyalar üzerinde lekeler meydana gelmesidir. Yüzeyler üzerine 0,3 mikron büyüklüğündeki smogların birikmesi sonucu söz konusu bozulma ve lekeler meydana gelmektedir. Zamanla bu birikme, yüzeyi tahrip ederek, rengini değiştirerek kendini belli etmektedir. Hava Kirliliğinin malzemelere olan bir diğer tesiri korozyonu hızlandırmasıdır. Özellikle kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) çürümeyi son derece hızlandırmaktadır.

### *Ozon Tabakasının İncelmesinin Etkileri*

Atmosferdeki oksitleyici maddelerin en önemlisi ozondur. Ozon, kirleticilerden atmosfere atılan bir kirleticilerden olmayıp, atmosferde çeşitli kirleticilerin yan etkileriyle ve güneşin mor ötesi ışınlarının yardımıyla meydana gelen reaksiyonlar ürünüdür.

Canlıların hücrelerinde bulunan kalıtım maddeleri (DNA) tahrip olur. Tüm canlıların bağışıklık sistemi bozulur. Deri kanseri ve bazı göz hastalıklarında artışlar görülür. Bitki ve hayvan yaşamı üzerindeki olumsuz etkileri sonucu biyolojik çeşitlilikte azalmalar, denizel ve karasal ekosistemlerde bozulmalar olur. Atmosferin sera etkisi artacağından küresel sıcaklıkta artış görülebilir.

### *Asit Yağmurlarının Etkileri*

Hiçbir yabancı maddeyle kirlenmemiş bir atmosferde bile yağmur suyu hafif asit karakterlidir, pH derecesi 5,6'dır. Çeşitli yanma olayları sonucu havaya karışan SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NOX gibi gazlar yağışla birleşik asit meydana getirebilmekte, bunların yeryüzüne yağması ile asit yağmurları oluşmaktadır. Asit yağmurlarının bazı etkileri; Asit yağmurları göl, akarsularda asit dengesini bozarak, önce hassas canlılar olmak üzere tüm canlıları etkilemekte, hatta bazı türlerin ölümüne yol açmaktadır. Tarihsel kalıntıların, çelik köprülerin, demiryollarının aşınmasına, tahribatına neden olmaktadır. En büyük etkisi ormanlar üzerinde olup, ağaçların en önemli organı olan yapraklardaki büyüme ve gelişmeyi engellemektedir. Yeryüzüne inen asit yağmurları, suya ve toprağa geçerek, onların fizyo-kimyasal yapısını değiştirmekte, neticede toprak ve suyla ilişkide olan canlılar etkilenmektedir.

## Hava Kalitesinin Değerlendirilmesinin Gerekliği

Hava; yaşamımızın en önemli kaynağıdır. Yerel hava kalitesi, yaşadığımız ve soluduğumuz havayı ve hayatımızın kalitesini direkt etkiler. Hava durumu gibi hava kalitesi de gün gün veya saat saat değişmektedir. Özellikle yapay kaynaklardan dış ortama verilen kirleticilerin yıllık miktarları, birkaç yüz tondan milyonlarca tona kadar ulaşmaktadır. Bunlar oluştukları alan ve miktarlarına bağlı olarak, değişen ölçülerde etki meydana getirirler.

Özellikle şehirlerde ısınma, trafik ve sanayiden kaynaklanan hava kirliliğinin son yıllarda artmasıyla sağlık problemlerinde de artış görülmektedir.

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

Bakanlığımız görevleri arasında; hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış metotları ve kriterleri esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak ve diğer durumlarda iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamaktır. Bu bağlamda Bakanlık ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri, insan sağlığının korunması ve ekosistemlerin veya vejetasyonun korunması için temsil teşkil edebilecek örnekleme noktalarının konumlarını belirler.

Hava kirliliğinin doğru bir şekilde ölçülmesi, tüm illerimizde hava kirliliği politikaları oluşturulması ve bu politikalar çerçevesinde illerin hava kalitesinin bir önceki yılın değerlerinden daha iyi durumlara getirilebilmesi amacıyla, Bakanlığımız tarafından 81 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonları kurulmuştur.

Kurulan hava kirliliği ölçüm istasyonlarının hepsinde Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve Partikül Madde (PM<sub>10</sub>) parametreleri bazılarında ek olarak Azotoksitler (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), Karbonmonoksit (CO) ve Ozon (O<sub>3</sub>) da tam otomatik olarak ölçülmektedir.

Ölçüm istasyonlarında toplanan ölçüm verileri Bakanlığımıza ait özel bir ağ (VPN) üzerinden GSM Modemler aracılığıyla Bakanlığımız Çevre Referans Laboratuvarı Veri İşletim Merkezine aktarılarak izlenmektedir.

Saatlik ortalamalar şeklinde istasyonlardan alınan veriler incelenerek doğrulama çalışmaları yapılmakta olup söz konusu verilerle aylık ve yıllık raporlar hazırlanarak yayınlanmaktadır.

## Bu Raporun Neden Yazıldığına Dair Genel Bilgiler ve Amaçları

G2G.NL-2011 Çevre Programı Türkiye-Hollanda çevre alanında ikili işbirliği projesidir. Bu projenin amacı;

- Hava kalitesi mevzuatının (Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği) yerel ölçekte uygulanması
- Seçilen büyükşehirlerdeki hava kirliliğinin bilimsel olarak tespit edilmesi için hava kalitesinin değerlendirilmesi konusunda teknik destek verilerek yerel ölçekte sorumlu kurum/kuruluşların kapasitelerinin artırılması
- Proje çıktıları doğrultusunda eylem planlarının hazırlanması için illerde hava kalitesi değerlendirme raporlarının oluşturulması
- Hava kirliliğinin olumsuz sağlık etkileri konusunda farkındalığın artırılması ve paydaşların ve halkın bilgilendirilmesi

- Emisyon envanteri ve hava kalitesi verilerinin değerlendirilmesi konularında seçilen illerde çalıştay, toplantı ve saha ziyaretlerinin düzenlenmesi ve Hollanda'ya 2 çalışma ziyaretinin gerçekleştirilmesi
- Proje resmi açılış ve kapanış toplantıları ile teknik çalıştayların düzenlenerek paydaşların bilgilendirilmesi
- Çalışmalarda görev alan personelin uzman desteği ve çalışma ziyaretleri ile teknik bilgisinin artırılması
- Hava kalitesi ölçüm istasyonlarından veri alımı
- Yapılan bilimsel çalışmalar ve meteorolojik veriler ışığında verilerin değerlendirilmesi
- İl Müdürlüklerimiz ile Büyükşehir Belediye Başkanlıklarının çevre birimlerine destek sağlanması
- Hava kalitesi değerlendirme çalışmasının genel değerlendirilmesi
- Emisyon verilerinin ve kirlilik haritasının oluşturulması

#### Değerlendirmenin Amaçları Nelerdir?

---

- İllerde hava kalitesi ölçüm istasyonlarından elde edilen ölçüm sonuçlarının (saatlik, günlük, yıllık değerlendirilmesi, meteorolojik verilerle ilişkilendirilmesi, sınır değerlerle karşılaştırma, rapor hazırlama, halkın bilgilendirilmesi, verilerin kalitesi/doğrulaması, v.b.) analiz edilmesi
- İller için her yıl emisyon hesaplamalarının sektör bazında yapılması (yakıt miktarı, sanayi tesisleri, meteorolojik bilgiler, motorlu taşıtlar vs.) ve kirlilik dağılımının hesaplanarak görselleştirilmesi
- Hava Kirliliğinin boyutlarını ve nedenlerini bilimsel nedenlerini düz metin, grafik ve tablolarla detaylı bir şekilde aktarabilmektir.
- İller için hava kalitesi değerlendirme raporlarının oluşturulması ve bu rapor ışığında alınması için gereken önlemlere dikkat çekmektir.
- Hava kirliticilerinin sebep olduğu sağlık ve çevre sorunları (taşıma yoluyla su ve toprak kirliliği vs.) konusunda toplumun bilincini artıran eğitim programları ile halkın da denetim mekanizmasına katılacak şekilde bilinçlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmasını sağlamak.
- Toplumun çevre dostu ürünler kullanması konusunda bilinçlendirilerek üreticilerin çevre dostu teknolojilere yönlendirmek.

## Bu aktivitenin çerçevesi nedir?

---

- Palen Enerji Doğalgaz Dağıtım End. Ve Tic. A.Ş. (Dağıtım Şirketi)
- Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü
- İl Emniyet Müdürlüğü (Trafik Tescil Şube Müdürlüğü)
- Erzurum Büyükşehir Belediyesi (Ulaşım Dairesi Başkanlığı, İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı)
- TÜİK (Erzurum Bölge Müdürlüğü)
- Meteoroloji 12. Bölge Müdürlüğü
- Yakutiye İlçe Belediyesi
- Aziziye İlçe Belediyesi
- Palandöken İlçe Belediyesi
- Erzurum Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
- EPDK
- Araç Yetkili Servisleri
- Aşkale Çimento Fabrikası
- Erzurum Şeker Fabrikası

## Hava Kalitesi Değerlendirme

### Metodoloji / Yöntemi

#### Hangi Aktiviteler Gerçekleştirilmiştir

---

- İlimizde bulunan bir adet ölçüm istasyonundan (Ölçüm İstasyonumuzda sadece PM10 ve SO2 değerlerine bakılmaktadır.); 2007-2012 yıllarını kapsayan veriler Günlük ve Saatlik olarak Excel sayfalarına girilmiştir.
- Her bir kirletici için bir Excel sayfası A Sütunu Tarih ve Saat, B Sütunu ise Kirletici Değeri olacak şekilde oluşturulmuştur.
- Meteoroloji 12. Bölge Müdürlüğünden; İzleme verilerinin değerlendirmesinin yapılabilmesi için 2007-2012 Yılları ait ilimizde gerçekleşen Hava sıcaklığı, rüzgâr hızı ve yönü, basınç, nem ve yağış miktarları alınmıştır.
- Meteorolojik Veriler toplanmış ve Excel sayfalarına kaydedilmiştir. (Sıcaklık, Rüzgâr Hızı, Rüzgâr Yönü, Yağış (Yağmur-Kar) Bağıl Nem, Basınç)
- 1 Ocak-31 Aralık zaman dilimlerini kapsayan Rüzgâr Hızı, rüzgâr yönü ve Sıcaklıkla birleştirildi.

## Diğer Sektörler Neden Kapsam Dışında Bırakılmıştır?

Bakanlığımız Proje kapsamında ısınma, trafik ve sanayi başlıkları üzerine çalışmamızı istediği için diğer kirlilik sektörlerine yer verilmemiştir.

## Çalıştaylar/Toplantılar/Ofisteki Aktiviteler

Çalıştayımız resmi açılışını 25 Temmuz 2013 Tarihinde Gaziantep ilinde gerçekleştirmiştir. Bu toplantı kapsamında Çalıştayın amaç ve kapsamı hakkında genel bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonra çalıştay kapsamında yaklaşık ikişer aylık periyotlarda 6 adet teknik çalıştay gerçekleştirilmiştir. Bu çalıştaylar sırasıyla;

KENTAİR Projesi Kapsamında Düzenlenen Çalıştaylar ve Tarihleri Çalıştay Yeri Tarihi	
Gaziantep	25-27 Eylül 2012
Samsun	20-23 Kasım 2012
Antalya	21-25 Ocak 2013
Adana-Mersin	25-29 Mart 2013
Ankara	22-26 Temmuz 2013
Erzurum	09-13 Eylül 2013
Antalya	10-15 Kasım 2012

Tablo-9 KENTAİR Çalışma Takvimi

## İzleme verilerinin değerlendirilmesi

### Verilerin kaynakları

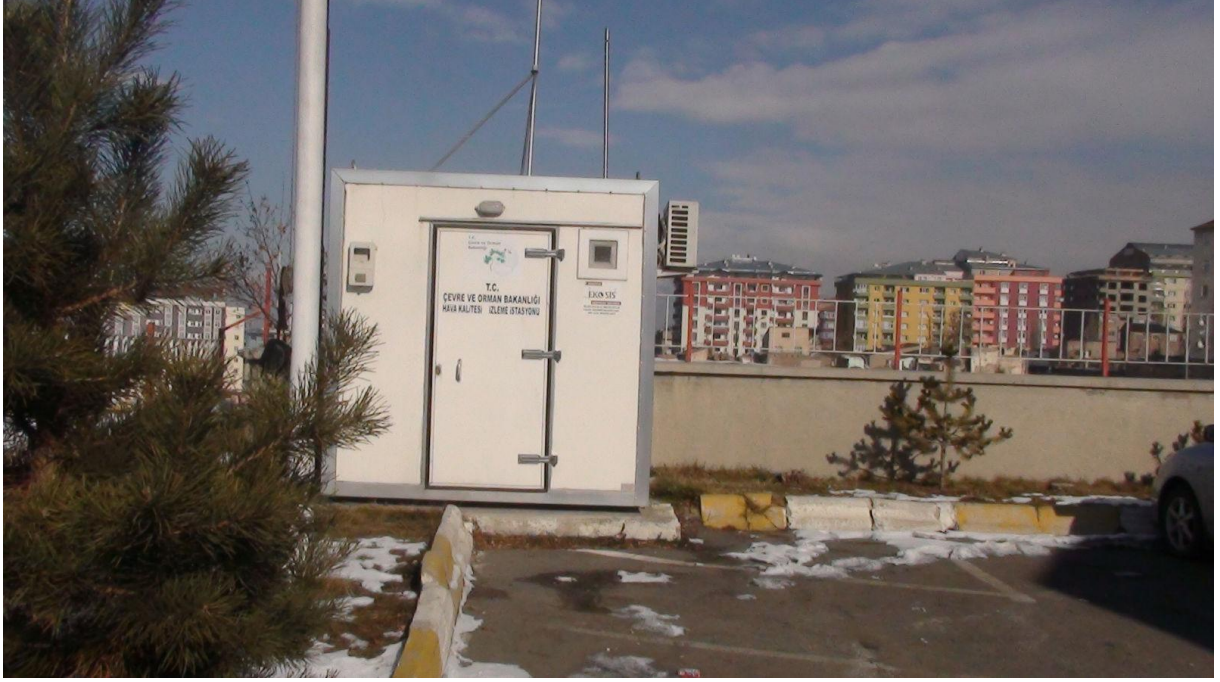
#### Bilgiler Nereden Alınmıştır

Erzurum ilinde Hava kalitesine yönelik ölçümler; Bakanlığımız tarafından kurulan tam otomatik cihazlar ile ölçülmektedir. Bakanlığımız bünyesinde İlimize kurulmuş olan BAM 1020 Tam Otomatik Cihazla Partikül Madde, Monitör Europe Tam Otomatik Cihaz ile Kükürt Dioksit ölçümleri yapılmaktadır. Ölçüm sonuçları Bakanlığımız tarafından izlenmekte, ayrıca sonuçlar Bakanlığımızın [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) adresinde eşzamanlı olarak yayınlanmakta olup “Valide” edilen verilerden temin edilmiştir. Meteorolojik verileri ise Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınmıştır.

#### İzleme İstasyonu Yerinin Tanımlanması



Resim-1 Hava kalitesi İzleme İstasyonunu Gösterir Uydü Görüntüsü



Resim-2 Hava kalitesi İzleme İstasyonu

İstasyon; konum olarak Boylam: 41.27265496287453 Enlem: 39.89816917795885 koordinatlarında olup Erzurum Halk Sağlığı Müdürlüğü kurumunun bahçesinde konumlandırılmıştır. İstasyonumuz ısınma ve trafikten kaynaklı kirlilikleri örnelemektedir. İstasyonumuza en yakın konut mesafesi 70 metre olup karayolu ile mesafesi de yaklaşık 50 metredir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan 04.07.2012 tarih ve 8873 sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesine istinaden;

1. Büyükşehir Belediye Başkanlığı,
2. İl Emniyet Müdürlüğü,
3. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü,
4. Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü,
5. Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü,
6. Orman Bölge Müdürlüğü,
7. Yakutiye İlçe Belediye Başkanlığı,
8. Aziziye İlçe Belediye Başkanlığı,
9. Palandöken İlçe Belediye Başkanlığı,
10. Halk Sağlığı Müdürlüğünden oluşan komisyon kurulmuştur.



Resim-3 Komisyon Tutanağı

## Temsili Olduğu Düşünülen Alanların Tanımlanması

İstasyonumuz, ısınma kaynaklı kirliliği; çevresinde bulunan sobalı ve kaloriferli konutlardan örneklemektedir. Trafik kaynaklı kirliliği ise, E-80 karayolu ve bunun dışında ana arterler ve tali yolları kapsayan kaynaklardan ölçmektedir. İstasyonumuz merkezdeki üç ilçeden (Yakutiye, Palandöken ve Aziziye) Yakutiye ve Palandöken ilçelerini örneklemektedir. Yakutiye ve Palandöken ilçeleri nüfusun ve trafiğin en yoğun olduğu ilçelerimizdir. Ölçüm İstasyonumuz bu iki ilçemizin sınırlarının ortasına konuşlandırılmış olup, her iki ilçemizin kirlilik oranlarını örnekleyebilmektedir.

## Burada Belirtilenler Kılavuzdaki Gerekliliklerle Birebir Uyumlu mudur?

Hava İzleme İstasyonumuz 24 saat güvenlik kontrolü olan Kamu Kurumu bahçesinde bulunmaktadır. Aşağıda yazılan kriterlere uygun yere kurulmuştur.

- Elektrik kesintisine karşı Jeneratör sistemi mevcut olması
- İnsanların vakitlerinin çoğunu geçirdiği yer
- Binalardan uzak açık alanlarda, üstünde ağaç vs. olmayan
- 20 m yakınında petrol istasyonu olmayan
- 50 m yakınında çalışır vaziyette araç olmasın
- >30000 araç/gün ise 30 m mesafede

- 10000-30000 araç/gün ise 20 m
- <10000 araç/gün ise 10 m mesafede olmalı
- Büyük inşaatlara 100 m mesafede
- Numune alma başlığı 5 m altında
- Elektrik, telefon, güvenlik, ulaşım kolaylığı

### **Kalite Güvence / Kalite Kontrol**

#### **Kalite Güvence Kalite Kontrolden Sorumlu Kimdir ve Nasıl Yapılmaktadır?**

---

İstasyonumuz, Bakanlığımızın yüklenici firmalar aracılığıyla her ay bakım, kontrol ve veri akışı rutin olarak kontrolü yapılmaktadır. Bakanlığımız ve İl Müdürlüğümüz veri kayıplarının yaşanmaması için web adresinden olmlerin 24 saat takibi yapılmaktadır.

### **Veri İşleme**

#### **Veri Nasıl Valide Edilmektedir?**

---

Veriler evre ve şehircilik Bakanlığı kontrolünde valide edilmektedir.

**Parametreler Nasıl Hesaplanmaktadır?****Tüm İlgili Kirleticiler İçin Yıllar Bazında Sınır Değerlerin Tablosu**

Sınır Değerler		2007 Ve Öncesi	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
SO <sub>2</sub>	<b>KVSD</b>	400	400	370	340	310	280	235	AB Limit Değerleri
	<b>UVSD (Kış Sezonu)</b>	250	250	225	200	175	150	125	
PM <sub>10</sub>	<b>KVSD</b>	300	300	260	220	180	140	100	
	<b>UVSD (Kış Sezonu)</b>	200	200	178	156	134	112	90	

Tablo-10 Avrupa Birliği PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> KVSD ve UVSD

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
<b>Hava Kalitesi İndeksi</b>	1 saatlik ortalama (µgr/m <sup>3</sup> )	24 saatlik ortalama (µgr/m <sup>3</sup> )	24 saatlik ortalama (µgr/m <sup>3</sup> )	1 saatlik ortalama (µgr/m <sup>3</sup> )	24 saatlik ortalama (µgr/m <sup>3</sup> )
<b>1 (çok iyi)</b>	0-50	0-45	0-1,9	0-35	0-25
<b>2 (iyi)</b>	51-199	46-89	2,0-7,9	36-89	26-69
<b>3 (yeterli)</b>	200-399	90-179	8,0-10,9	90-179	70-109
<b>4 (orta)</b>	400-899	180-299	11,0-13,9	180-239	110-139
<b>5 (kötü)</b>	900-1499	300-699	14,0-39,9	240-359	140-599
<b>6 (çok kötü)</b>	>1500	>700	>40,0	>360	>600

Tablo-11 Hava Kalitesi İndeksi

Farklı hava kirleticilerinin farklı konsantrasyon ve sürelerde farklı etkiler oluşturması dikkate alınarak günlük hayatta daha kolay anlaşılabilmesi için hava kirliliği seviyesi veya hava kalitesi düzeyi, hava kalitesi indeksi (HKİ) olarak ifade edilen bir sayısal ölçekle anlatılır. Bu ölçek, bir de renk skalası ile görselleştirildiğinde geniş halk kitleleri tarafından kolaylıkla algılanabilmektedir. Ülkemizde hava kalitesi seviyesi için kullanılan HKİ ölçeği ve ilgili renkler ve bu indekse temel teşkil eden kirleticilerin HKİ konsantrasyon seviyeleri de yukarıdaki tabloda görülmektedir. Tablo da görüleceği üzere, HKİ ölçeği 6 kademedir oluşmakta ve 1 ölçeği çok iyi kalitede (çok temiz) havayı; 6 ise çok kötü kalitede (çok kirli) havayı işaret etmektedir. Bu ölçek değerleri matematiksel bir hesaplama ile bulunmayıp, sadece havada ölçülen kirletici konsantrasyonlarının etkileri bakımından sınıflandırmasını ifade etmektedir. Sınıflandırmada temel kıstas, ölçülen kirleticiler içerisinde en yüksek HKİ

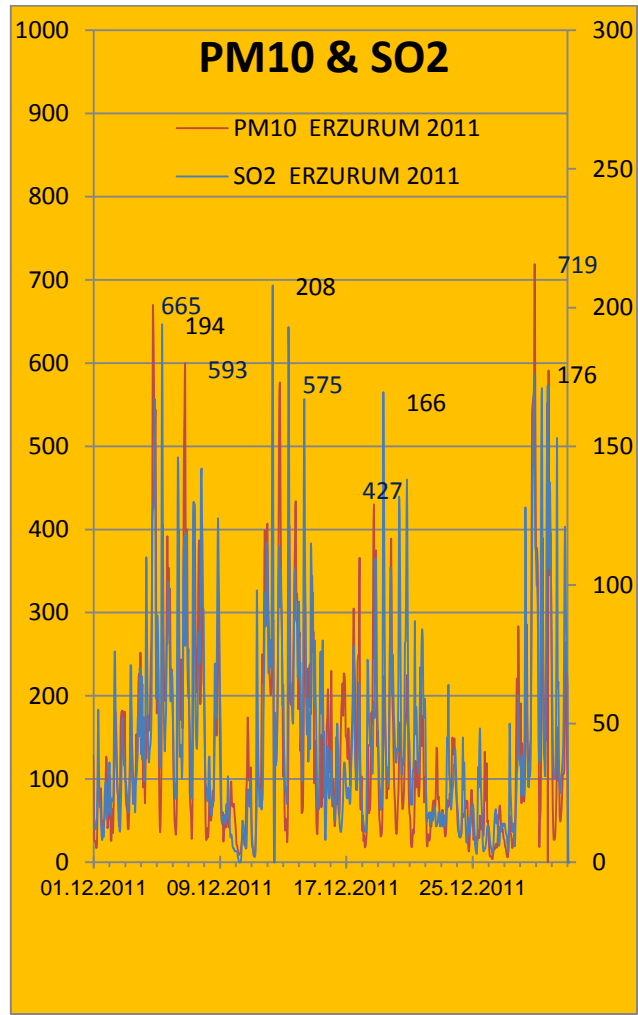
değerine sahip kirleticinin baz alınmasıdır. Yani, kirlilik oluşturan seviyede ölçülen kirleticiye göre HKİ değeri ifade edilir. 24 saatlik ortalama değer verilirken, bazıları için 1saatlik ortalama değer verilmektedir. Bu da yine, yukarıdaki tanımda ifade edildiği üzere, kirletici bileşenlerin kirleticilik etkilerinin özellikle sağlık etkilerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

### 2011 Yılı İçin Özel Kirlilik Durum/ Olayların Tanımlanması

#### Aralık 2011

Tarih	PM10	SO2
GÜNLÜK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Minimum	27	11
MinDate	26.12.2011	10.12.2011
MinTime	00:00	00:00
Maximum	284	94
MaxDate	12.12.2011	29.12.2011
MaxTime	00:00	00:00
Avg	139	46
Num	31	31
Data[%]	100	100
STD	76,3	24,2

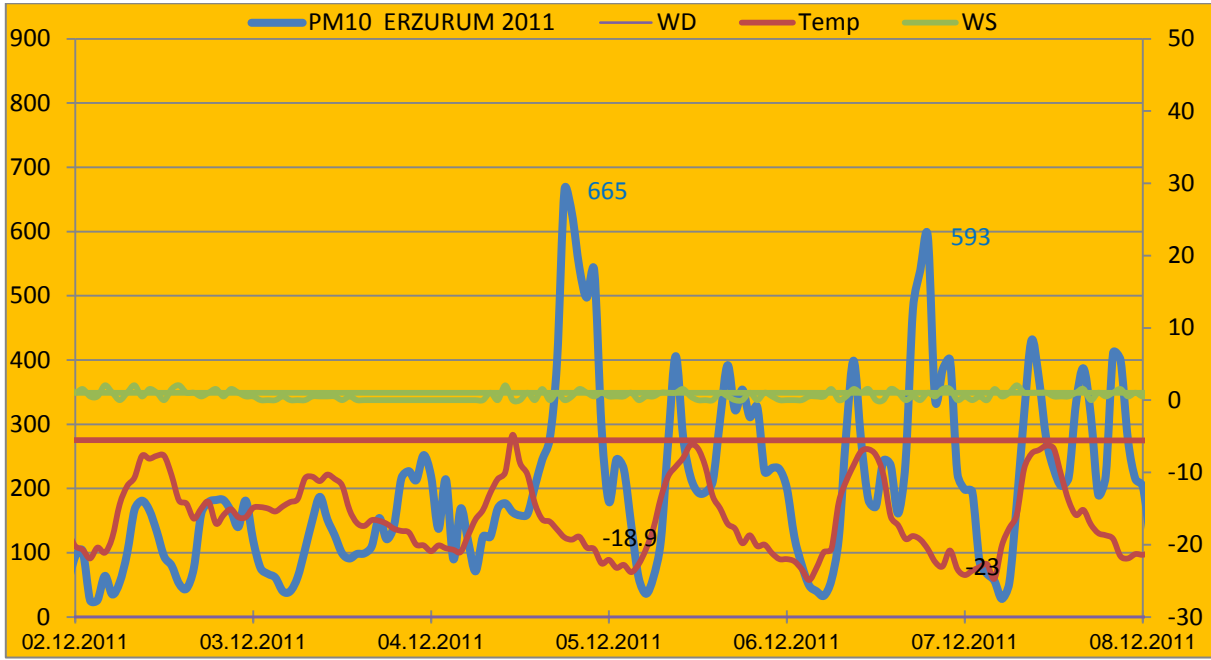


Tablo-12 PM10 ve SO<sub>2</sub> Aylık Değerlendirme Tablosu

Grafik-1 Aralık 2011 PM10, SO<sub>2</sub> Ölçüm Grafiği

Aralık ayında PM10 da %100 SO<sub>2</sub> de ise %100 lük veri okunmuş olup, 4-5-6-7-12-13-14-28-29.12.2011 tarihlerinde 9 gün kısa vadeli değerler aşılmıştır. Ortalama hava sıcaklığı -18,5o olup bu aydaki en yüksek sıcaklık +1,9 o, en düşük sıcaklık ise -24,7o olarak ölçülmüştür. Ortalama rüzgâr hızı 2,1'dir. En düşük rüzgâr hızı "0 m/s", en yüksek rüzgâr

hızı “8,2 m/s” olarak ölçülmüştür. Elde edilen bu verilere göre genel olarak sıcaklık sıfırın altında çok düşük seviyelerde seyretmiş, rüzgâr hızı da düşük olduğu gözlemlenmiştir.



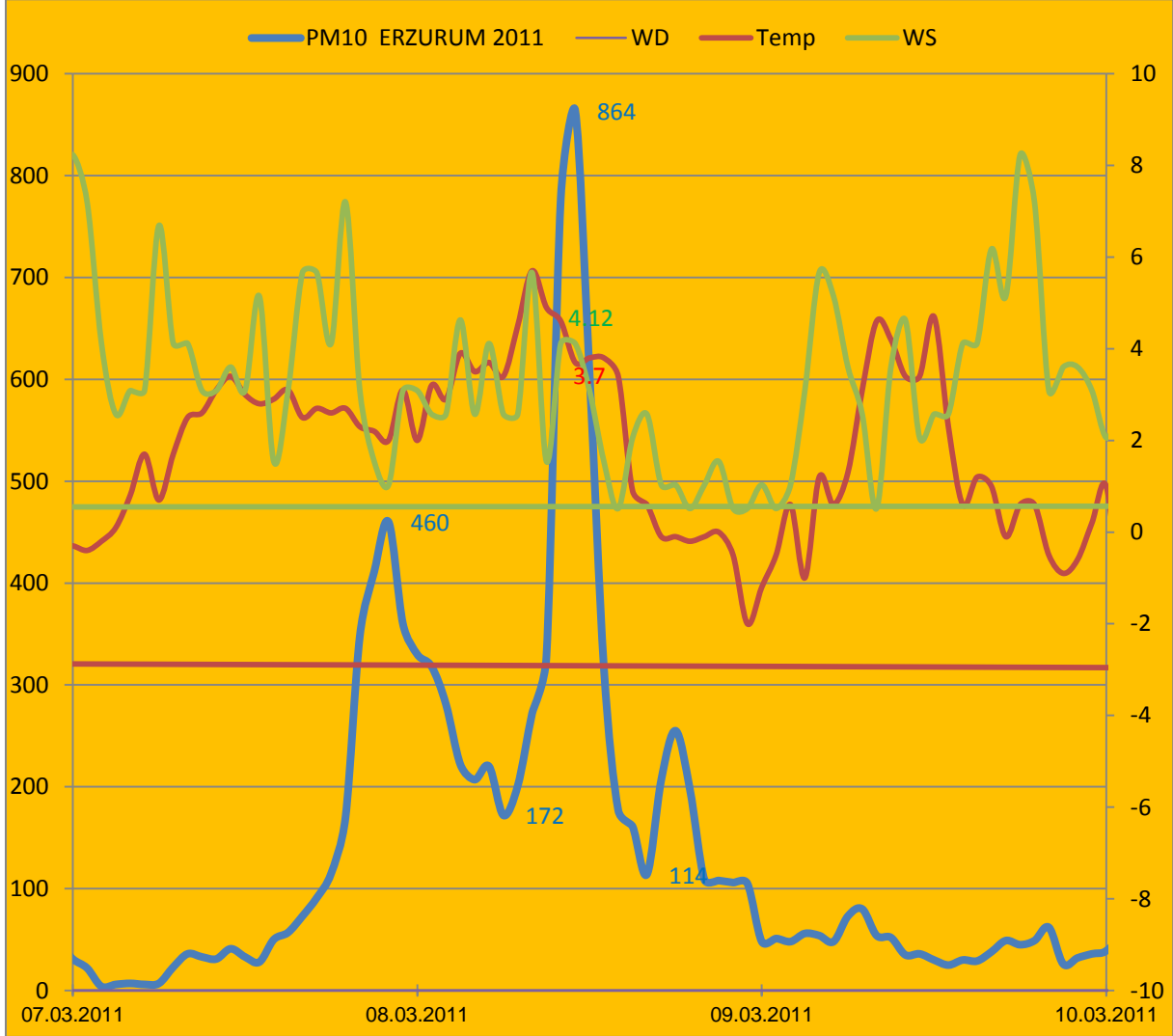
Grafik-2 04.12.2011-05.12.2011 Tarihli PM10 Ölçüm Grafiği

Tarih	Zaman	PM10	SO2	Hava Sıcaklığı	Ruzgar Yonu	Ruzgar Hizi
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	°C	Derece	m/s
04.12.2011	16:00	277	57	-16.8	000	0.0
04.12.2011	17:00	399	123	-17.9	010	1.0
04.12.2011	18:00	665	127	-19.0	000	0.0
04.12.2011	19:00	628	129	-19.3		0.5
04.12.2011	20:00	544	143	-18.9	260	1.5
04.12.2011	21:00	497	167	-20.4	300	1.0
04.12.2011	22:00	540	110	-20.6		0.5
04.12.2011	23:00	294	59	-22.6	330	1.0
05.12.2011	00:00	179	88	-22.1	120	0.5
05.12.2011	01:00	245	89	-23.2	290	0.5
05.12.2011	02:00	230	79	-22.8		0.5
05.12.2011	03:00	143	58	-23.8	350	1.0
05.12.2011	04:00	61	38	-16.8	000	0.0

Tablo 13- 04.12.2011 -05.12.2011 Tarihler Arasında Erzurum İli SO2 ve PM10 ve Meteorolojik Verileri

4.12.2011 tarihinde saat 18.00’da PM10 665 µg/m<sup>3</sup> ,saat 20.00’da SO2’nin 167 µg/m<sup>3</sup> pik değerine ulaştığı görülmüştür. Meteorolojik parametreler incelendiğinde; Havanın sıcaklığının -20’ lere, rüzgâr hızının da düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Kirlilik artışlarının kazan yakma ve trafik akışının yoğun olduğu saatlerden sonra pik değerlere

ulaştığı ve ilerleyen saatlerde bu piklerin normal seviyelere düştüğü görülmüştür. Sonuç olarak PM10'da ve SO2'deki sıçramanın ısınmadan ve trafikten kaynaklandığı tespit edilmiştir.



Grafik-3 07.03.2011-08.03.2011 Tarihli PM10 Ölçüm Grafiği

07.03.2011-08.03.2011 tarihleri incelendiğinde so2 sabit olduğu fakat pm10 da aşırı yükselme olduğu görülmektedir. Meteorolojik verilere bakıldığında havanın sıcak ve rüzgarlı olduğu gözlemlenmiştir. Öğlen saatlerinde pm10 da "864 µg/m³" değerine ulaşarak pik yapmıştır.

Tarih	Zaman	PM10	SO <sub>2</sub>	Hava Sıcaklığı	Rüzgâr Hızı
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	°C	m/s
07.03.2011	17:00	91	22	2,7	5,7
07.03.2011	18:00	115	24	2,6	4,1
07.03.2011	19:00	170	25	2,7	7,2
07.03.2011	20:00	348	22	2,3	3,1
07.03.2011	21:00	411	24	2,2	1,5
07.03.2011	22:00	460	27	2,0	1,0
07.03.2011	23:00	360	22	3,1	3,1
08.03.2011	00:00	330	20	2,0	3,1
08.03.2011	01:00	318	19	3,2	2,6
08.03.2011	02:00	281	18	2,9	2,6
08.03.2011	03:00	222	15	3,9	4,6
08.03.2011	04:00	207	15	3,5	2,6
08.03.2011	05:00	220	15	3,7	4,1
08.03.2011	06:00	172	15	3,4	2,6
08.03.2011	07:00	201	22	4,5	2,6
08.03.2011	08:00	272	24	5,7	5,7
08.03.2011	09:00	328	22	4,9	1,5
08.03.2011	10:00	778	17	4,6	4,1
08.03.2011	11:00	864	17	3,7	4,1
08.03.2011	12:00	606	21	3,8	3,1
08.03.2011	13:00	317	25	3,8	1,5
08.03.2011	14:00	177	21	3,4	0,5
08.03.2011	15:00	161	20	0,9	2,1
08.03.2011	16:00	114	18	0,6	2,6
08.03.2011	17:00	207	19	-0,1	1,0
08.03.2011	18:00	255	17	-0,1	1,0
08.03.2011	19:00	197	12	-0,2	0,5
08.03.2011	20:00	109	11	-0,1	1,0
08.03.2011	21:00	108	11	0,0	1,5
08.03.2011	22:00	106	11	-0,5	0,5
08.03.2011	23:00	105	11	-2,0	0,5
09.03.2011	00:00	48	10	-1,2	1,0

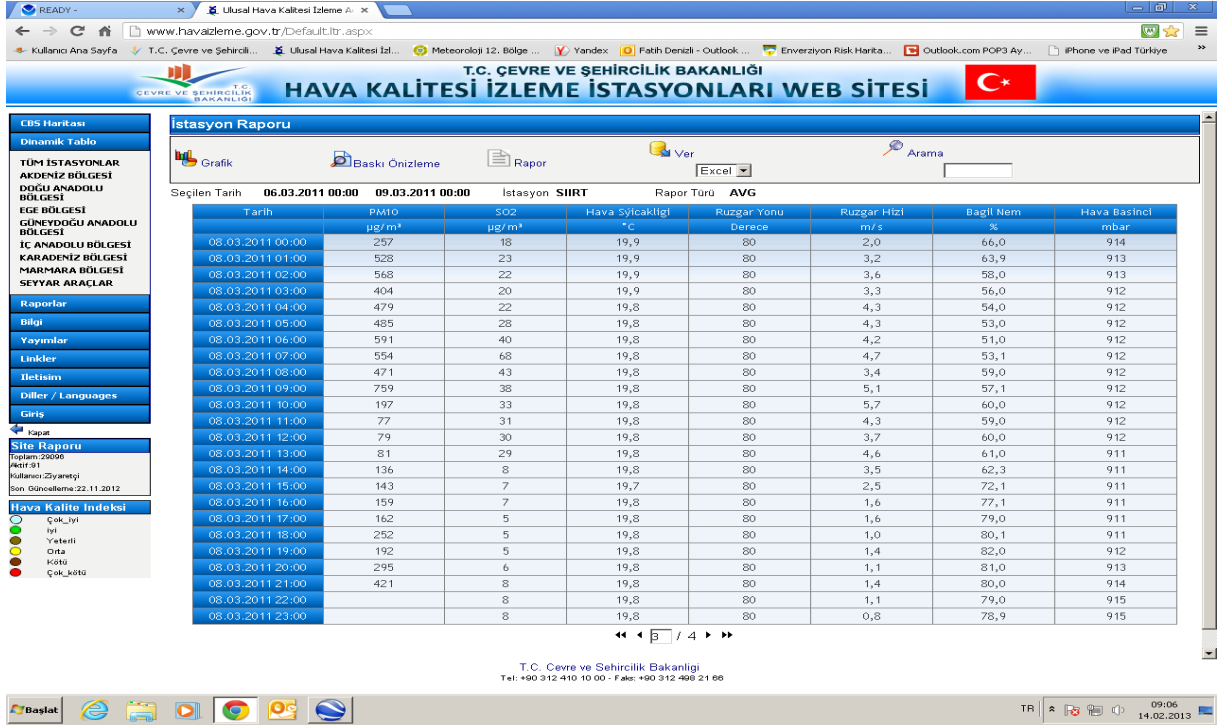
Tablo-14 07.03.2011 -09.03.2011 Tarihler Arasında Erzurum İli SO<sub>2</sub> ve PM10 ve Meteorolojik Verileri



Resim-4 06.03.2011 Tarihinden İtibaren Hysplit ‘den Alınan İlimize Gelen Hava Akımları

Hysplit uygulamasıyla söz konusu tarihlere Erzurum’a gelen hava akımları incelendiğinde Irak merkezli bir hava akımının geldiği görülmektedir. Bu akımın güzergâhı incelendiğinde Siirt, Şırnak, Batman, Bingöl Erzurum illeri üzerinden geçtiği görülmektedir. Bu illerdeki hava kirliliği incelendiğinde, havanın sıcak ve rüzgârlı olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Erzurum başta olmak üzere bahsi geçen şehirlerdeki kirliliklerin dışarıdan taşındığı görülmektedir. Kirlilik incelendiğinde PM10 artmış, SO2 de artış olmadığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu kirliliğin ısınmadan değil, Iraktan gelen toz bulutundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

# KENTAIR Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu



Resim-5 Siirt Hava Kalitesi İzleme İstasyonu Web Sitesinden Görüntü



Resim-6 Şırnak Hava Kalitesi İzleme İstasyonu Web Sitesinden Görüntü

# KENTAIR Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu

The screenshot displays the 'Hava Kalitesi İzleme İstasyonları Web Sitesi' (Air Quality Monitoring Stations Web Site) for the Bingöl station. The page shows a table of hourly air quality data for March 8, 2011, from 00:00 to 23:00. The data includes PM10, SO2, temperature, wind direction, wind speed, relative humidity, and atmospheric pressure. The left sidebar contains navigation options like 'CBS Haritası', 'Dinamik Tablo', and 'Tüm İstasyonlar'. The bottom of the page shows the site's contact information and a Windows taskbar.

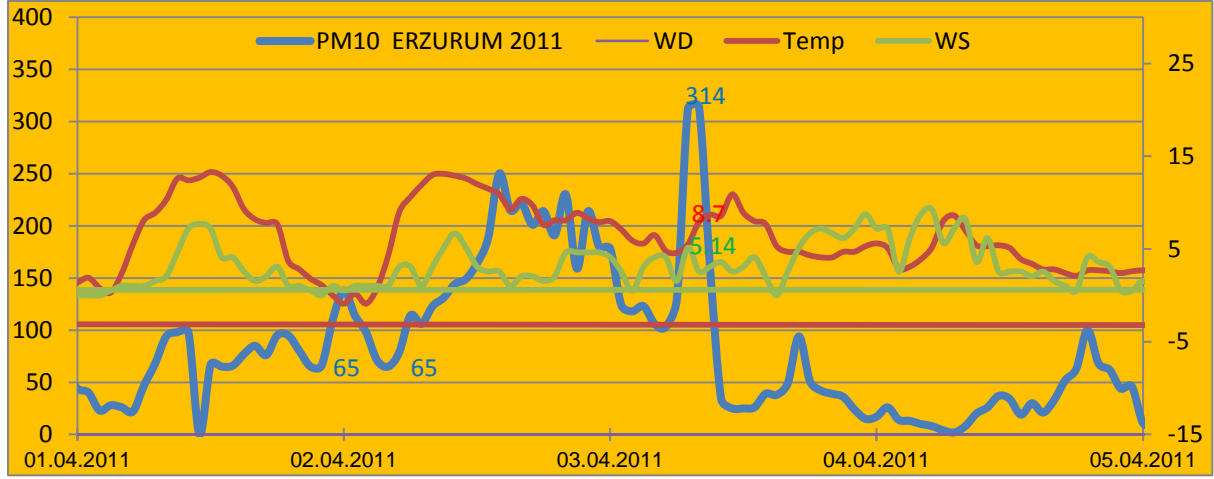
**İstasyon Raporu**

Seçilen Tarih: 06.03.2011 00:00 - 09.03.2011 00:00 İstasyon: BINGOL Rapor Türü: AVG

Tarih	PM10 µg/m³	SO2 µg/m³	Hava Sıcaklığı °C	Ruzgar Yonu Derece	Ruzgar Hızı m/s	Bağıl Nem %	Hava Basıncı mbar
08.03.2011 00:00	343	8	6,0	108	1,1	84,6	970
08.03.2011 01:00	332	8	6,3	118	1,3	83,0	970
08.03.2011 02:00	337	8	6,8	181	0,9	80,7	970
08.03.2011 03:00	246	8	6,9	135	1,5	81,5	970
08.03.2011 04:00	233	8	7,1	146	1,1	80,2	970
08.03.2011 05:00	231	9	6,9	280	1,6	80,5	970
08.03.2011 06:00	234	9	6,7	284	2,3	79,0	969
08.03.2011 07:00	280	12	6,9	297	2,1	77,6	970
08.03.2011 08:00	626	16	7,9	289	1,2	73,0	970
08.03.2011 09:00	713	25	8,4	234	1,0	70,0	970
08.03.2011 10:00	938	28	9,8	278	3,7	66,1	969
08.03.2011 11:00	934	19	10,5	290	5,3	67,2	969
08.03.2011 12:00	903	14	9,7	290	5,7	74,1	969
08.03.2011 13:00	538	10	8,9	243	4,7	79,7	968
08.03.2011 14:00	144	10	7,8	120	3,5	81,8	968
08.03.2011 15:00	277	9	8,6	286	2,8	84,4	968
08.03.2011 16:00	47	9	6,9	87	2,8	83,4	968
08.03.2011 17:00	13	9	5,1	118	3,1	84,8	969
08.03.2011 18:00	49	9	5,8	137	1,7	82,2	970
08.03.2011 19:00	59	9	5,5	123	1,0	87,4	970
08.03.2011 20:00	46	9	5,6	92	1,2	86,5	971
08.03.2011 21:00	41	9	5,4	88	1,4	85,2	971
08.03.2011 22:00	24	9	5,4	122	1,5	84,8	971
08.03.2011 23:00	30	9	5,6	182	1,2	83,9	971

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı  
Tel: +90 312 410 10 00 - Faks: +90 312 488 21 66

Resim-7 Bingöl İli Hava Kalitesi İzleme İstasyonu Web Sitesinden Görüntü

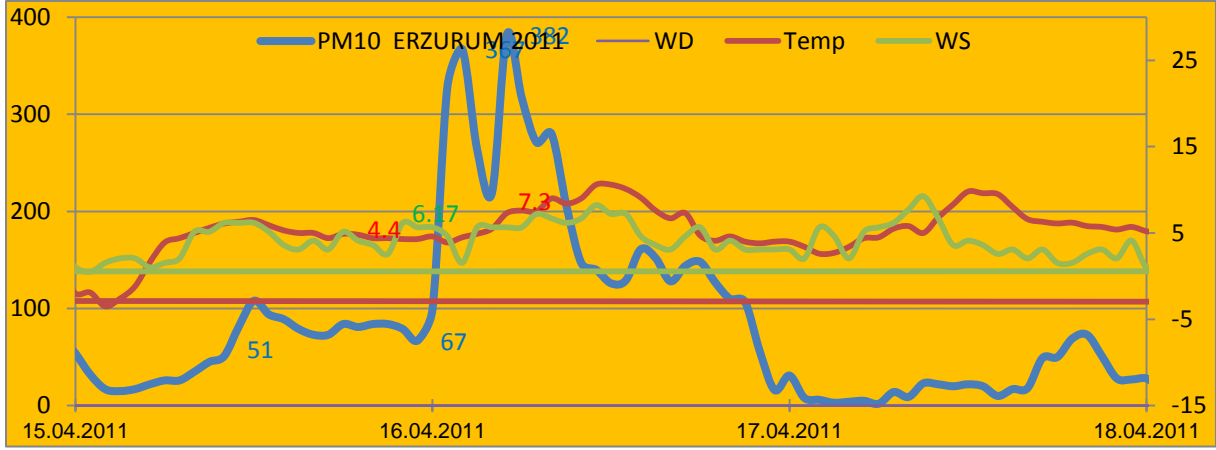


Grafik-4 01.04.2011-05.04.2011 Tarihli PM10 Ölçüm Grafiği

02-03.04.2011 tarihleri arasında PM10 iki gün boyunca artışlar olduğu görülmüş, bu artış 03.04.2011 tarihinde saat 08.00'da PM10'da 314  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pik değerine çıkmıştır. Hava sıcaklığı mevsim normallerinde, rüzgâr hızı orta şiddetli olduğu görülmektedir.

Tarih	Zaman	PM10	SO2	Hava Sıcaklığı	Rüzgâr Yönü	Rüzgâr Hızı
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	Derece	m/s
02.04.2011	05:00	79	11	9,0	080	3,1
02.04.2011	06:00	114	10	10,6	080	3,1
02.04.2011	07:00	106	13	11,9		1,0
02.04.2011	08:00	123	10	13,0	250	3,1
02.04.2011	09:00	131	8	13,1	230	5,1
02.04.2011	10:00	144	7	12,9	250	6,7
02.04.2011	11:00	149	6	12,6	260	5,1
02.04.2011	12:00	164	7	12,0	230	3,1
02.04.2011	13:00	188	6	11,5	260	2,6
02.04.2011	14:00	250	5	10,9	250	2,6
02.04.2011	15:00	215	9	9,3	140	1,0
02.04.2011	16:00	222	12	10,4		2,1
02.04.2011	17:00	201	12	9,7	240	2,1
02.04.2011	18:00	214	17	7,6	030	1,5
02.04.2011	19:00	191	20	8,1		2,1
02.04.2011	20:00	230	14	8,1	080	4,6
02.04.2011	21:00	159	23	8,9	100	4,6
02.04.2011	22:00	214	20	8,3	110	4,6
02.04.2011	23:00	180	20	7,9	090	4,6
03.04.2011	00:00	178	13	8,0	080	4,1
03.04.2011	01:00	124	11	7,1	070	2,6
03.04.2011	02:00	118	10	5,9		0,5
03.04.2011	03:00	123	9	5,6	220	3,1
03.04.2011	04:00	106	9	6,5	240	4,1
03.04.2011	05:00	103	9	4,8	240	4,1
03.04.2011	06:00	129	8	4,6	250	1,5
03.04.2011	07:00	312	8	5,5	110	5,1
03.04.2011	08:00	314	6	7,9	300	2,6
03.04.2011	09:00	159	4	8,7	210	3,1
03.04.2011	10:00	34	4	8,6	260	3,6

Tablo-15 02.04.2011-03.04.2011 Tarihleri Arasında Erzurum İli SO2 ve PM10 ve Meteorolojik Verileri



Grafik-5 15.04.2011-18.04.2011 Tarihli Pm10 Ölçüm Grafiği

16/17.04.2011 tarihleri arasında PM10 iki gün boyunca artışlar olduğu görülmüş, bu artış 16.04.2011 tarihinde saat 05.00'da PM10'da 382 µg/m<sup>3</sup> pik değerine çıkmıştır. Hava sıcaklığı mevsim normallerinde, rüzgâr hızı orta şiddetli olduğu görülmektedir.

Tarih	Zaman	PM10	SO2	Hava Sıcaklığı	Ruzgar Yonu	Ruzgar Hızı
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	°C	Derece	m/s
15.04.2011	23:00	67	4	4,3	250	5,7
16.04.2011	00:00	99	5	4,6	250	5,7
16.04.2011	01:00	328	4	3,9	260	4,6
16.04.2011	02:00	367	4	4,5	230	1,5
16.04.2011	03:00	264	4	4,9	250	5,7
16.04.2011	04:00	219	5	5,5	250	5,7
16.04.2011	05:00	382	4	7,3	220	5,7
16.04.2011	06:00	317	6	7,6	230	5,7
16.04.2011	07:00	271	8	7,5	220	7,2
16.04.2011	08:00	280	5	9,0	230	6,7
16.04.2011	09:00	206	4	8,4	230	6,2
16.04.2011	10:00	147	3	9,0	220	6,7
16.04.2011	11:00	140	3	10,6	200	8,2
16.04.2011	12:00	126	3	10,6	210	7,2
16.04.2011	13:00	129	3	10,1	210	7,2
16.04.2011	14:00	161	3	9,1	230	4,6
16.04.2011	15:00	152	3	7,6	220	3,6
16.04.2011	16:00	128	3	6,7	230	3,1
16.04.2011	17:00	144	5	7,3	220	4,6
16.04.2011	18:00	148	9	4,7	200	5,7
16.04.2011	19:00	127	12	4,1		3,1
16.04.2011	20:00	110	11	4,6	220	4,1
16.04.2011	21:00	107	5	4,0	250	3,1
16.04.2011	22:00	56	2	3,8	300	3,1

Tablo-16 02.04.2011-03.04.2011 Tarihleri Arasında Erzurum İli SO2 ve PM10 ve Meteorolojik Verileri



Resim-8 Palandöken İlçesinde Hafriyat Alınan Bölgenin Uydu Görüntüsü

02-03 Nisan 2011 ve 16 Nisan 2011 tarihlerinde gün içerisinde uzun süreli sıçramaların olduğu, meteorolojik veriler incelendiğinde havanın sıcak ve rüzgârlı olduğu görülmektedir. Hava sıcaklıklarının artmasıyla ısınmasıyla minimum düzeylere indiği bilinmektedir. Bu iki tarih incelendiğinde PM10' da her saat piklerin olduğu SO2'nin de minimum seviyelerde seyrettiği görülmüştür. Çevre illerin hava kirlilik durumları incelenmiş ve bu illerde herhangi bir artış tespit edilemediği, hava akımları incelendiğinde uzaklardan bir taşınım olmamıştır. Rüzgâr yönleri her iki sıçramada da aynı yönden geldiği göz önünde bulundurulduğunda yapılan araştırmada, Büyükşehir Belediyesinden alınan bilgiye göre yukarıdaki resimde de görüldüğü üzere, ölçüm istasyonumuza kuş uçuşu 500 m uzaklıktaki İmar İskân konutlarının o tarihlerde büyük bir kısmının yıkımının gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Kirliliğin bu nedenden kaynaklandığı düşünülmektedir.

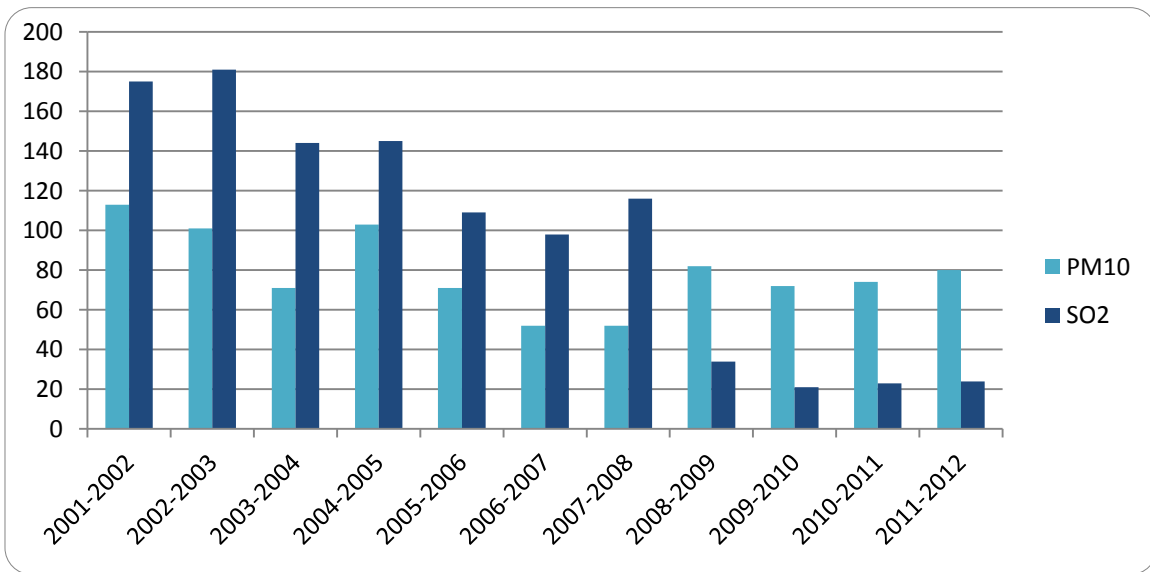
### Hava Kalitesi Parametreleri

Dünya Sağlık Örgütü(WHO) ve Avrupa Birliğinin(AB) kirleticiler için oldukça sıkı hava kalitesi limit değerleri mevcuttur. Ülkemizde de Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre hava kalitesi limit değerleri yıllar itibariyle kademeli olarak azaltılarak, kirletici bazında belirlenen tarihlere kadar AB limit değerlerine ulaşılması hedeflenmektedir.

### Ortalamalar -Tablo ve Şekiller

ERZURUM İLİ 2001-2012 YILLARI KIŞ DÖNEMİ PM10 VE SO <sub>2</sub> ORANLARI				
KIŞ DÖNEMİ	PM10 Limit Değer		SO <sub>2</sub>	Limit Değer
2001-2002	113	200	175	250
2002-2003	101	200	181	250
2003-2004	71	200	144	250
2004-2005	103	200	145	250
2005-2006	71	200	109	250
2006-2007	52	200	98	250
2007-2008	52	200	116	250
2008-2009	82	200	34	250
2009-2010	72	178	21	225
2010-2011	74	156	23	200
2011-2012	80	134	24	175

Tablo-17 2001-2012 Yılları Kış Dönemi PM10 Ve So2 Tablosu

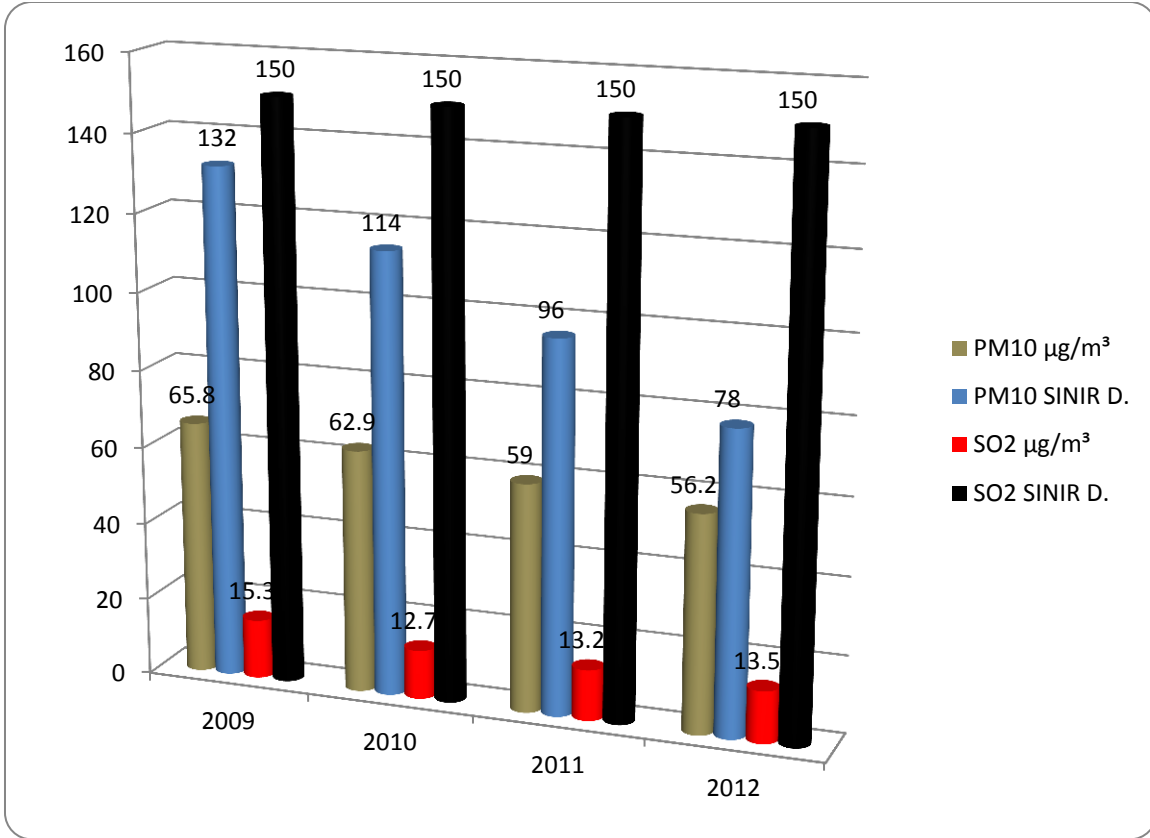


Grafik-6 2001-2012 Yılları Kış Dönemi Pm10 Ve So2 Grafiği

2009-2012 YILLARI PM10 ve SO<sub>2</sub> SINIR DEĞERLERİ VE ÖLÇÜMLERİ

Tarih	PM10 µg/m <sup>3</sup>	SINIR DEĞER	Tarih	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	SINIR DEĞER
2009	65,8	132	2009	15,3	150
2010	62,9	114	2010	12,7	150
2011	59,0	96	2011	13,2	150
2012	56,2	78	2012	13,5	150

Tablo-18 2009-2012 Yılları PM10 Ve So2 Sınır Değerleri Ve Ölçüm Tablosu

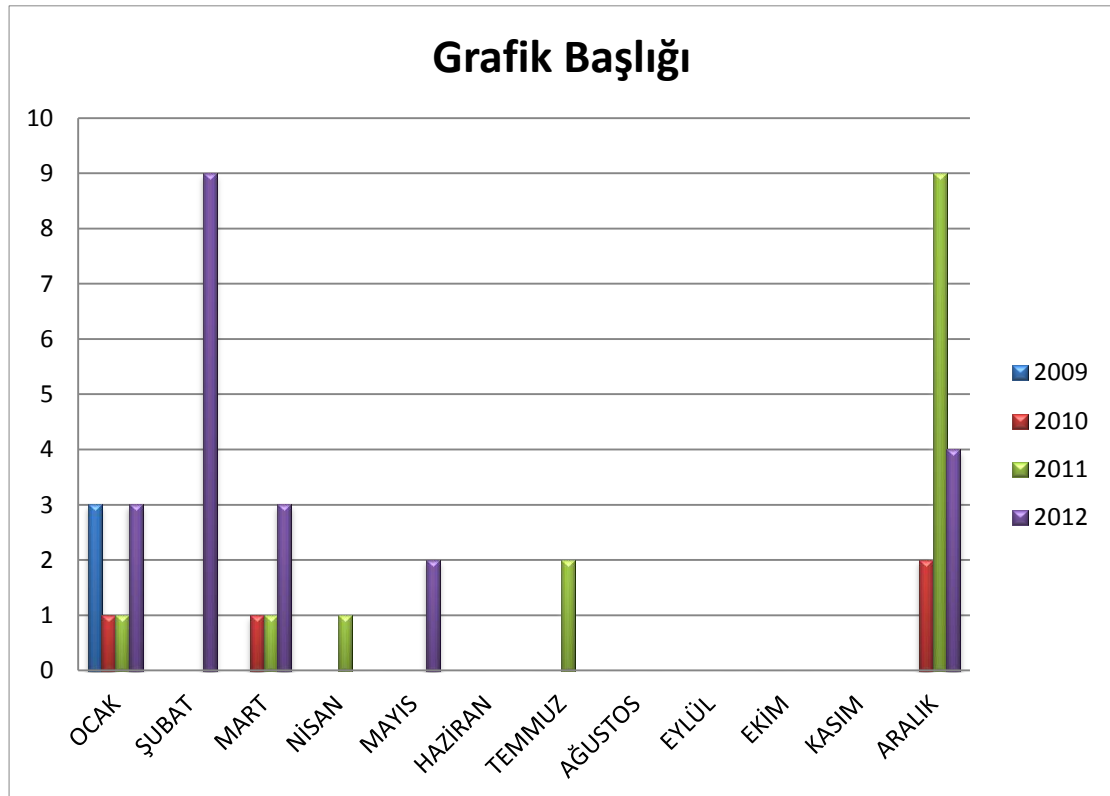


Grafik-6 2009-2012 Yılları PM10 Ve SO<sub>2</sub> Sınır Değerleri Ve Ölçüm Grafiği

## Parametrelerin Aşımaları – Tablo ve Şekiller

PM10 YILLARA GÖRE SINIR DEĞER AŞIM TABLOSU														
Sınırlar	YIL	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	Toplam
260	2009	3												3
220	2010	1		1									2	4
180	2011	1		1	1			2					9	14
140	2012	3	9	3		2							4	21

Tablo-19 PM10 Yıllara Göre Sınır Değer Aşım Tablosu

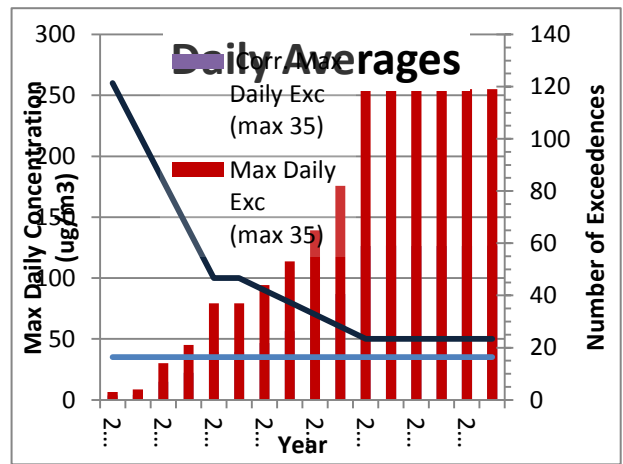
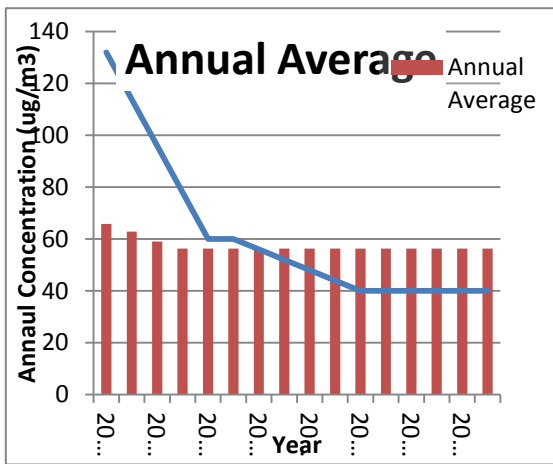


Grafik-7 PM10 Yıllara Göre Sınır Değer Aşım Grafiği

## Tahmin

Monitoring Site		ERZURUM													
Year	Data Capture Year	Data Capture Winter	Annual Average	Annual Limit Value	Winter Average	Winter Limit Value	Max Daily Value	Max Daily Exc (max 35)	Corr. Max Daily Exc (max 35)	Alert 1 260	Alert 2 400	Alert 3 520	Alert 4 650	50P	90P
2009	83%	74%	65,8	132	80,1	178	260,0	3	4	3	0	0	0	55,2	110,3
2010	95%	95%	62,9	114	76,3	156	220,0	4	4	2	1	0	0	52,7	108,6
2011	95%	95%	59,0	96	74,0	134	180,0	14	15	5	0	0	0	45,0	114,1
2012	94%	95%	56,2	78	71,3	112	140,0	21	22	6	1	1	0	40,7	102,9
2013	94%	95%	56,2	60	71,3	90	100,0	37	39	6	1	1	0		
2014	94%	95%	56,2	60	71,3	90	100,0	37	39	6	1	1	0		
2015	94%	95%	56,2	56			90,0	44	47	6	1	1	0		
2016	94%	95%	56,2	52			80,0	53	56	6	1	1	0		
2017	94%	95%	56,2	48			70,0	65	69	6	1	1	0		
2018	94%	95%	56,2	44			60,0	82	87	6	1	1	0		
2019	94%	95%	56,2	40			50,0	119	126	6	1	1	0		
2020	94%	95%	56,2	40			50,0	119	127	6	1	1	0		
2021	94%	95%	56,2	40			50,0	119	126	6	1	1	0		
2022	94%	95%	56,2	40			50,0	119	126	6	1	1	0		
2023	94%	95%	56,2	40			50,0	119	126	6	1	1	0		
2024	94%	95%	56,2	40			50,0	119	127	6	1	1	0		

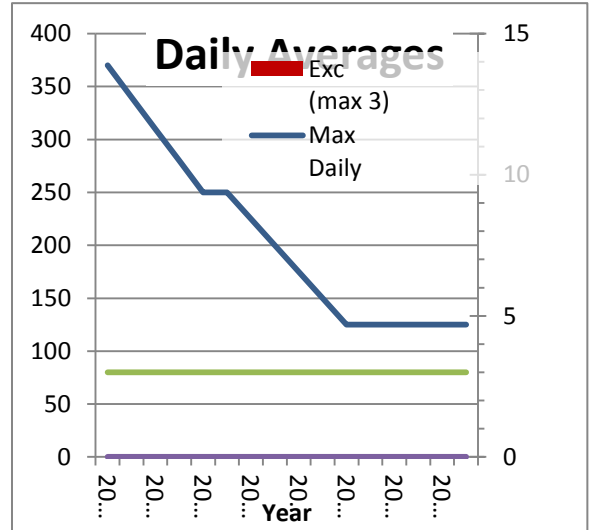
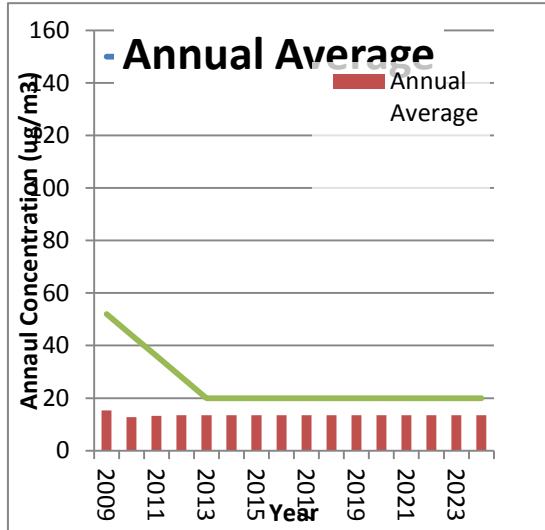
Tablo-20 2009-2024 PM10 Yıllara Göre Günlük Sınır Değer Aşım Tablosu



Grafik-8 Yıllara Göre PM10 Yıllık ve Günlük Aşım Grafiği

Monitoring Site			ERZURUM													
Year	Data Capture Year	Data Capture Winter	Annual Average	Limit Value Human Health	Limit Value Eco Systems	Winter Average	Limit Value Winter Average	Max Daily	Exc (max 3)	Corr Exc (max 3)	Alert 1 260	Alert 2 400	Alert 3 520	Alert 4 650	50P	90P
2009	97%	97%	15,3	150	52	26,6	225	370	0	0	0	0	0	0	4,4	34,5
2010	97%	96%	12,7	150	44	19,0	200	340	0	0	0	0	0	0	7,7	25,7
2011	98%	98%	13,2	150	36	22,8	175	310	0	0	0	0	0	0	4,4	37,3
2012	96%	97%	13,5	150	28	19,7	150	280	0	0	0	0	0	0	7,7	28,3
2013	97%	97%	13,5	150	20	19,7	125	250	0	0	0	0	0	0		
2014	97%	97%	13,5		20	19,7	20	250	0	0	0	0	0	0		
2015	97%	97%	13,5		20			225	0	0	0	0	0	0		
2016	96%	97%	13,5		20			200	0	0	0	0	0	0		
2017	97%	97%	13,5		20			175	0	0	0	0	0	0		
2018	97%	97%	13,5		20			150	0	0	0	0	0	0		
2019	97%	97%	13,5		20			125	0	0	0	0	0	0		
2020	96%	97%	13,5		20			125	0	0	0	0	0	0		
2021	97%	97%	13,5		20			125	0	0	0	0	0	0		
2022	97%	97%	13,5		20			125	0	0	0	0	0	0		
2023	97%	97%	13,5		20			125	0	0	0	0	0	0		
2024	96%	97%	13,5		20			125	0	0	0	0	0	0		

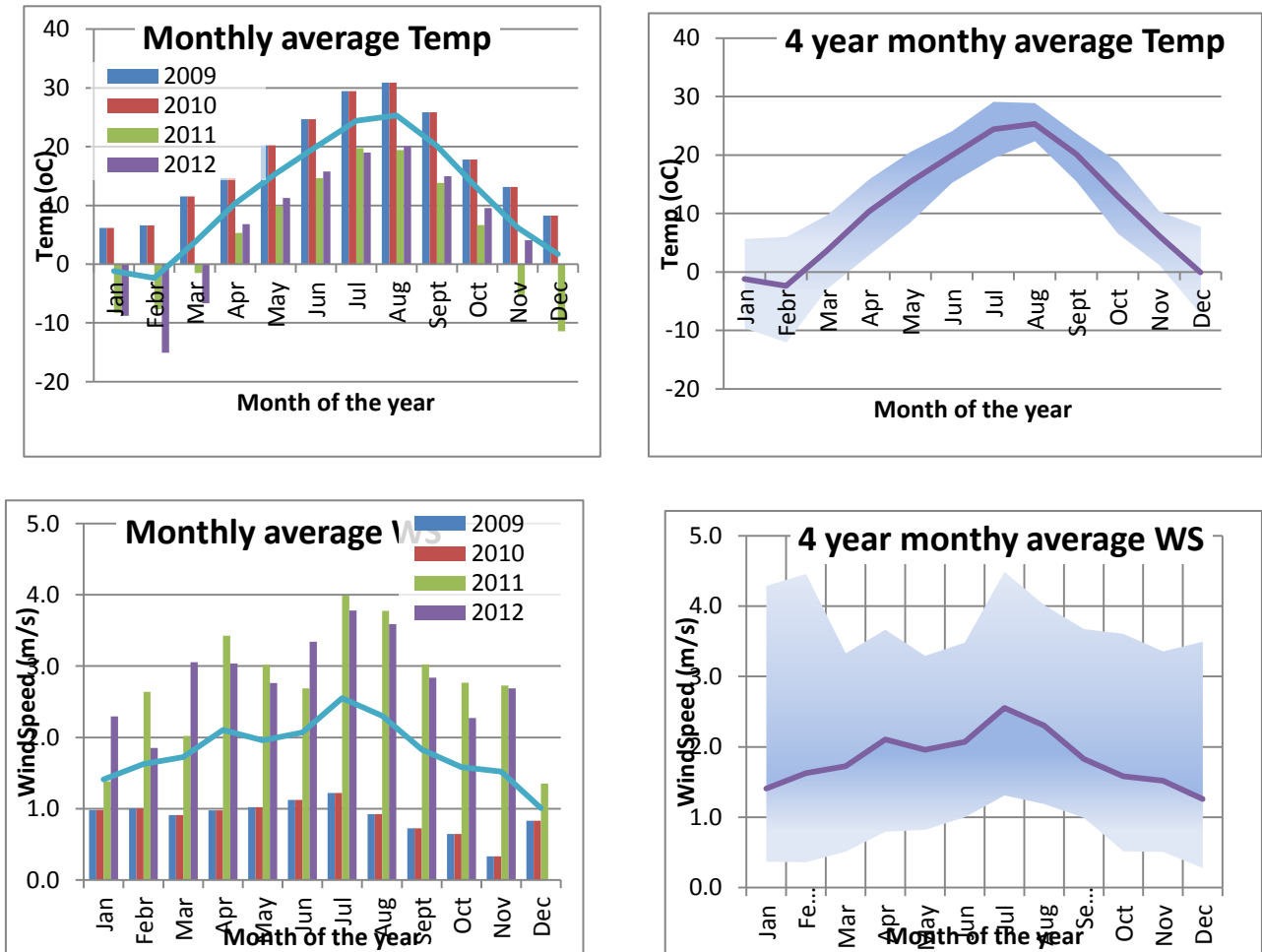
Tablo-21 2009-2024 SO<sub>2</sub> Yıllara Göre Günlük Sınır Değer Aşım Tablosu



Grafik- 9 Yıllara Göre PM10 Yıllık ve Günlük Aşım Grafiği

Monitoring Site		ERZURUM							
Meteo		Temperature			Wind Speed				
Data Capture Year	Annual Average	Min Annual Average	Max Annual Average	Data Capture Year	Annual Average	Min Annual Average	Max Annual Average		
2009	100%	17,5	-1,1	34,4	92%	0,9	0,2	2,9	
2010	100%	17,5	-1,1	34,4	92%	0,9	0,2	2,9	
2011	100%	4,7	-23,3	25,1	100%	2,7	0,2	7,7	
2012	100%	5,6	-26,9	24,3	100%	2,8	0,5	6,5	

Tablo-22 2009-2012 Yıllara Göre Meteorolojik Veri Tablosu



Grafik-10 2009-2012 Yıllara Göre Meteorolojik Veri Grafiği

## Özel Kirlilik Durum/Olaylarının Tanımlanması Ve Miktarının Belirlenmesi

Kaynaklara ilişkin yüksek sıçramalar, episotlar ve açıklamaların Değerlendirilmesi

## 2011 Yılı Hava Kirliliği Ölçüm Sıçramaları

Monitoring Site / Year		ERZURUM 2011									
StartDate	4.11.13 15:07										
NumberOf records	29				Total Duration	4.65 %	Total Explained	13.18%			
Peak											
Start	Data	End	Date	Sum	Max	Durat ion	Aver age	Fac tor	% Contr	Remarks	
				ug.hr/ m3	ug/ m3	hr	ug/m 3				
1	139	6.01.11 18:00	146	7.01.11 1:00	969	321	8	121.1	2.0	0.19%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
2	306	13.01.11 17:00	314	14.01.11 1:00	1186	326	9	131.8	2.2	0.24%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
3	325	14.01.11 12:00	339	15.01.11 2:00	3177	531	15	211.8	3.5	0.64%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
4	513	22.01.11 8:00	519	22.01.11 14:00	895.5	276	7	127.9	2.1	0.18%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
5	1579	7.03.11 18:00	1608	8.03.11 23:00	6434	864	30	214.5	3.6	1.29%	IRAKTAN GELEN TOZ BULUTU
6	2191	2.04.11 6:00	2218	3.04.11 9:00	3279	314	28	117.1	2.0	0.66%	İNŞAAT HAFRİYAT KAYNAKLI KİRLİLİK
7	2522	16.04.11 1:00	2542	16.04.11 21:00	2625.5	382	21	125.0	2.1	0.53%	İNŞAAT HAFRİYAT KAYNAKLI KİRLİLİK
8	7051	21.10.11 18:00	7057	22.10.11 0:00	794	294	7	113.4	1.9	0.16%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
9	7075	22.10.11 18:00	7081	23.10.11 0:00	664	209	7	94.9	1.6	0.13%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
10	7841	23.11.11 16:00	7848	23.11.11 23:00	1230	431	8	153.8	2.6	0.25%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
11	8071	3.12.11 6:00	8094	4.12.11 5:00	2221	252	24	92.5	1.5	0.45%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
12	8096	4.12.11 7:00	8116	5.12.11 3:00	4780	665	21	227.6	3.8	0.96%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
13	8272	11.12.11 15:00	8290	12.12.11 9:00	4473	407	19	235.4	3.9	0.90%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
14	8293	12.12.11 12:00	8306	13.12.11 1:00	2312	575	14	165.1	2.8	0.46%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
15	8438	18.12.11 13:00	8449	19.12.11 0:00	1960	427	12	163.3	2.7	0.39%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
16	8466	19.12.11 17:00	8473	20.12.11 0:00	1170	389	8	146.3	2.4	0.23%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
17	8489	20.12.11 16:00	8495	20.12.11 22:00	658.5	225	7	94.1	1.6	0.13%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
18	8673	28.12.11 8:00	8696	29.12.11 7:00	4088	719	24	170.3	2.9	0.82%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
19	8697	29.12.11 8:00	8714	30.12.11 1:00	4456	579	18	247.6	4.1	0.89%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
20	8417	17.12.11 16:00	8421	17.12.11 20:00	821.5	366	5	164.3	2.8	0.16%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
21	8392	16.12.11 15:00	8406	17.12.11 5:00	1290	227	15	86.0	1.4	0.26%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
22	8371	15.12.11 18:00	8379	16.12.11 2:00	735	230	9	81.7	1.4	0.15%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
23	8336	14.12.11 7:00	8351	14.12.11 22:00	2525	344	16	157.8	2.6	0.51%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
24	8200	8.12.11 15:00	8209	9.12.11 0:00	1226	319	10	122.6	2.1	0.25%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
25	8168	7.12.11 7:00	8186	8.12.11 1:00	4311.5	431	19	226.9	3.8	0.86%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
26	8144	6.12.11 7:00	8162	7.12.11 1:00	4318	593	19	227.3	3.8	0.87%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK
27	8120	5.12.11 7:00	8138	6.12.11 1:00	3565.5	406	19	187.7	3.1	0.71%	ISINMA VE TRAFİKTE KAYNAKLANAN KİRLİLİK

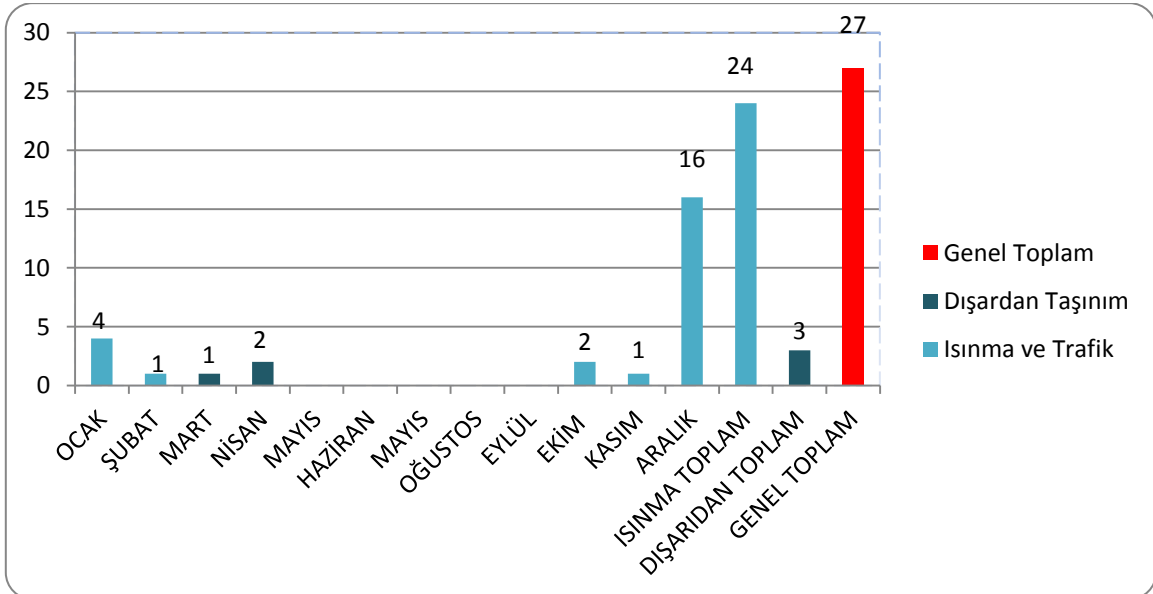
Tablo-23 2011 Yılı Hava Kirliliği Ölçüm Sıçramaları Tablosu

## Çeşitli kaynakların toplamı

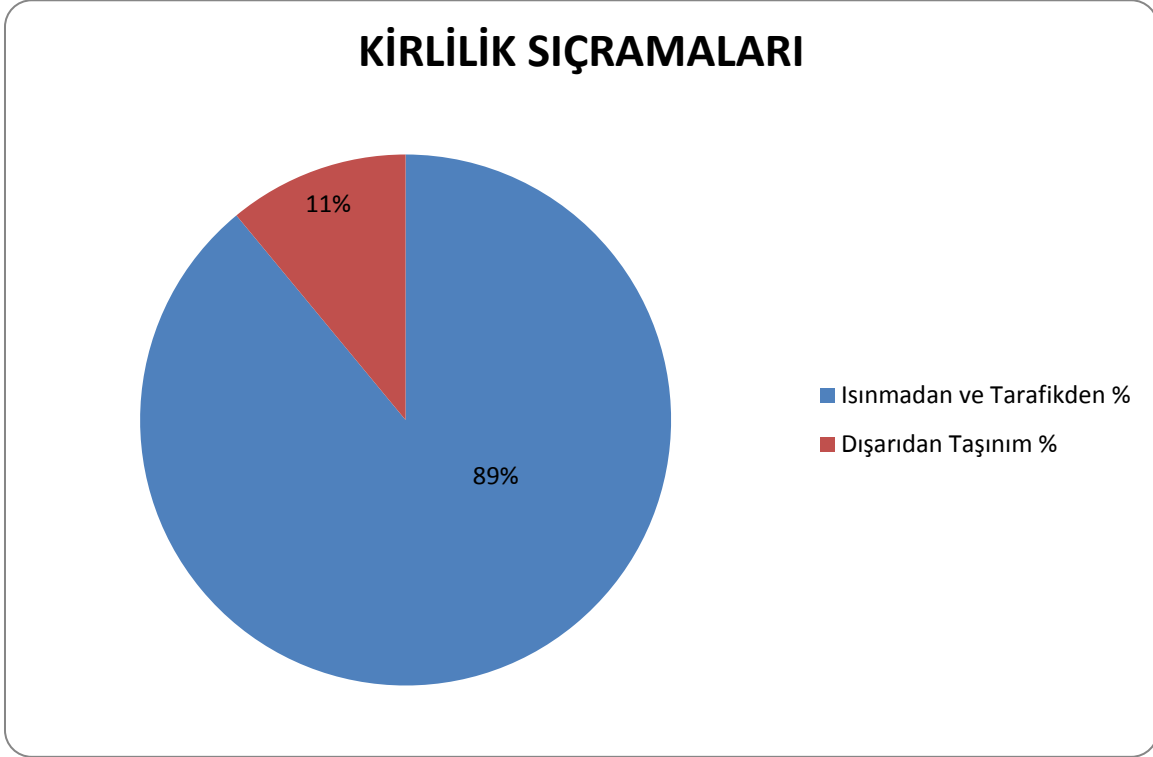
Tabloda belirtilen 27 adet aşımardan 2 tanesi inşaat hafriyatı, 1 tanesi de Iraktan gelen toz bulutundan kaynaklandığı görülmektedir. Bunun dışında kalan aşımaların ise ısınma ve trafikten kaynaklandığı görülmüştür.

YIL 2011	SIÇRAMA SAYISI
OCAK	4
ŞUBAT	
MART	1
NİSAN	2
MAYIS	-
HAZİRAN	-
TEMMUZ	-
AĞUSTOS	-
EYLÜL	-
EKİM	2
KASIM	1
ARALIK	17
GENEL TOPLAM	27

Tablo-24 2011 Yılı Sıçrama Tablosu



Grafik-11 2011 Yılı Sıçrama Grafiği



Grafik-12 2011 Yılı Kirlilik Sıçrama Grafiği

## SONUÇ

Hava Kirlleticilerinin Kaynakları Genel olarak doğal ve yapay kaynaklar olarak iki sınıfa ayrılır. Hava kirliliği kaynaklarından asıl kirlilik problemleri oluşturan grup yapay kaynaklardır.

**Doğal kaynaklar:** Çöl fırtınaları ile taşınan partikül maddeler, orman yangınları ile oluşan gaz ve partikül kirleticiler, okyanus ve denizlerden atmosfere karışan sıvı damlacıklar, volkan patlamalarından kaynaklanan büyük kül bulutları ve gaz kirleticiler, bitkilerden atmosfere atılan organik bileşikler doğal hava kirliliği kaynaklarıdır. Doğal kaynaklardan çıkan emisyonlar taşınım yoluyla hava akımlarının geçtiği yerleşim yerlerinde ciddi boyutta kirlilikler oluştururlar.

**Yapay Kaynaklar:** Tümüyle insan faaliyetleri olarak bilinen bu kaynaklar farklı gruplandırmalar çerçevesinde incelenebilmektedir. En yaygın gruplandırma şekli, sabit kaynaklar ve hareketli kaynaklardır. Diğer sabit kaynak sınıfı ise evsel ısınma maksatlı yakıt yakılmasıdır. Her iki grubun (sanayi ve evsel kaynaklar) ortak bileşeni, enerji ihtiyacının karşılanması için fosil yakıtlar dediğimiz odun, kömür ve petrol ürünlerinin (fueloil, mazot, doğalgaz) yakılmasıdır. Sanayi tesislerinin asıl önemli kirleticileri ise, her sanayi prosesine özgü olarak oluşan proses emisyonlarıdır. Bu itibarla ortaya çıkan iki ana kirlilik şekli kentsel ve sanayi kaynaklı hava kirliliği olarak da incelenmektedir. Yapay kaynakların diğer grubu ise hareketli kaynaklar olarak adlandırılan motorlu kara taşıtları, gemiler, trenler ve uçaklardan oluşmaktadır. Açıktır ki bu grup içerisinde önemli paya sahip olan motorlu kara taşıtlarıdır.

Motorlu kara taşıtları da ağırlıklı olarak kentlerde yoğunlaştığı için kentsel hava kirliliği içerisinde son yıllarda daha da artan paya sahip olmaktadır. Bizler ise 3 çalışma grubu olarak İlimizdeki mevcut durumu bu başlıklar altında incelemek, izleme verileriyle hava kirliliğinin hangi boyutlarda olduğunu görmek, emisyon hesaplamalarıyla mevcut kirliliğin hangi sektörlerden kaynaklandığını bulmak ve kirlilik haritalarıyla öncelikli yerleri tespit ederek çözümler konusunda yol haritamızı çizmektir.

Hava kalitesi İzleme verileri incelendiğinde; İlimizde Özellikle sabah 06,00-10.00 ve akşam 18.00-21.00 saatleri, ısınmada kullanılan kazanlarda yakılan yakıtların ilk ateşleme ve yüklemenin devam ettiği saatlerdir. Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonumuzdan alınan verilere bakıldığında, Partikül Madde ve SO<sub>2</sub> emisyon ölçümlerinde sıçramaların olduğu zaman dilimi yukarıda belirttiğimiz yakma saatlerine denk geldiği açıkça görülmektedir. Ayrıca meteorolojik veriler incelendiğinde hava sıcaklığının çok düşük olduğu günlerde emisyon ölçümlerinde çok ciddi artışlar yaşanmaktadır. Havaların aşırı soğuması, ısınmada kullanılan yakıtların artmasına neden olmaktadır. Buda yakıtlardan çıkan emisyon miktarlarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle kış mevsiminde sıcaklık ortalamalarının en düşük olduğu kışım, aralık, ocak ve şubat aylarında kısa vadeli sınır değer aşımaları yaşanmaktadır.

İlimizde Trafığe çıkan motorlu taşıtlarda yoğunluk sabah 07.00-09.00 ve akşam 17.00-20.00 saatleri arasında yaşanmaktadır. Motorlu taşıtlardan çıkan Partikül madde ve SO<sub>2</sub> emisyonları özellikle ana cadde, kavşak ve karayolları etrafında önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Ayrıca yer seviyesindeki bu emisyonların dispersiyonu da güç olmaktadır. Araçlardan kaynaklanan bu emisyonların miktarı; aracın yaşı, motorun çalışma devri, çalışma sıcaklığı, ortam sıcaklığı, ortam basıncı, yakıt türü ve kalitesi gibi parametrelere bağlıdır. Trafikte seyreden motorlu taşıtlardan salınan emisyonlar, ısınmadan kaynaklanan emisyonların salınımıyla aynı saatlere denk gelmesi hava kirliliği parametrelerde sıçramalara ve saatlerce yoğun kirlilik yaşanmasına çok ciddi katkı sağladığı açıkça görülmektedir.

Sanayi tesislerinde endüstriyel proses ve yanma 24 saat ve yılın tamamında devam ettiği düşünüldüğünde hava kirliliğine katkısı günün her saatinde olması gerekmektedir. Hava kirliliği ölçüm istasyonumuzun verileri incelendiğinde; ilimizdeki sanayi tesislerinin azlığı ve şehir merkezine uzaklığı bilindiğinden kirliliğine etkisi yoktur. Eğer olsaydı sanayiden kaynaklanan kirlilik, hava kalitesi ölçümlerine günün her saatinde de yansıdığı açıkça görülebilirdi.

Sonuç olarak; Avrupa Birliği kısa vadeli sınır değerlerinin yılda en fazla 35 kez aşılabileceği, ilimizde ise 2013 yılından itibaren PM10'da 35 sınırının aşılmasına başlayacağı görülmektedir. İzleme verilerine göre kısa vadeli sınır değerler her yıl kademeli olarak düşürüldüğünden 2019 yılından itibaren PM10'da (partikül madde) yılda 119 kez aşımalar yaşanacağı anlaşılmaktadır. Yılda 365 gün olduğuna göre bu aşımaların boyutunu sizlerin taktirine bırakıyoruz.

## Emisyon Envanteri

### Seçilen Kaynaklar

#### Hangi Kaynak Kategorileri Seçilmiştir Ve Neden?

---

Erzurum'da hava kirliliğine neden olabilecek kaynaklar için evsel ısınma, trafik ve sanayi emisyonları seçilmiştir. Emisyon envanterleri oluşturmak için;

Evsel ısınmada yakılan kömürlerin ve doğalgazın kullanım miktarları ve bu yakıtlara ait kalorifik değerleri ve analiz sonuçları hakkında detaylı bilgi, konut sayıları hakkında envanter oluşturulmuştur.

Trafikte seyreden araçların; araç tipi, yakıt türü, şehirdeki yıllık gittikleri yol mesafeleri ve tükettikleri yıllık yakıt miktarları, emisyon faktörleri hakkında envanter oluşturulmuştur.

Sanayi tesislerinin; emisyon raporlarında yer alan genel bilgiler ve emisyon ölçümleri kaynak ve emisyon faktörleri hakkında envanter oluşturulmuştur.

Aşağıda emisyon hesaplamalarında her sektör için detaylı bilgilere ayrıca yer verilmiştir.

İhtiyaç duyulan emisyon verilerin toplanması amacıyla;

- Palen Enerji Doğalgaz Dağıtım End. Ve Tic. A.Ş. (Dağıtım Şirketi) den; doğalgaz merkezi ve bireysel tüketim miktarları, merkez ilçelere göre abone sayıları alınmıştır.
- Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğünden ilimizde kirlilik yapabilecek tesislerin tespitinde kullanılmak üzere sanayi tesislerinin listesi alınmıştır.
- İl Emniyet Müdürlüğünden; trafikte seyreden araç sayıları cinsleri ve yakıt türleri istenmiş ve TÜİK verileriyle karşılaştırılmıştır.
- Erzurum Büyükşehir Belediye Başkanlığından; Ulaşım Dairesi Başkanlığı tarafından uzman kuruluşlara yaptırmış olduğu Ulaşım Ana Planından kavşak sayımlarından trafikte seyreden araçların yoğunluğu, cinsleri ve yakıt türleri tespit edilmiştir. Ayrıca İmar ve Şehircilik Başkanlığına bağlı numarator birimlerinden emisyon envanteri için Merkeze bağlı ilçelerde hanelerin, resmi kurumların ve özel işyerlerinin sayıları alınmıştır.
- TÜİK Kurumu ve Türkiye İstatistik Kurumu bağlı Erzurum Bölge Müdürlüğünden; ilimizdeki merkez nüfus ve trafikteki araç sayıları alınarak sürüm envanterinde kaynak olarak kullanılmıştır.
- Büyükşehir Belediye sınırları içerisinde Merkez İlçe Belediye Başkanlıklarından; emisyon envanterinde faydalanmak üzere ilçelerindeki bina, hane ve işyerleri sayıları ve bu yerlere ait yakıt ve yakma sistemlerine ait bilgiler istenmiştir.

- Kurumumuz bünyesindeki diğer Şube Müdürlüklerinden; Emisyon envanterinde kullanılmak üzere Sanayi tesisleri ve bu tesislere ait proses bilgileri, koordinatları, emisyon miktarları, yakıt miktarları ve cinsleri alınmıştır.
- EPDK' dan İlimize satışı yapılan araç yakıtlarının yıllara göre toplam miktarları alınmıştır.

Ayrıca;

- Yukarıda adı geçen kurumlarla resmi yazışmalar yapılmış, kurum ve kuruluş temsilcileriyle bire bir görüşmeler yapılmış mevcut veriler birlikte değerlendirilmiştir;
- Yine İlimizde hizmet veren Yetkili Servislere gidilerek Trafik Aktivite verileri için kendilerinden destek talep edilmiş, ihtiyaç duyulan veriler alınmıştır.
- Isınma Aktivite Verileri ve Trafik Aktivite Verileri elde edilmiştir.
- Kent Merkezinde Kirletici Vasfı Yüksek olan tesisler bulunmadığından dolayı Sanayi Aktivite Verilerinden sadece yüksek ölçekli olan Aşkale Çimento Fabrikası ve Erzurum Şeker fabrikasının yetkilileriyle görüşülmüş emisyon raporlarından yola çıkılarak emisyon miktarları çıkarılmıştır.

## *Sanayi*

### Veriyi sağlayan veri kaynakları

İlimizde merkezinde sanayi tesislerinin olması nedeniyle, bunlardan atmosfere verilen emisyonların il merkezine hava kirliliği üzerindeki etkisi hiç yok denecek kadar azdır. İlimizde en büyük sanayi tesislerinden olan çimento alanında; Aşkale ilçemizde kurulan Aşkale Çimento fabrikası ve gıda sektöründe; Palandöken sınırları içerisinde bulunan Erzurum şeker fabrikası seçilmiş ve emisyon envanterinde sanayi kısmında yer verilmiştir.

Sanayi kaynaklı emisyonla ilgili detaylı bilgi İl Müdürlüğümüzün envanterinde bulunan tesislerle ilgili 2012 yılı emisyon raporlarından toplanmıştır. Bu sanayi tesislerinde Çevre konularından sorumlu teknik personelden tesislerin yıllık toplam çalışma süresi, yakıt cinsleri ve toplam yakıt miktarlarına ait bilgiler alınmış ve bilgiler doğrultusunda SO<sub>2</sub>,NOX ve PM<sub>10</sub> emisyonları toplam miktarları çıkarılmıştır.

## Emisyon Faktörü Seçimi, Aktivite Değerlendirmesi

Endüstriyel Yakma ve Endüstriyel Proses Kaynaklı Emisyonların Hesaplanması:

Emisyon Faktörleri		
Kirletici	Sektör	Birim
<b>PM10</b>		
Kireç Üretimi	kg/kton	0.24
Çimento Üretimi	g/ton	200
Soda Külü Üretimi	kg/kton	0.08
Taş Ocakları-Çıkarma	g/kton	0.04
Taş Ocakları-Depolama- Elleçleme-Taşıma	g/kton	5
Cam Üretimi	g/kton	270
Amonyum Sülfat Üretimi	kg/ton	48
Amonyum Nitrat Üretimi	kg/ton	160
Üre Üretimi	kg/ton	1.2
Amonyum Fosfat Üretimi	kg/ton	240
Diğer Kimyasalların Üretimi	kg/ton	50
Demir-Çelik Üretimi	kg/kton	180
Demir-Alaşımları	kg/ton	0.8
Aluminyum Üretimi	kg/ton	2.0
Bakır Üretimi	kg/ton	0.32
Kurşun Üretimi	kg/ton	0.40
Nikel Üretimi	kg/ton	0.5
Çinko Üretimi	kg/ton	0.40
Diğer Metallerin Üretimi	kg/kton	0.6
Kağıt Üretimi	kg/ton	0.8
Odun İşleme-Mobilya	kg/kton	0.8
<b>NO<sub>x</sub></b>		
Nitrik Asit Üretimi	kg/kton	10.0-
Amonyak Üretimi	kg/ton	1.0
Aluminyum Üretimi	kg/ton	1.0
Kağıt Üretimi	kg/ton	1.0
<b>SO<sub>2</sub></b>		
Nikel Üretimi	kg/ton	18.0
Alüminyum Üretimi	kg/ton	6.0
Kağıt Üretimi	kg/ton	2.0
Sülfürik Asit Üretimi	kg/kton	7.0

Tablo-25 Sanayi Emisyon Faktörleri Tablosu

## Kaynaklar Konusunda Özel Bilgi

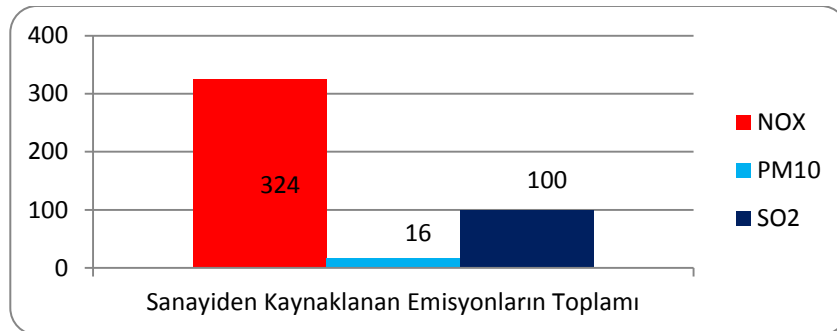
EMİSYON ÖLÇÜMLERİNDEN ALINAN VERİLER 2011 YILI (DİĞER YILLARA AİT ÖLÇÜMLERİN 2011 YILINDA AYNI OLDUĞU VARSAYILMIŞTIR.) Sanayi Sektörü: Nokta ve Alan Kaynaklar																					
Firma No	Tesisin ismi	Firma Sektörü	Kaynak Tipi	Baca No	Baca yüksekliği (m)	X - Koordinatı	Y - Koordinatı	Tesisin yıllık çalışma	NOx emisyonu (kg/saat)	SOx emisyonu (kg/saat)	PM10	NOx emisyonu	SOx emisyonu (kg/yıl)	PM10 emisyonu	Gaz debisi (Nm <sup>3</sup> /san)	Baca Gazı Hızı (m/san)	Baca gazı sıcaklığı (°K)	Dış ortam sıcaklığı (°K)	Isı içeriği <sup>2</sup> (MW)	Kaynak	
	Aşkale Çimento																				
	Erzurum Şeker																				

Tablo-26 Sanayi Sektörü Nokta ve Alan Kaynaklar Emisyon Tablosu

Kırmızı renkle işaretlenmiş bölümdeki emisyon değerleri ölçüm raporlarından elde edilen değerler olup sarı renkli bölümde verilen değerler ise çalışma süreleri göz önünde bulundurularak hesaplanan değerlerdir. Veriler gizlilik sebebiyle rapora eklenmemiştir.

Emisyonların Alt Toplamı

Sanayi Emisyon Ton/Yıl	
NO <sub>x</sub>	324
PM10	16
SO <sub>2</sub>	100

Tablo-27 Sanayide NO<sub>x</sub>, PM10, SO<sub>2</sub> Emisyon TablosuGrafik-13 Sanayide NO<sub>x</sub>, PM10, SO<sub>2</sub> Emisyon Grafiği

## Evsel Isınma

### Veriyi Sağlayan Veri Kaynakları

Evsel ısınma aktivite verisini; Konut sayılarını Erzurum Büyük Şehir Belediye Başkanlığına bağlı İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığının Numaratör birimi, Merkez İlçe Belediye Başkanlıkları, Türkiye İstatistik Kurumu bağlı Erzurum Bölge Müdürlüğünden, Palen Doğalgaz A.Ş. 'den alınmıştır.

### Tanımlanan Alt Kategoriler

Yakıt miktarları; İthal kömürde yapılan araştırmalar neticesinde konut başına 2 ton hesaplanarak çıkarılmıştır. Yerli kömürler Merkez İlçe Kaymakamlıklarına bağlı Sosyal Yardımlaşma Vakıflarından miktarları alınmıştır. Doğalgaz miktarları Palen Doğalgaz A.Ş. tüketim envanterlerinden sağlanmıştır.

### Emisyon Faktörleri Seçimi

İlimize ısınma amaçlı gelen İthal ve yerli kömürlerden İl Müdürlüğümüz teknik elemanlarınca rutin denetimler neticesinde kömür numuneleri alınmaktadır. Bu kömürler kontrol amaçlı Akreditasyon belgesine sahip laboratuvarlarda analizleri yaptırılmaktadır. Analiz sonuçları ve evsel ısınma yakıt emisyon hesaplamaları için EMEP/EPA Emisyon Envanteri Rehber 2010 kitabında yer alan NO<sub>x</sub>,SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> birim oranları alınmış, bu veriler tablolar şeklinde aşağıya çıkarılmıştır.

#### Isınma Amaçlı İthal Taşkömürü Özellikleri

Özellikler	Sınırlar	Ortalama Değer
<b>Toplam Kükürt (kuru bazda)</b>	En çok. % 0,9 (+0,1 tolerans)	<b>0,29</b>
<b>Alt Isıl Değer (kuru bazda)</b>	: En az 6400 Kcal/kg (- 200 tolerans)	<b>7.085</b>
<b>Uçucu Madde (kuru bazda)</b>	: % 12-31 (+2 tolerans)	<b>19,71</b>
<b>Toplam Nem (orijinalde)</b>	: En çok % 10 (+1 tolerans)	<b>3,83</b>
<b>Kül (kuru bazda)</b>	: En çok %16 (+2 tolerans)	<b>10,29</b>
<b>Boyut* (satışa sunulan)</b>	: 18-150 mm ( en çok ±% 10 tolerans)	

Tablo-28 Isınma Amaçlı İthal Taş Kömürü Özellikleri Tablosu

#### Sınır Değerlerinin Aşıldığı İl ve İlçelerde Kullanılacak Yerli Kömürlerin Özellikleri

Yerli Kömürlerin Özellikleri	Sınırlar	Ortalama Değer
<b>Toplam Kükürt (kuru bazda)</b>	: En çok % 2	<b>1,19</b>
<b>Alt Isıl Değer (kuru bazda)</b>	: En az 4800 Kcal/kg (-200 tolerans)	<b>5.517</b>
<b>Toplam Nem (orijinalde)</b>	: En çok %25	<b>16,44</b>
<b>Kül (kuru bazda)</b>	: En çok %25	<b>19,14</b>
<b>Boyut* (satışa sunulan)</b>	: 18-150 mm (18 mm altı ve 150 mm üstü için en çok % 10 tolerans)	

Tablo-29 Isınma Amaçlı Yerli Linyit Kömürü Özellikleri Tablosu

İLÇELER	ABONE SAYISI (KONUT)		TÜKETİM MİKTARI (ton)	
	İTHAL	YERLİ	İTHAL	YERLİ
<b>PALANDÖKEN</b>	19.541	3.000	39.082	6.000
<b>YAKUTİYE</b>	28.288	8.000	56.576	16.000
<b>AZİZİYE</b>	4.218	2.500	8.436	5.000
<b>TOPLAM</b>	52.047	13.500	104.094	27.000
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>65.547</b>		<b>131.094</b>	

Tablo-30 İthal ve Yerli Kömür Konut ve Tüketim Miktarları Tablosu

ABONE SAYISI (KONUT)		TÜKETİM MİKTARI (Sm3)		HANE BAŞINA DÜŞEN ORTALAMA (Sm3)	
MERKEZİ	BİREYSEL	MERKEZİ	BİREYSEL	MERKEZİ	BİREYSEL
5.205	27.133	13.677.490	34.004.108	2.628	1.253
6.018	22.082	42.094.874	32.697.876	6.995	1.481
479	7.383	8.053.060	9.551.934	16.812	1.294
<b>11.702</b>	<b>56.598</b>	<b>63.825.424</b>	<b>76.253.918</b>	<b>5.454</b>	<b>1.347</b>
<b>68.300</b>		<b>140.079.342</b>		<b>2.051</b>	

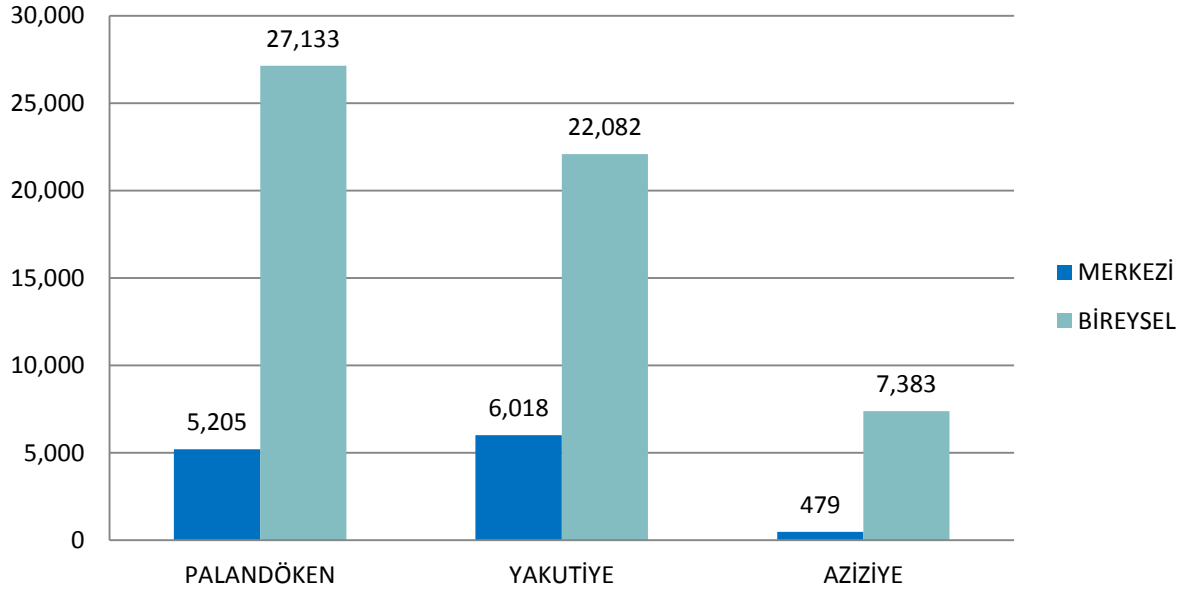
Tablo-31 Doğalgaz Merkezi ve Bireysel Abone Sayıları ve Tüketim Miktarları Tablosu

İLÇELER	ABONE SAYISI (KONUT)		TÜKETİM MİKTARI (Sm3)		HANE BAŞINA DÜŞEN ORTALAMA (Sm3)	
	MERKEZİ	BİREYSEL	MERKEZİ	BİREYSEL	MERKEZİ	BİREYSEL
<b>PALANDÖKEN</b>	5.205	27.133	13.677.490	34.004.108	2.628	1.253
<b>YAKUTİYE</b>	6.018	22.082	23.838.279	32.697.876	3.961	1.481
<b>AZİZİYE</b>	479	7.383	7.384.886	9.551.934	15.417	1.294
<b>OSB(AZİZİYE)</b>	1		668.174			
<b>ÜNİVERSİTE(YAKUTİYE)</b>	1		14.802.528			
<b>YURT-KUR(YAKUTİYE)</b>	1		3.454.067			
<b>TOPLAM</b>	<b>11.702</b>	<b>56.598</b>	<b>63.825.424</b>	<b>76.253.918</b>	<b>5.454</b>	<b>1.347</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>68.300</b>		<b>140.079.342</b>		<b>6.801</b>	
<b>2011 YILI</b>	<b>İLÇELER</b>	<b>ABONE SAYISI</b>	<b>2011 YILI</b>			
			<b>MERKEZİ</b>	<b>BİREYSEL</b>	<b>MERKEZİ (ADET)</b>	<b>BİREYSEL (ADET)</b>
	<b>PALANDÖKEN</b>	<b>32.338</b>	7,93%	92,07%	2.566	29.772
	<b>YAKUTİYE</b>	<b>28.100</b>	2,69%	97,31%	757	27.343
	<b>AZİZİYE</b>	<b>7.862</b>	6,17%	93,83%	485	7.377
<b>TOPLAM</b>	<b>68.300</b>	<b>4,81%</b>	<b>95,19%</b>	<b>3.808</b>	<b>64.492</b>	

\*MERKEZİ VE BİREYSEL HANE SAYILARI VE HANE BAŞINA DÜŞEN ORTALAMA MİKTAR, TOPLAM HANE SAYISININ DOĞALGAZIN MERKEZİ VE BİREYSEL OLARAK AYLIK KULLANIM MİKTARLARINA GÖRE ORANLANARAK HESAPLANMIŞTIR.

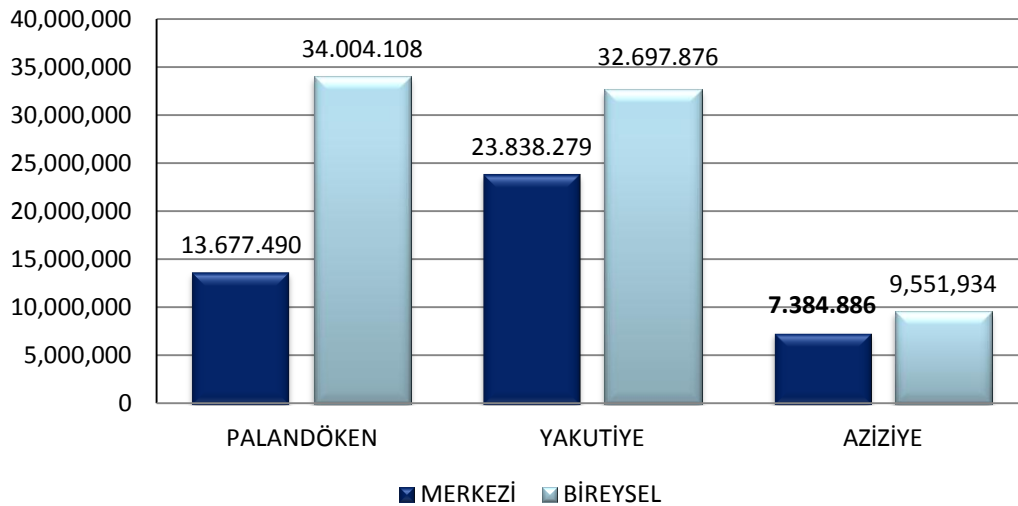
Tablo-32 Doğalgaz Merkezi ve Bireysel Abone Sayıları ve Yüzdeleri Tablosu

## 2011 YILI ABONE SAYILARI (MERKEZİ-BİREYSEL)



Grafik-14 2011 Yılı Abone Sayıları Grafiği

## 2011 YILI DOĞALGAZ KULLANIM MİKTARLARI (MERKEZİ-BİREYSEL)



Grafik-15 2011 Yılı Doğalgaz Kullanım Miktarları Grafiği

*Isınma Kaynaklı Emisyonların Hesaplanması:*

## EMEP/EEA Emisyon Envanteri Rehber Kitabı (2009)

Emisyon Faktörleri (enerji biriminde)			EMEP/EEA Emisyon Envanteri Rehber Kitabı (2010)			Emisyon Faktörleri (kütle biriminde)			
Kaynak	Yakıt Tipi	Birim	NOx	SO2	PM10	Units	NOx	SO2	PM10
Evsel Isınma	Taş Kömürü/lithal Kömür	g/GJ	110	900	200	t/kt	2,79	5,80	5,07
Evsel Isınma	Linyit/Yerli Kömür		110	900	404		1,83	23,80	6,72
Evsel Isınma	Asfaltit		110	900	200		1,98	5,80	3,60
Evsel Isınma	Kok		110	900	200		3,32	5,80	6,03
Evsel Isınma	Briket		110	900	200		3,41	5,80	6,20
Evsel Isınma	Odun		74,5	20	695		0,92	0,25	8,55
Evsel Isınma	Atık						1,80	1,70	13,70
Evsel Isınma	Petrol		68	140	3,7		2,93	6,04	0,16
Evsel Isınma	Doğalgaz		57	0,5	0,5		t/Milyon m <sup>3</sup>	1,97	0,02

Tablo-33 EMEP/EEA Emisyon Envanteri Rehber Kitabı (2009) Tablosu

Net Kalorifik Değerler		
<b>Taş Kömürü: Termik Santral</b>	25,35	GJ/ton
<b>Taş Kömürü: Kok Fırınları</b>	25,35	GJ/ton
<b>Taş Kömürü: Endüstri</b>	25,35	GJ/ton
<b>Taş Kömürü: Evsel</b>	25,35	GJ/ton
		GJ/ton
<b>Linyit</b>	16,64	GJ/ton
<b>Asfaltit</b>	18,00	GJ/ton
<b>Kok</b>	30,14	GJ/ton
<b>Petrokok</b>	31,81	GJ/ton
<b>Briket</b>	31	GJ/ton
<b>Odun:Endüstri</b>	11	GJ/ton
<b>Odun:Evsel</b>	12,3	GJ/ton
<b>Bitkisel/Hayvansal Atık</b>	9,62	GJ/ton
<b>Petrol</b>	43,14	GJ/ton
<b>Doğalgaz</b>	34,54	MJ/m <sup>3</sup>

Tablo-34 EMEP/EEA Emisyon Envanteri Rehber Kitabı (2009) Kalorifik Tablosu

## Emisyonların Alt Toplamı

### Isınma Emisyonlarının Hesaplanması

Emisyon miktarlarının hesaplanmasında Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu'nun (UNECE) himayesinde hazırlanan Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi çerçevesinde, Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından yayımlanan EMEP/EEA 2009 hava kirlenici emisyon envanteri kılavuzu (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>) kullanılmıştır. Ulusal emisyon faktörlerimiz belirlenmediği için bu kılavuz dokümanından faydalanılmıştır.

İlgili Kılavuz Doküman 3 ayrı hesap yöntemi öngörmektedir.

Tier 1 yöntemi: Sadece varsayılan emisyon faktörleri ile yapılan hesaplamalar. Bu yaklaşım, Hollanda TNO kurumu tarafından yapılan sınırlı literatür araştırması ile desteklenen evsel ısınma emisyonlarını hesaplamak için kullanılmıştır.

Tier 2 yöntemi: Ülke veya belirli bölgelere göre belirlenen emisyon faktörleri, yakma teknolojileri, bilgilerini kullanarak yapılan hesaplamalar. Bu yaklaşım, hareketli kaynak emisyonları için emisyon faktörlerinin hesaplanmasını izlemektedir.

Tier 3 Yöntemi: Daha fazla detaylı verilerin olduğu yakma tesislerinin ısı güçleri, beslenme tipi vb bilgilerin kullanılarak yapılan hesaplamalar.

Evsel ısınma için emisyonlar, Küçük Yakma Tesisleri için Tier 1 Yaklaşımı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E_{(\text{kirlenici})} = AR_{(\text{Yakıt Tüketimi})} \times EF_{(\text{kirlenici})}$$

**Belirtilen Kirlenici Emisyonu** = Yakıt Tüketimi x Belirtilen kirleniciye ait Emisyon Faktörü

İthal Kömür Kullanımından Kaynaklanan <b>PM10</b> Emisyonları			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü Çarpımı	Yıllık Toplam PM <sub>10</sub> Emisyonu
<b>104.094.000 kg/yıl</b>	5,07 gr/ kg	5,07 gr/ kg x 104.094.000 kg/yıl	<b>528.000 kg PM<sub>10</sub>/yıl</b>
YERLİ KÖMÜR KULLANIMINDAN KAYNAKLANAN <b>PM10</b> EMİSYONLARI			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü Çarpımı	Yıllık Toplam PM <sub>10</sub> Emisyonu
<b>27.000.000 kg/yıl</b>	6,72 gr / kg	6,72 gr / kg x 27.000.000 kg/yıl	<b>182.000 kg PM<sub>10</sub>/yıl</b>

$$\text{TOPLAM PM}_{10} = 528.000 + 182.000 = 712.000 \text{ kg PM}_{10}/\text{yıl}$$

Tablo-35 İthal Kömür PM10 Emisyon Tablosu

İTHAL KÖMÜR KULLANIMINDAN KAYNAKLANAN <b>NO<sub>x</sub></b> EMİSYONLARI			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü <u>Çarpımı</u>	Yıllık Toplam PM <sub>10</sub> Emisyonu
<b>104.094.000 kg/yıl</b>	2,79 gr/ kg	2,79 gr/ kg x 104.094.000 kg/yıl	<b>290.422,000 kg NO<sub>x</sub>/yıl</b>
YERLİ KÖMÜR KULLANIMINDAN KAYNAKLANAN <b>NO<sub>x</sub></b> EMİSYONLARI			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü <u>Çarpımı</u>	Yıllık Toplam PM <sub>10</sub> Emisyonu
<b>27.000.000 kg/yıl</b>	1,83 gr / kg	1,83 gr / kg x 27.000.000 kg/yıl	<b>49.410,000 kg NO<sub>x</sub>/yıl</b>

$$\text{TOPLAM NO}_x = 290.000 + 49.000 = 339.000 \text{ kg NO}_x/\text{yıl}$$

Tablo-36 İthal Kömür NO<sub>x</sub> Emisyon Tablosu

İTHAL KÖMÜR KULLANIMINDAN KAYNAKLANAN <b>SO<sub>2</sub></b> EMİSYONLARI			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü <u>Çarpımı</u>	Yıllık Toplam SO <sub>2</sub> Emisyonu
<b>104.094.000 kg/yıl</b>	5,80 gr/ kg	5,80 gr/ kg x 104.094.000 kg/yıl	<b>603.745,00 kg SO<sub>2</sub>/yıl</b>
YERLİ KÖMÜR KULLANIMINDAN KAYNAKLANAN <b>SO<sub>2</sub></b> EMİSYONLARI			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü <u>Çarpımı</u>	Yıllık Toplam SO <sub>2</sub> Emisyonu
<b>27.000.000 kg/yıl</b>	23,80 gr / kg	23,80 gr / kg x 27.000.000 kg/yıl	<b>642.600,00 kg SO<sub>2</sub>/yıl</b>

$$\text{TOPLAM SO}_2 = 643.000 + 604.000 = 1.247.000 \text{ kg SO}_2/\text{yıl}$$

Tablo-37 İthal Kömür SO<sub>2</sub> Emisyon Tablosu

## Doğalgaz Kullanımından Kaynaklanan Emisyonları

Doğalgaz Kullanımından Kaynaklanan <b>PM10</b> Emisyonları			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü <u>Çarpımı</u>	Yıllık Toplam PM10 Emisyonu
<b>140.079.342</b> t/Milyon m3	0,02 t/Milyon m3	0,02 t/Milyon m3 x 140.079.342 t/Milyon m3	<b>2.801.586</b> t/Milyon m3

Tablo-38 Doğalgaz PM10 Emisyon Tablosu

Doğalgaz Kullanımından Kaynaklanan <b>Nox</b> Emisyonları			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü <u>Çarpımı</u>	Yıllık Toplam PM10 Emisyonu
<b>140.079.342</b> t/Milyon m3	1,97 t/Milyon m3	1,97 t/Milyon m3 x 140.079.342 t/Milyon m3	<b>275.956.303</b> t/Milyon m3

Tablo-39 Doğalgaz NOx Emisyon Tablosu

Doğalgaz Kullanımından Kaynaklanan <b>SO2</b> Emisyonları			
Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı	Kullanılacak Emisyon Faktörü	Kullanılan Toplam Yakıt Miktarı ile Kullanılacak Emisyon Faktörü <u>Çarpımı</u>	Yıllık Toplam PM10 Emisyonu
<b>140.079.342</b> t/Milyon m3	0,02 t/Milyon m3	0,02 t/Milyon m3 x 140.079.342 t/Milyon m3	<b>2.801.586</b> t/Milyon m3

Tablo-40 Doğalgaz SO<sub>2</sub> Emisyon Tablosu

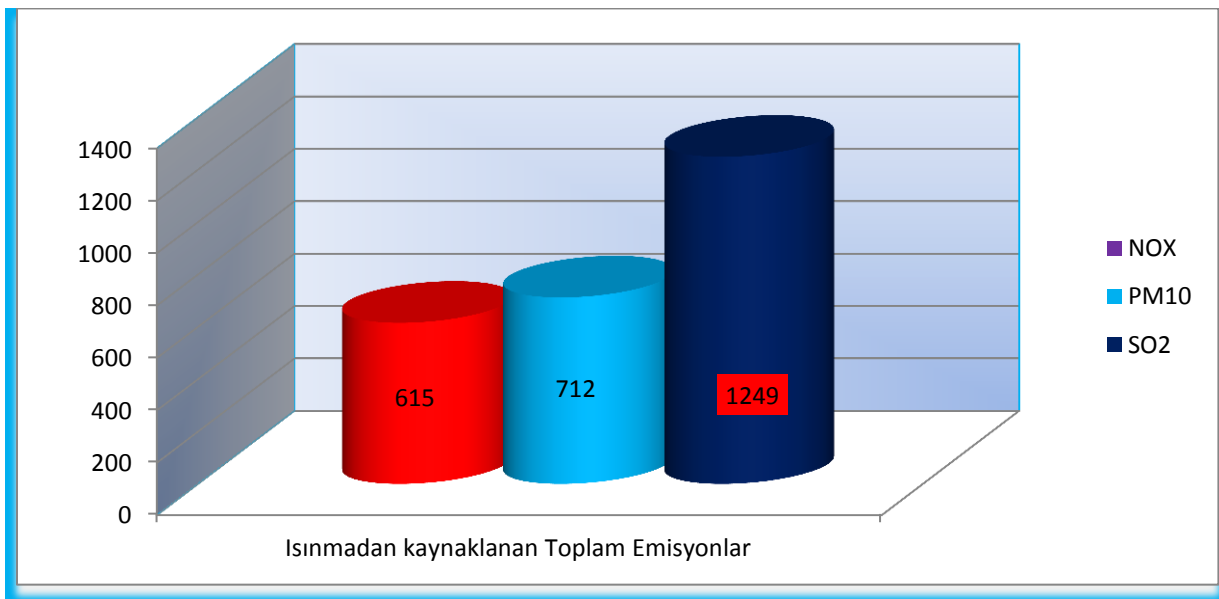
Erzurum İli Merkez İlçelerin Isınma Emisyonlarının Ayrıntılı Tablosu

Emisyonlar		2011				
Kirletici	Yakıt	Birim	İl Geneli	Palandöken	Yakutiye	Aziziye
NO <sub>x</sub>	Taş Kömürü/İthal Kömür	ton	290	109	158	24
NO <sub>x</sub>	Linyit/Yerli Kömür	ton	49	11	29	9
NO <sub>x</sub>	Doğalgaz	ton	276	94	147	35
<b>Toplam Nox</b>		ton	<b>615</b>	<b>214</b>	<b>334</b>	<b>67</b>
<b>Kalite Kontrol</b>		<b>QC</b>	<b>1</b>			
SO <sub>2</sub>	Taş Kömürü/İthal Kömür	ton	604	227	328	49
SO <sub>2</sub>	Doğalgaz	ton	2	1	1	0
<b>Toplam SO2</b>		ton	<b>1249</b>	<b>370</b>	<b>710</b>	<b>168</b>
<b>Kalite Kontrol</b>		<b>QC</b>	<b>1</b>			
PM <sub>10</sub>	Taş Kömürü/İthal Kömür	ton	528	198	287	43
PM <sub>10</sub>	Linyit/Yerli Kömür	ton	182	40	108	34
PM <sub>10</sub>	Doğalgaz	ton	2	1	1	0
<b>Toplam PM10</b>		ton	<b>712</b>	<b>239</b>	<b>396</b>	<b>77</b>
<b>Kalite Kontrol</b>		<b>QC</b>	<b>1</b>			

Tablo-41 Merkez İlçelerin Isınma Emisyonlarının Ayrıntılı Tablosu

Isınma Emisyon Ton/Yıl	
NO <sub>x</sub>	615
PM <sub>10</sub>	712
SO <sub>2</sub>	1249

Tablo-42 Isınma Emisyonlarının Genel Tablosu



Grafik-16 Isınmadan Kaynaklanan Toplam Emisyonların Grafiği

## Trafik

### Veriyi sağlayan veri kaynakları

İl Müdürlüğümüz elemanlarınca kurumlarla yazılı ve birebir görüşülerek, trafik aktivite verileri envanteri oluşturulmuştur. Erzurum Büyükşehir Belediyesi Başkanlığı (Ulaşım ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı) ilimizdeki yolların uzunlukları ve araç sayımları, Türkiye İstatistik Kurumu ve İl Emniyet Müdürlüğü ( Trafik Tescil Şube Müdürlüğü) ilimizdeki trafikte seyreden motorlu tiplerine ve yakıt türlerine göre araç sayıları, İlimizde Faaliyet gösteren Araç Bakım Servisleri kayıtlarından araç cinslerine göre ortalama yıllık yakıt tüketim ve yıllık yaptığı yol mesafesi çıkarılmıştır. İlimize satılan Yıllık Yakıt Miktarları da Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan alınmış ve araçların tükettikleri yakıt miktarlarıyla karşılaştırılmıştır.

### Tanımlanan alt kategoriler

Hava kirletici emisyonlar trafiğin yoğun yaşandığı ana cadde, kavşak ve karayolları etrafında önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Ayrıca yer seviyesindeki bu emisyonların dispersiyonu da güç olmaktadır. Araçlardan kaynaklanacak başlıca emisyonlar NO<sub>2</sub>, CO, HC, SO<sub>2</sub>, PM ve PM içindeki kurşundur. Özellikle egzoz gazlarından kaynaklanan PM emisyonları az olmasına rağmen içerdikleri kurşun nedeniyle insan sağlığını ve doğayı tehdit etmeleri açısından önemle incelenmelidir. Araçlardan kaynaklanan bu emisyonlar aracın yaşı, motorun çalışma devri, çalışma sıcaklığı, ortam sıcaklığı, ortam basıncı, yakıt türü ve kalitesi gibi parametrelere bağlıdır.

Motorlu taşıtlar için emisyonlar, Küçük Yakma Tesisleri için Tier 1 Yaklaşımı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E_{\text{(kirletici)}} = AR_{\text{(Yakıt Tüketimi)}} \times EF_{\text{(kirletici)}}$$

**Belirtilen Kirletici Emisyonu** = Yakıt Tüketimi x Belirtilen kirleticiye ait Emisyon Faktörü

CİNSİ	BENZİNLİ	DİZEL	LPG	TOPLAM
KAMYON	170	5438		5.608
KAMYONET	535	18110	235	18.880
MİNİBÜS	121	2827	6	2.954
MOTOSİKLET	2179	67		2.246
OTOBÜS	35	1041		1.076
OTOMOBİL	12713	7587	22.879	43.179
TRAKTÖR	283	12953	2	13.238
<b>TOPLAM</b>	16.036	48.023	23.122	
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>87.181</b>			

Tablo-43 Araç sayılarının Tablosu



Araç Kategorisi		Yakıt Tipi	Birim	Emisyon Faktörü	
Otomobil		Benzin	(g/kg yakıt)	15	
Otomobil		Dizel		11	
Otomobil		LPG		16	
Hafif Vasıta		Benzin		24	
Hafif Vasıta		Dizel		15	
Hafif Vasıta		LPG		16	
Ağır Vasıta		Benzin		7	
Ağır Vasıta		Dizel		37	
Ağır Vasıta		CNG(otobüs)		13	
Motorsiklet		Benzin		10	
Araç Kategorisi				Yakıt Tipi	Birim
<b>Kullanılan Yakıtın S içeriğine göre hesaplanacaktır.</b>					
		Benzin		<b>0,02</b>	
LPG için;g/kg		Dizel		<b>0,02</b>	
0,005		LPG		<b>0,1</b>	
Araç Kategorisi		Yakıt Tipi	Birim	Emisyon Faktörü	
Otomobil		Benzin	(g/kg yakıt)	0,037	
Otomobil		Dizel		1,700	
Otomobil		LPG		0,000	
Hafif Vasıta		Benzin		0,030	
Hafif Vasıta		Dizel		2,800	
Hafif Vasıta		LPG		0,000	
Ağır Vasıta		Benzin		0,030	
Ağır Vasıta		Dizel		1,200	
Ağır Vasıta		CNG(otobüs)		0,020	
Motorsiklet		Benzin		2,700	

Tablo-45 Araç Kategorisi Yakıt Tipine Göre Emisyon Faktörleri Tablosu

**Trafik Toplam Emisyonları**

<b>Trafik Toplam Emisyon (Nox)</b>				
Araç Kategorisi	Yakıt Tipi	Emisyon Faktörü (A)	Toplam Yakıt ( Ton) (B)	Toplam Emisyon (ton/yıl) (A)*(B)*1000
Otomobil	Benzin	15	8.238,02	122,77
Otomobil	Dizel	11	4.461,16	44,4
Otomobil	LPG	16	20.797,01	344,70
Hafif Vasıta	Benzin	24		
Hafif Vasıta	Dizel	15	52.991,48	719,17
Hafif Vasıta	LPG	16		
Ağır Vasıta	Benzin	7		
Ağır Vasıta	Dizel	37	52.486,90	1.757,06
Ağır Vasıta	CNG(otobüs)	13		
Motorsiklet	Benzin	10	7,24	2,42
<b>TOPLAM</b>			138.981,81	3.227,83

Tablo-46 Trafik Toplam Emisyon (Nox) Tablosu

<b>TRAFİK TOPLAM EMİSYON (PM10)</b>				
Araç Kategorisi	Yakıt Tipi	Emisyon Faktörü (A)	Toplam Yakıt ( Ton) (B)	Toplam Emisyon (ton/yıl) (A)*(B)*1000
Otomobil	Benzin	0,037	8.466,86	0,30
Otomobil	Dizel	1,700	4.036,28	7,584
Otomobil	LPG	0,000		
Hafif Vasıta	Benzin	0,030		
Hafif Vasıta	Dizel	2,800	47.944,68	148,38
Hafif Vasıta	LPG	0,000		
Ağır Vasıta	Benzin	0,030		
Ağır Vasıta	Dizel	1,200	47.488,15	62,98
Ağır Vasıta	CNG(otobüs)	0,020		
Motorsiklet	Benzin	2,700	245,60	0,020
<b>TOPLAM</b>			138.981,81	219,27

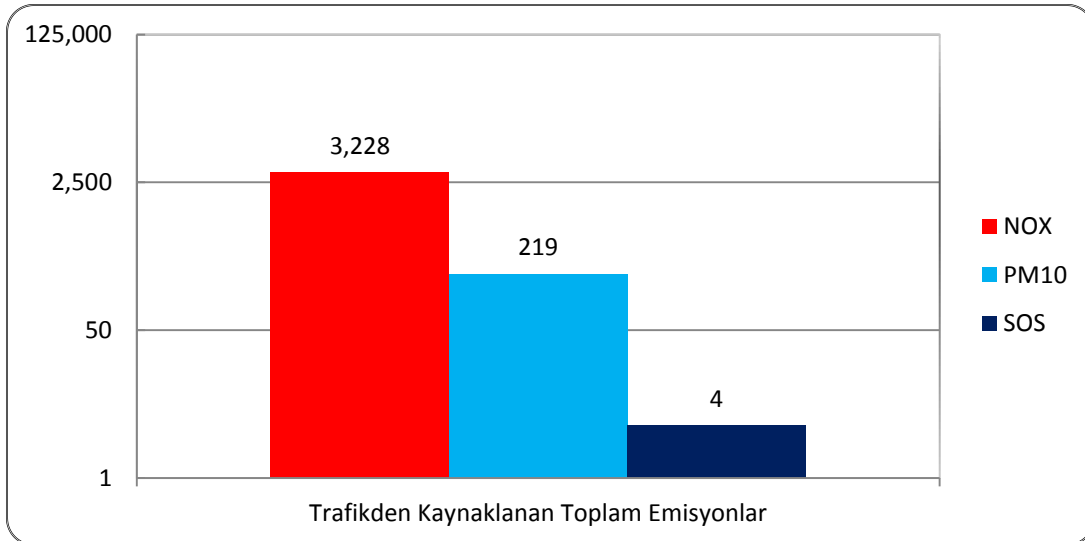
Tablo-47 Trafik Toplam Emisyon (PM10) Tablosu

TRAFİK TOPLAM EMİSYON (SO <sub>2</sub> )				
Araç Kategorisi	Yakıt Tipi	Emisyon Faktörü (A)	Toplam Yakıt (Ton) (B)	Toplam Emisyon (ton/yıl) (A) * (B) * 1000
Tüm Araçlar	Benzin	0,1649052	8.245,26	0,17
Tüm Araçlar	Dizel	2,19879072	109.939,54	1,20
Tüm Araçlar	LPG	2,0797011	20.797,01	2,08
TOPLAM			138.981,81	4,44

Tablo-48 Trafik Toplam Emisyon (SO<sub>2</sub>) Tablosu

Trafik Emisyon Miktarları	NO <sub>x</sub> (ton)	SO <sub>2</sub> (ton)	PM10(ton)
	3228	4	219

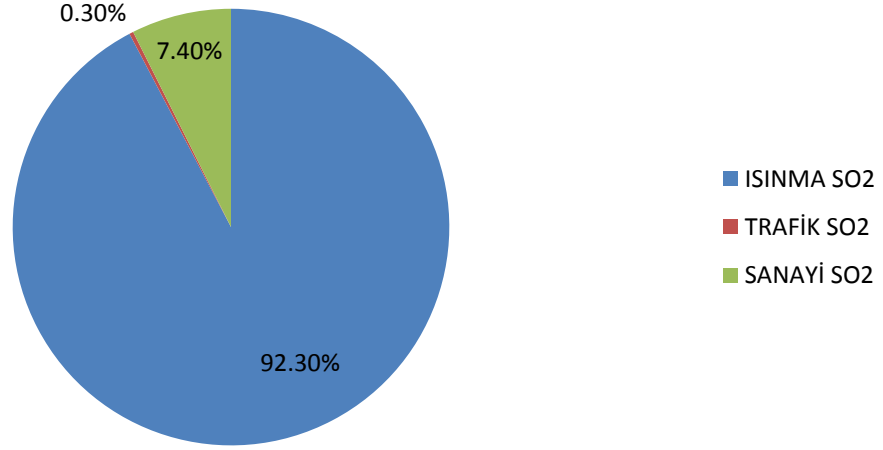
Tablo-49 Trafikte Toplam Emisyon Tablosu



Grafik-17 Trafikten Kaynaklanan Toplam Emisyonların Grafiği

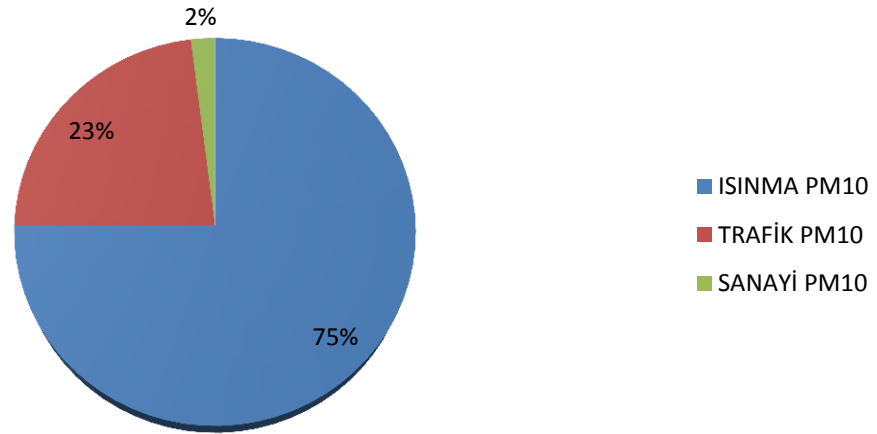
## Genel Sonuçlar Ve Tartışmalar

### 2011 YILI SO<sub>2</sub> SEKTÖREL DAĞILIMI %



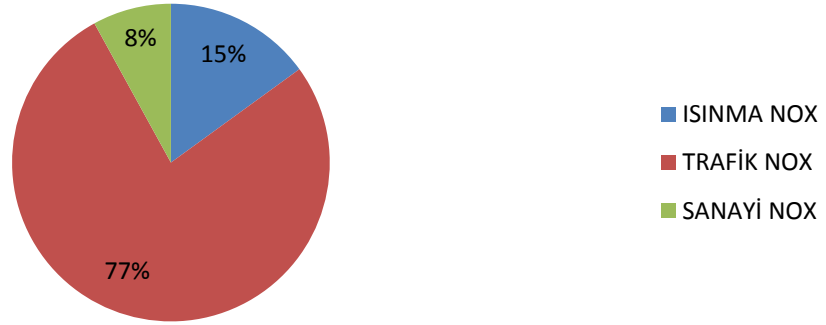
Grafik-18 SO<sub>2</sub> Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği

### 2011 YILI PM<sub>10</sub> SEKTÖREL DAĞILIMI %



Grafik-19 PM<sub>10</sub> Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği

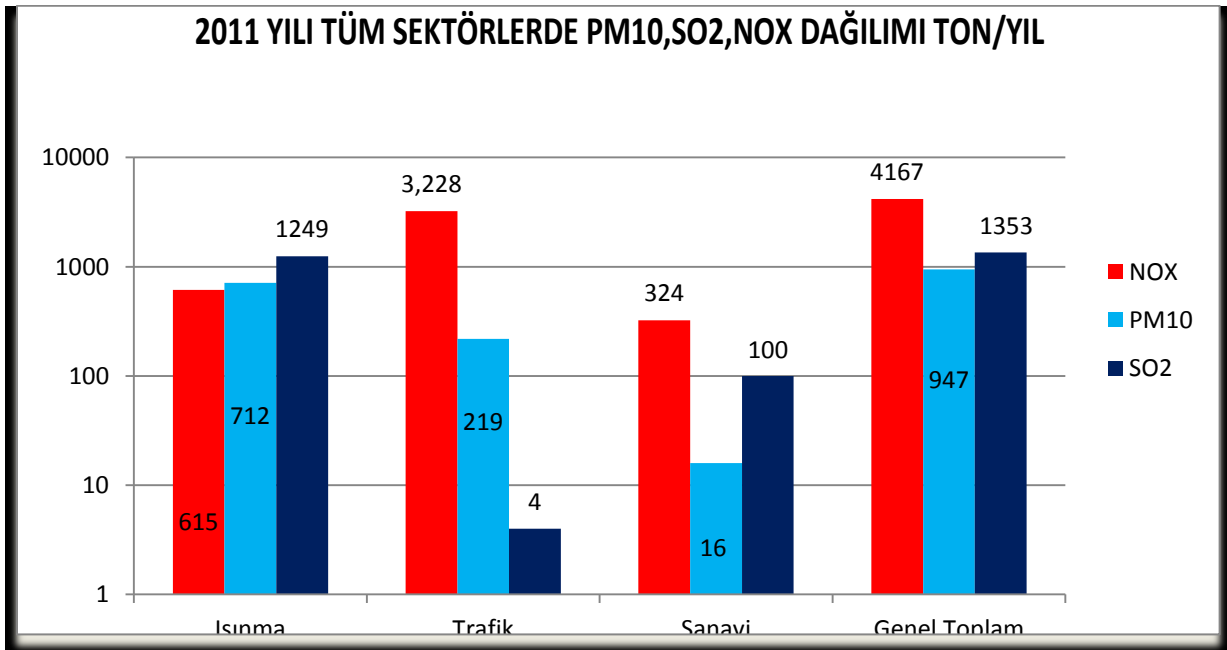
## 20011 YILI NOX SEKTÖREL DAĞILIMI %



Grafik-20 NOx Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği

	NOX(Ton)	YÜZDE (%)	SO2(Ton)	YÜZDE (%)	PM10(Ton)	YÜZDE (%)
ISINMA	615	15	1249	92,3	712	75
TARAFİK	3228	77	4	0,3	219	23
SANAYİ	324	8	100	7,4	16	2
GENEL TOPLAM	4167	100	1353	100	947	100

Tablo-50 Genel Emisyonların Sektörel Dağılım Tablosu



Grafik-21 NOx,PM10,SO<sub>2</sub> Emisyonlarının Sektörel Dağılımı Grafiği

***Emisyon Envanteri Verilerine Göre Genel Yorumlar;***

***İlimizde Isınma aktivite verilerini incelediğimizde;***

-Yerli linyit, ithal taş kömür ve doğalgaz emisyon hesaplamalarına göre PM10, SO<sub>2</sub> ve NOx değerleri;

PM10: 710 ton/yıl

SO<sub>2</sub>:1247 ton/yıl

NOx:339 ton/yıl

-Doğalgaz emisyon hesaplamalarına göre PM10,SO<sub>2</sub> ve NOx değerleri;

PM10: 2 ton/yıl

SO<sub>2</sub>:2 ton/yıl

NOx:275 ton/yıl emisyon miktarları çıkmıştır.

PM10, SO<sub>2</sub> NOx parametreleri incelendiğinde doğalgazın kömüre göre emisyon miktarlarının çok az olduğu anlaşılmaktadır. Buda bize ısınmada doğalgazın diğer yakıtlara göre daha çevreci bir yakıt olduğunu göstermektedir. kömür emisyonlarından en çok partikül madde ve kükürt dioksit emisyonu salınmaktadır.

-PM10 ısınma emisyon hesaplamalarında, kömür daha çok paya sahiptir. Doğalgazda PM10 emisyon miktarları kömüre göre hiç yok denecek kadar az çıkmıştır. Isınmada PM10 emisyon miktarı bütün sektörel bazda (ısınma, trafik, sanayi) genel ortalamada % 75'lik gibi büyük bir orana sahiptir.

-SO<sub>2</sub> ısınma emisyon hesaplamalarında kömür SO<sub>2</sub> emisyon miktarları doğalgazdan daha çok çıkmıştır. Doğalgazda SO<sub>2</sub> kömüre göre hiç yok denecek kadar az çıkmıştır. Isınmada SO<sub>2</sub> emisyon miktarı bütün sektörel bazda (ısınma, trafik, sanayi) genel ortalamada % 92'lik gibi büyük bir orana sahiptir.

-NOx ısınma emisyon hesaplamalarında kömürden kaynaklandığı, doğalgaz NOx emisyon miktarları kömüre yakın değerlere sahip olduğu sonucu çıkmıştır. Isınmada NOx bütün sektörel bazda (ısınma, trafik, sanayi) genel ortalamada % 15'lik orana sahiptir.

***İlimizde Trafik Aktivite verileri incelendiğinde;***

Sanayi emisyon hesaplamalarına göre PM10, SO<sub>2</sub> ve NOx değerleri;

PM10: 219 ton/yıl

SO<sub>2</sub>: 2 ton/yıl

NOx: 3228 ton/yıl emisyon miktarları çıkmıştır.

PM10, SO<sub>2</sub> NOx parametreleri incelendiğinde sanayi emisyon hesaplamalarından çıkan sonuca göre diğer parametrelere göre en çok kirlilik NOx den kaynaklandığı,PM10 'da ise yine büyük bir paya sahip olduğu görülmektedir. SO<sub>2</sub> ' de durum ise diğer parametrelere ve genel tabloya göre katkısı hiç yok denecek kadar azdır.

-PM10 trafik emisyon hesaplamalarında; PM10 ısınma, trafik ve sanayi sektörlerinde genel ortalamada % 23'lük orana sahiptir.

-SO<sub>2</sub> trafik emisyon hesaplamalarında; SO<sub>2</sub> ısınma, trafik ve sanayi sektörlerinde genel ortalama % 0,3 kirlilik küçük bir orana sahiptir.

-NO<sub>x</sub> trafik emisyon hesaplamalarında; NO<sub>x</sub> ısınma, trafik ve sanayi sektörlerinde genel ortalama % 77 büyük bir orana sahiptir.

## İlimizde Sanayi Aktivite verileri incelendiğinde;

Sanayi emisyon hesaplamalarına göre PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> değerleri;

PM<sub>10</sub>: 16 ton/yıl

SO<sub>2</sub>: 100 ton/yıl

NO<sub>x</sub>: 324 ton/yıl emisyon miktarları çıkmıştır.

PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> parametreleri incelendiğinde emisyon hesaplamalarından çıkan sonuca göre en çok kirlilik NO<sub>x</sub> den kaynaklandığı, PM<sub>10</sub> 'da ise diğer sektörler göre küçük bir paya sahip olduğu görülmektedir. SO<sub>2</sub> 'de durum ise diğer parametrelere ve genel tabloya göre katkısı çok azdır.

-PM<sub>10</sub> sanayi emisyon hesaplamalarında; PM<sub>10</sub> ısınma, trafik ve sanayi sektörlerinde genel ortalama % 2 kirlilik az bir orana sahiptir.

-SO<sub>2</sub> sanayi emisyon hesaplamalarında; SO<sub>2</sub> ısınma, trafik ve sanayi sektörlerinde genel ortalama % 7,4 kirlilik az bir orana sahiptir.

-NO<sub>x</sub> sanayi emisyon hesaplamalarında; NO<sub>x</sub> ısınma, trafik ve sanayi sektörlerinde genel ortalama % 8 kirlilik az bir oranına sahiptir.

Genel Sonuç; PM<sub>10</sub> oranlarında ısınmada %75, trafikte %23 ve sanayide ise %2 oranında paylara sahip oldukları sonucu ortaya çıkmıştır. İl genelinde PM<sub>10</sub> kaynaklanan kirliliğin büyük kısmının kömürlerden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Trafikten kaynaklanan PM<sub>10</sub>'da bu kirliliğe azımsanmayacak kadar katkısı olduğu anlaşılmıştır. SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyon hesaplamalarından çıkan kirlilik oranı ilimizde tehlike oluşturacak boyutlarda olmadığı görülmüştür.

Genel Değerlendirme; Doğu Anadolu Bölgesi' nin en büyük ili olan Erzurum; önemli bir ticaret, ulaşım, eğitim ve sağlık merkezi olması sebebiyle büyüyüp gelişmeye devam etmektedir. Bu da ilimizde yapısal değişikliklerle birlikte birçok çevre problemine de zemin hazırlamaktadır.

İlimizin Coğrafi konumu meteorolojik olayları olumsuz etkilemektedir. Doğal olaylar kontrolümüzde olmadığı gibi, hava kirliliğini artışına veya azalmasına da neden olmaktadır. Hava kirliliğinin asıl nedeninin doğaya saldıığımız ısınma ve trafik emisyonlardan kaynaklandığı açıktır. Hava kirliliğinin kontrolünü sağlamak için asıl bu emisyonlar üzerinde ciddi önlemler almamız gerekmektedir.

Isınma, trafik ve sanayide kullanılan yakıtların kalitesini artırmak, yakıtların miktarlarını en az seviyelere çekerek, çevreci yakıtların ve tekniklerin kullanımını yaygınlaştırmak gerekmektedir.

İlimizde çarpık yapılaşma, önceden oluşan gecekondu bölgelerinin fazla olması, tek katlı evlerin emisyonlarının çıktığı baca seviyesinin alçak olması bu bölgelerde hava kirliliğinin boyutlarını artırmaktadır.

Özellikle hızlı nüfus ve gelir düzeyinin artmasına doğru oranla konut ve motorlu taşıtların sayıların da artma, mevcut konutlarda ısınmada tecrit, ısı yalıtımı, uygun kazan modeli gibi konularda yapılan hatalar ve eksiklikler yakıt tüketimini artırmakta ve dolayısıyla havaya verilen SO<sub>2</sub> ve PM miktarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca yeni yerleşim alanlarının kurulmasında hakim rüzgar yönlerinin çok fazla dikkate alınmadığı görülmektedir. Endüstriyel Emisyonlar İlimizde sanayi tesislerinin az olması sebebiyle, bunlardan atmosfere verilen emisyonların hava kirliliği üzerindeki etkisi oldukça azdır.

Sonuç olarak Erzurum ilinde ısınma ve trafikten kaynaklanan hava kirliliği özellikle kış aylarında kendini göstermektedir. Acil önlemler alınmasa insan sağlığı ve çevre üzerinde çok ciddi sonuçlar doğuracaktır. İnsan yaşamında çok önemli bir yere sahip olan hava, hepimiz tarafından solunmaktadır. Hava kalitesini korumak için herkese büyük görevler düşmektedir. Aşağıda alınması gereken önlemlere yer verilmiştir. Halkımızı hava kirliliğinin nedenleri konusunda ve alınması gereken önlemler hakkında doğrudan bilgilendirilmesi ve alınan önlemlere katkı sağlamaları için teşvik edilmesi gerekmektedir.

Bu önlemler en kısa sürede alınmazsa insan sağlığına kısa ve uzun vadede geri dönüşü olmayan hasarlar verecektir. Kısa vadede bu aşımaların olduğu günlerde salınan emisyonlara uzun süreli maruz kalan kronik hastalığı olan insanlarda ölümler bile sonuçlanabilecek astım krizlerine yol açmaktadır. Uzun vade de ise kanser, KOAH gibi ağır hastalıklara yakalanma riski ve prematüre ölümler ile karşı karşıya kalacağız. Bu nedenle Yerel yönetimlere ve halkımıza hava kalitesinin korunması için çok önemli görevler düşmektedir.

#### Azalın Önlemleri İçin Öncelikler

1. Doğalgaz kullanımının özendirilmesi, (Doğalgaz kullanımına yönelik olarak Yerel ve Ulusal Televizyonlarda programlar hazırlanması, spot filmler hazırlanması). (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü).
2. Doğalgaz kullanıcılarına yönelik olarak hizmetlerin daha çağdaş ve kolay ulaşılabilir hale getirilmesi (Doğalgaz Dağıtım Şirketi, Belediyeler).
3. Isı Yalıtımı konusunda halkın bilgilendirilmesine yönelik toplantıların yapılması, yerel ve ulusal televizyonlarda bu yönde programlar yapılması. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü).
4. Enerji Verimliliği konusunda halkın bilgilendirilmesine yönelik toplantıların yapılması, yerel ve ulusal televizyonlarda bu yönde programlar yapılması. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü).
5. İnşaat Ruhsatı, Yapı Kullanım Ruhsatı, Yapı Kullanım İzni ve diğer izin ve ruhsatlar verilirken Isı Yalıtımına dikkat edilip edilmediği hususlarına bakılması gerekmektedir.

(Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü).

6. TSE Standartlarına uygun olarak Soba üretilmesi için; Soba üreticilerine yönelik olarak seminerlerin verilmesi (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, Çalışma İl Müdürlüğü, Sanayi ve Ticaret Odası).

7. Ruhsatlandırma aşamasında yapı bacalarının standartlara uygun olup olmadığı konusunda gerekli hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri).

8. Bacaların temizlenmesi ve bakımına yönelik olarak vatandaşlara yardımcı olacak şekilde kurum bünyesinde teknik birimlerin oluşturulması. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri).

9. Yakma teknikleri konusunda periyodik olarak seminerlerin verilmesi, kalorifercilerin bilinçlendirilmesi çalışmalarının yapılması. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Çalışma İl Müdürlüğü).

10. Yakıt kalitesinin iyileştirilmesi, doğru yakıt seçimi, Kaçak kömür kullanımının engellenmesi, Kömür satış noktalarının denetimi ve iyileştirilmesi, ağır tonajlı araçların kent merkezine girişlerinin önüne geçilebilmesi, İthalatçı/İhracatçı ve Satıcı/Dağıtıcılar tarafından satışa sunulan Fosil yakıtların (İthal kömür, yerli kömür vb.) kontrolünün daha sağlıklı yapılabilmesi için; Mahrukatçılar Sitesinin yerleşim alanlarına uzak bir şekilde Kent Merkezinin dışında yapılması ve mevcut Mahrukatçıların bu siteye taşınmasının sağlanması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı).

11. Kent Merkezi dışında; Mahrukatçılar için Mahrukatçılar Sitesi yapılması durumunda Katı Yakıt Analizlerinin yapılabilmesine olanak sağlayacak şekilde Yakıt Analiz Laboratuvarı yapılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı).

12. Kent Merkezinde faaliyet gösteren Hurdacıların yerleşim alanlarına uzak bir şekilde Kent Merkezinin dışına çıkarılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri).

13. Yapılmakta olan Hurdacılar Sitesine Radyasyon Ölçüm Sistemin oluşturulması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı).

14. Tehlikesiz Atıkların (Metal, hurda, beyaz eşya, vd. atıklar) düzenli bir şekilde toplanması, taşınması, bertaraf edilmesi için Geri Kazanım Tesislerinin kurulmasına imkân sağlamak için Sanayicilerin teşvik edilmesi, altyapı çalışmalarının yapılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Sanayi ve Ticaret Odası).

15. Ekonomik değeri olan ve geri kazanılması gereken her türlü atığın (atık lastik, ömrünü tamamlamış araç, atık yağ, ambalaj atıkları, atık pil) düzenli bir şekilde toplanması, taşınması, bertaraf edilmesi için Geri Kazanım Tesislerinin kurulmasına imkân sağlamak için Sanayicilerin teşvik edilmesi, altyapı çalışmalarının yapılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Sanayi ve Ticaret Odası).

16. Ulaşım Master Planının bir an önce tamamlanması, hazırlanacak olan Plan çerçevesinde Trafik akışının yeniden düzenlenmesi (Büyükşehir Belediye Başkanlığı).

17. Kent merkezindeki trafik yoğunluğunu azaltacak şekilde yeni yol ve kavşak düzenlemelerinin yapılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri).
18. Rüzgâr koridorlarının belirlenmesi, şehirleşmenin bu doğrultuda yapılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri)
19. Kent Merkezinde yer alan Gecekondu Bölgelerinin ıslah edilmesi, bu bölgelere modern yapıların yapılması, özellikle kent merkezinde yer alan bu bölgelerde yeşil alanlara, parklara, rekreasyon alanlarına, çocuk oyun parklarına yer verilmelidir. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü).
20. Kentsel Dönüşüm Projesinin tamamlanması gerekmektedir. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü).
21. Kent merkezinde yer alan cadde ve sokaklara araç park edilmesine sınırlama getirilmesi, Otopark kullanımının yaygınlaştırılması, (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, İl Emniyet Müdürlüğü).
22. Toplu taşıma hizmetlerinin cazip hale getirilmesi için çalışmaların yapılması, hafif raylı sistemin, raylı sistemin yapılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri).
23. Trafik planlanması ve yönetimine yönelik olarak; Yeşil dalga, akıllı sinyalizasyon sistemleri, trafik sıkışıklığı fiyatlandırması, farklı park ücretleri, farklı otopark ücretlerinin hayata geçirilmesi (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, İl Emniyet Müdürlüğü).
24. Uygun yer seçimi yapılmış küçük sanayi siteleri, sanayi bölgeleri ve Organize Sanayi Bölgeleri oluşturularak, özellikle yerleşim alanları içinde kalmış tesislerin bu bölgelere taşınması temin edilmelidir. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Sanayi ve Ticaret Odası, Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Halk Sağlığı Müdürlüğü).
25. Temiz teknolojiler konusunda çalışma yapmak üzere AR-GE faaliyetlerini yürütecek birimlerin oluşturulması gerekmektedir. (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Sanayi ve Ticaret Odası).
26. İmar planlarında, sanayi tesislerinin çevresinde yapılaşmaların önlenmesi (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İlçe Belediyeleri).
27. Trafik yoğunluğunun en fazla olduğu saatlerde ve trafiğin en yoğun olduğu bölgelerde araç kullanımına sınırlama getirilmesi (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İl Emniyet Müdürlüğü).
28. Yeşil alanların artırılması, imar planlarındaki hava kirliliğini azaltıcı tedbirlerin uygulamaya konması, kent imar planının ve bina kat müsaadesinin kentin hakim rüzgârlarını önlemeyecek şekilde yapılması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü).
29. Hava kirliliği konusunda çalışan insan gücünün artırılması, Hava Kirliliğine yönelik olarak ayrı birimlerin oluşturulması (Büyükşehir Belediye Başkanlığı).

## ***Kirletici Kaynakların Mekânsal Dağılımı***

### ***Giriş:***

#### ***(Amaç, kapsam, paydaşlar)***

Hazırlanan emisyon envanterleri, Erzurum ili için belirlenen çalışma alanında yapılan 1x1 km'lik ulusal sisteme göre oluşturulan gridlerde emisyonların coğrafik olarak dağılımını göstermektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda, konut alanlarıyla ilgili konum, konutlarda kullanılan yakıt tipi ve miktarı ve bunlardan kaynaklanan emisyon değerleri, taşıt trafiğinden kaynaklanan trafik yoğunluğu, taşıt tipi, her bir grid içinde bulunan yolların uzunluğu ve bunlardan kaynaklanan kirletici miktarları, sanayi tesislerinin konumu ile bilgiler ve prosesinden kaynaklanan kirletici miktarı ile ilgili bilgi kullanılmıştır.

Bu veriler doğrultusunda yapılan bu çalışma hazırlanan emisyon envanteri ışığında elde edilen kirletici miktarlarının mekansal dağılımını göstermek amacıyla; NOX, SOX, PM10 kirleticileri baz alınarak, Erzurum İlinde 3 merkez ilçe (Aziziye, Palandöken ve Yakutiye) sınırları kapsamında Hollanda Çevre ve Halk Sağlığı Enstitüsü ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı merkez ve taşra teşkilatı ile Büyükşehir Belediyelerinin katılımlarıyla yapılan bir çalışmadır.

#### ***Genel Tanımlar:***

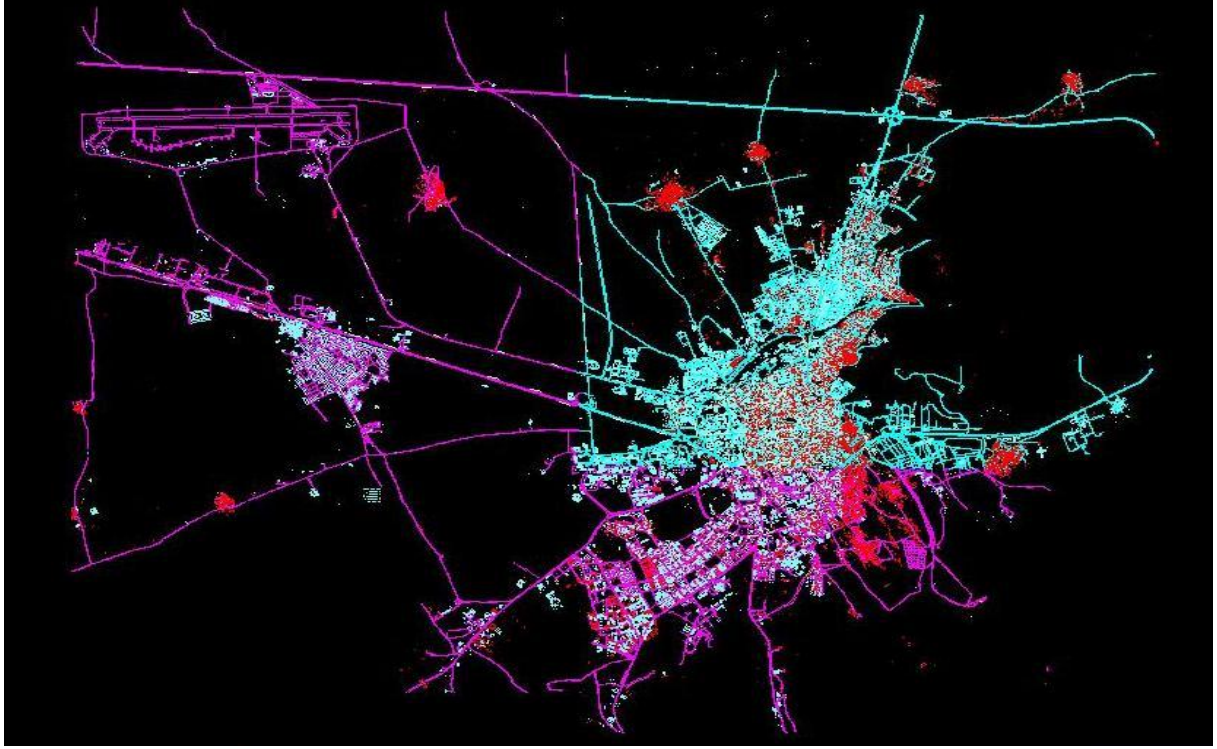
##### ***Harita:***

Yeryüzünün veya bir parçasının belli bir orana göre küçültülerek ve belirli işaretler kullanılarak yatay düzlem üzerinde gösterilmesine harita adı verilir. Yeryüzünün tümünün ya da bir parçasının belirli oranlarda küçültülüp işaretleştirilerek bir düzlem üzerinde gösterimidir. Yeryüzü düzleme açılmayan kapalı bir şekil olduğundan küçültme ile birlikte harita projeksiyonları kullanılarak düzleme izdüşüm işlemi de yapılır. Haritanın temel işlevi, bölgenin topografyası ya da ilişkili diğer konularda jelojisi, jeomorfolojisi, iklimi, trafiği, yeraltı kaynakları, değişik bakış açılarından ekonomisi vb. hakkında bilgi vermektir. Bu haliyle harita, insandan (haritayı üreten kartograf) insana (harita kullanıcısı) yer referanslı bilgi aktaran, genel olarak basılı bir iletişim aracıdır.

##### ***Hâlihazır Harita:***

Hâlihazır Harita içinde bulunulan durumu gösteren harita anlamına gelir. Hâlihazır Harita'da nirengi, RS noktaları, poligon noktaları, binalar, binaların kat adedi, yollar, kaldırımlar, sokaklar, yol ve sokak dışında kalan yerlere ait yükseklik eğrileri, ağaçlar, elektrik direkleri, ada ve parsel sınırları ve numaraları vb. çalışılan alanda bulunan her şey gösterilir. Hâlihazır Haritalar, "1/25000 ve Daha Büyük Ölçekli Harita ve Planlarının Yapım Yönetmeliği" esaslarına göre 1/1000 veya 1/2000 ölçekli olarak yapılır. Kısaca tanımlamak gerekirse, belediyelerin yapacağı teknik hizmetlerin proje planlaması, tasarım çalışmaları, uygulaması ve işletmesi, imar planı ve yukarıda belirtilen diğer projelerin gerçekleşmesi amacıyla belediyelerce veya İller Bankası'nca yaptırılan büyük ölçekli haritalara Hâlihazır Harita denilir. Genel olarak Herhangi bir bölgede Yapılacak olan İmar planlarına altlık olarak üretilen arazide mevcut bina, yol, şev, kuyu, direk, duvar, tel örgü gibi her ne varsa ölçülüp

1/1000 ya da 1/2000 ölçekli olarak düzlemsele aktarılan haritalardır. İmar Planı sınırları dışında kalan yerlerde yapılacak olan yapıların ruhsat alabilmesi için Mevzi İmar Planı'nın dolayısıyla da Hâlihazır Haritası'nın hazırlanması gerekmektedir.



Resim-9 Erzurum Hâlihazır Haritası

Gridleme:

Harita Projeksiyonu:

Dik Koordinat sistemi:

Bir noktanın dünya üzerindeki yeri eksenlere ya da başlangıç noktasına uzaklığı metre cinsinden belirleniyorsa bu sisteme Dik Koordinat Sistemi (Gauss-Krüger Koordinatlar, Grid Koordinatları veya Memleket Koordinatları) denir.

UTM Grid sistemine göre bölümlenerek oluşturulan 1x1 km'lik alanlardır.

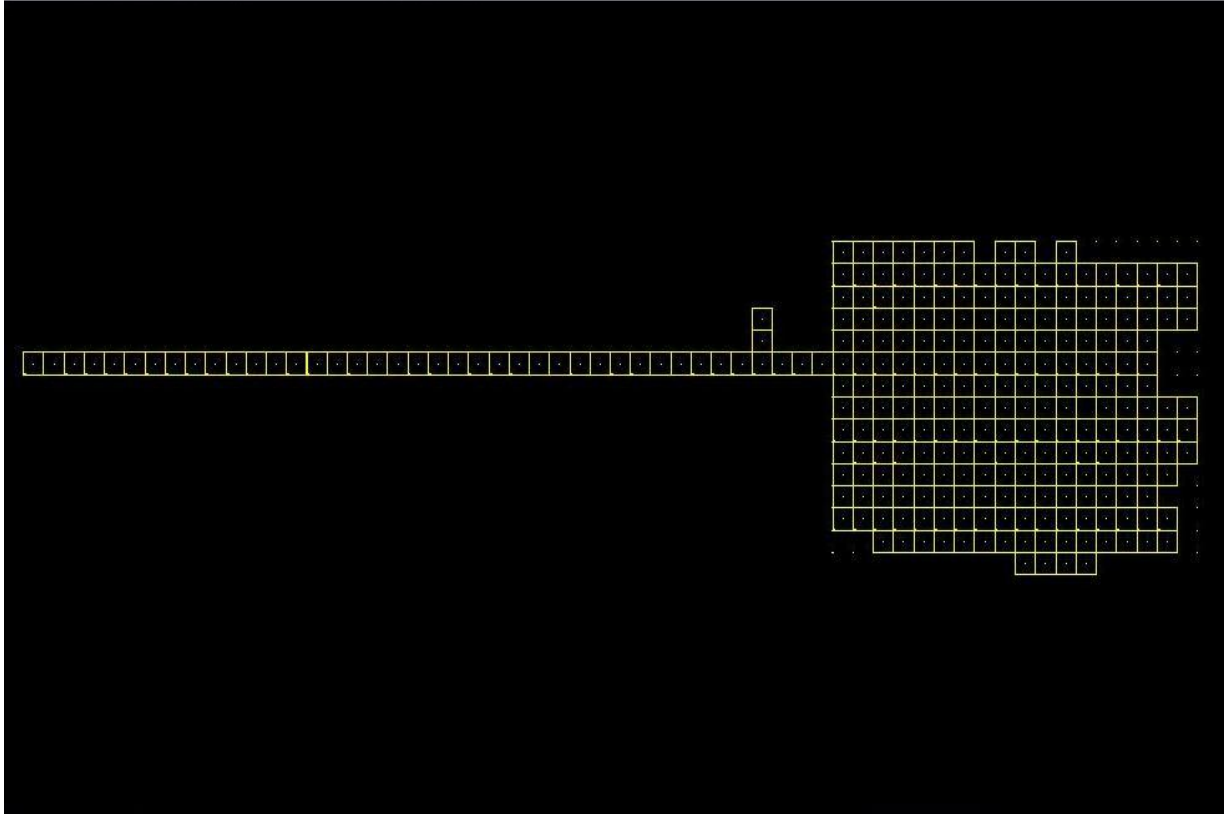
Dik (Grid-Gauss-Krüger-Memleket Koordinatları) Koordinatlarının Bulunması; Dik Koordinat Sisteminde harita gridlere bölünmüştür.

1/25000 ölçekli haritalarda grid Aralığı 1000m.(1 Km. 4 cm.)

1/50000 ölçekli haritalarda grid Aralığı 1000m.(1 Km. 2 cm.)

1/100000 ölçekli haritalarda grid Aralığı 5000m.(5 Km. 5 cm.)

1/250000 ölçekli haritalarda grid Aralığı 10000m.(10 Km. 4 cm.)



Resim-10 Ulusal Sisteme göre 1x1 Km'lik Gridler

#### YARARLANILAN PROGRAMLAR:

##### NETCAD:

NetCAD bir harita çizim programıdır. Proje üretimine yönelik çalışan tüm sektörlerin temel ihtiyacı niteliğinde olan bir CAD programıdır. Hâlihazır harita üretimi, imar planı çizimi, parselasyon haritaları yapımı ve imar uygulamalarının her türlü çizimi ile raporlarının hazırlanması, arazi toplulaştırma, kamulaştırma haritalarının üretimi, yağmurlama projeleri ve coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarını yapabilen bir CAD programıdır.

##### ARCGIS:

Haritalama, coğrafi analizler, veri editleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebileceğiniz entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır.

##### ArcGIS Desktop:

ArcGIS Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder ara yüzleri ile, haritalama, coğrafi analizler, veri editleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebileceğiniz entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır.

## ArcMap:

ArcMap’de mevcut grafik ve sözel verilerin görüntülenmesi, veri güncleme, sorgulama ve analiz, grafikleme ve raporlama araçları ile yüksek kalitede kartoğrafik üretim fonksiyonları bulunmaktadır.

ArcGIS Desktop yazılımlarının (ArcInfo, ArcEditor ve ArcView) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap uygulaması, GIS verileri ile ilgili başlıca şu fonksiyonları yerine getirir;

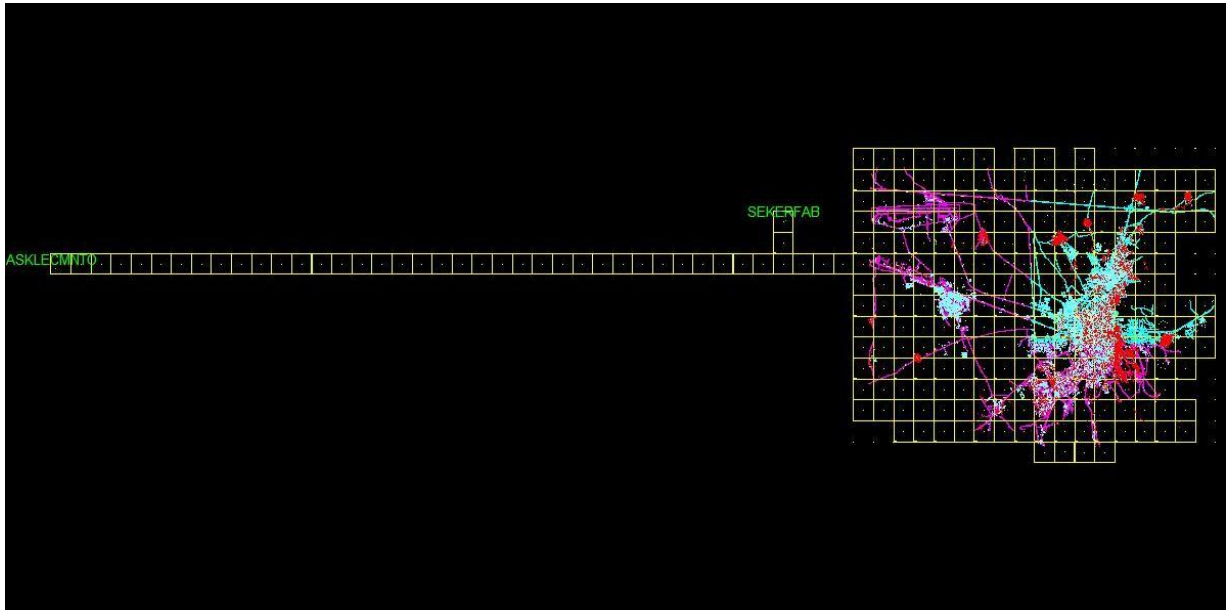
Haritalama (Mapping)	Güncleme (Editing)	Sorgulama (Querying)
Analiz (Analyzing)	Grafikleme (Charting)	Raporlama Reporting)

## Gridlerde Kullanılan Veri Kaynakları ve Metodoloji

Ankara ili için belirlenen çalışma alanı, hali hazır haritaları üzerinde 1 km x 1 km boyutunda gridlere ayrılmıştır. Bu gridlerde konut, sanayi ve trafikten kaynaklanan SOX, NOX, PM10 Kirlenici kaynakları kullanılarak, bu verilerin mekansal dağılımı yapılmıştır.

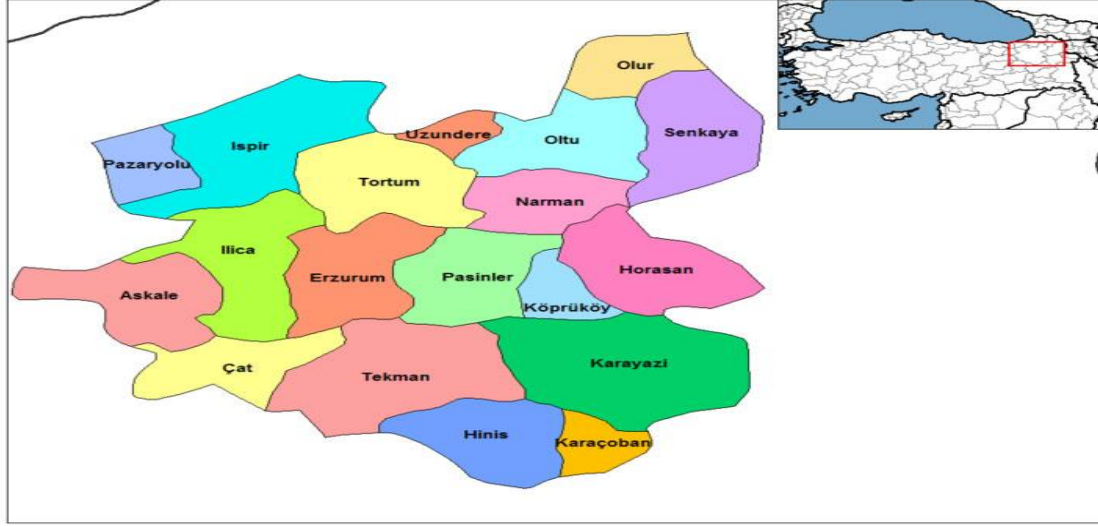
Bu çalışmada kullanılan mekansal verilerden; halihazır harita Erzurum Büyükşehir Belediyesinden, diğer yapılar ve yol bilgileri ise Bakanlığımız Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü’nden alınan “Point Of Interest” verisinden temin edilmiştir. SOX, NOX ve PM10 kirlenici kaynaklarına ise çalıştay kapsamında bulunan emisyon envanteri grubunun yapmış olduğu çalışmalardan elde edilmiştir.

Bu veriler 1. ve 2. çalıştayda ARCGIS Programı ile işlenmeye başlanmış, çalışmaların bir bölümünde NETCAD GIS programı kullanılmış olsa da proje ARCGIS ortamında sonuçlandırılmıştır.



Resim-11 1x1 Km’lik gridlere ayrılmış Erzurum Hâlihazır Haritası

Coğrafi Konumu:

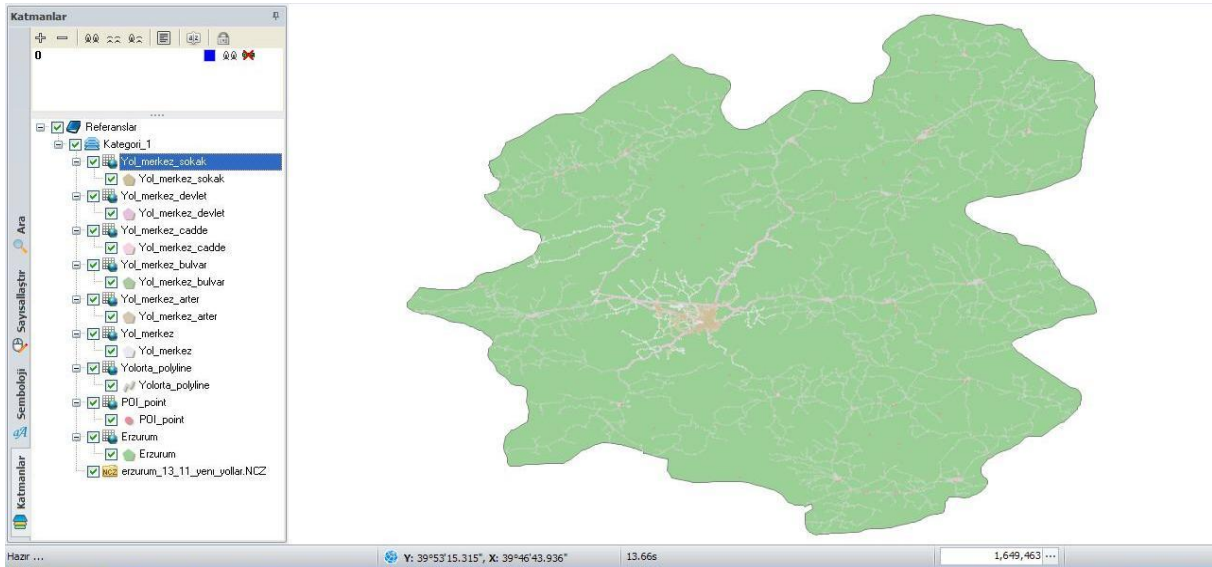


Harita-1 Erzurum İli Haritası

Merkez ilçeler:

- Aziziye
- Palandöken
- Yakutiye

ULAŞIM:



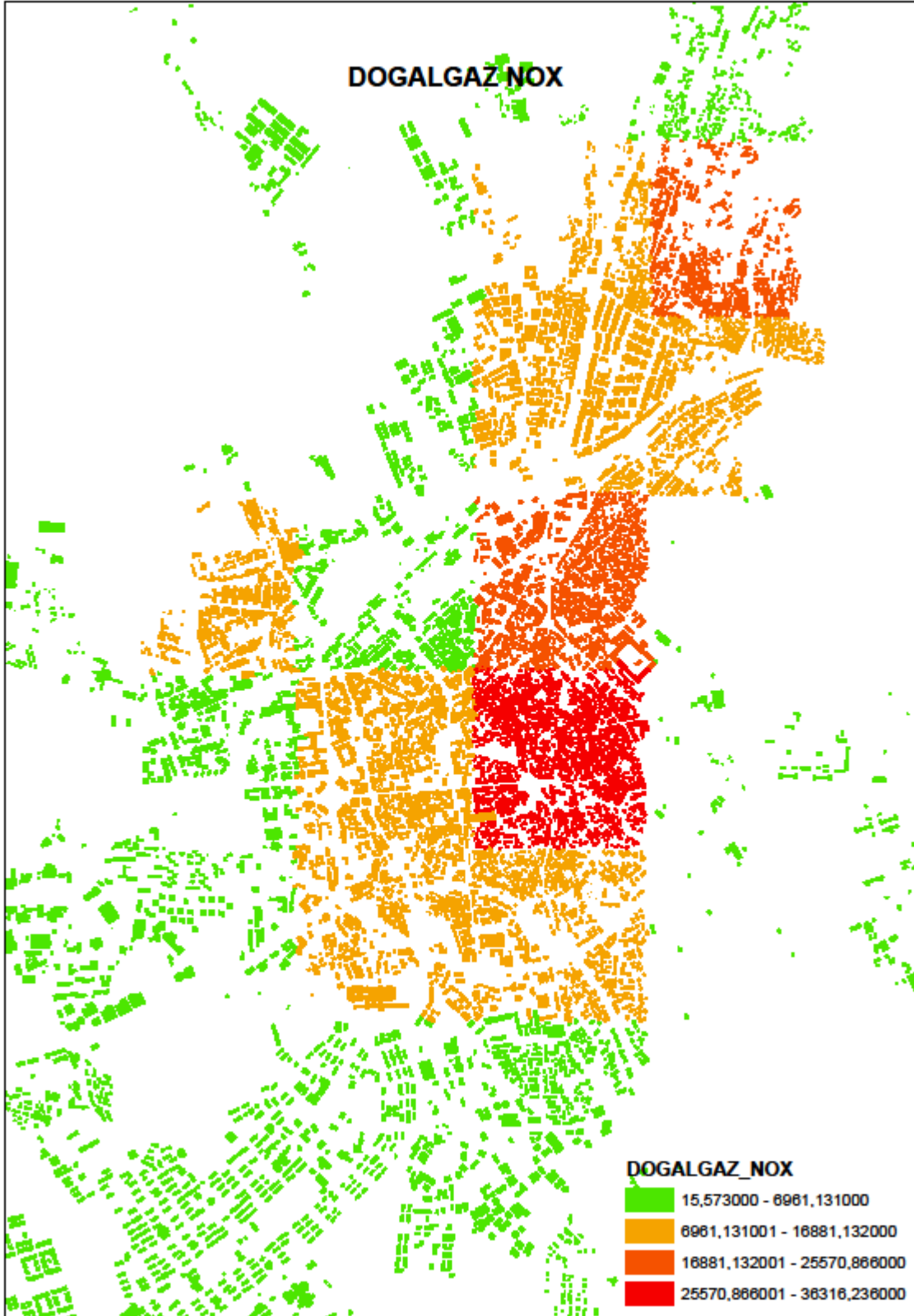
Harita-2 Erzurum Ulaşım Ağını Gösterir Harita

## Sonuç:

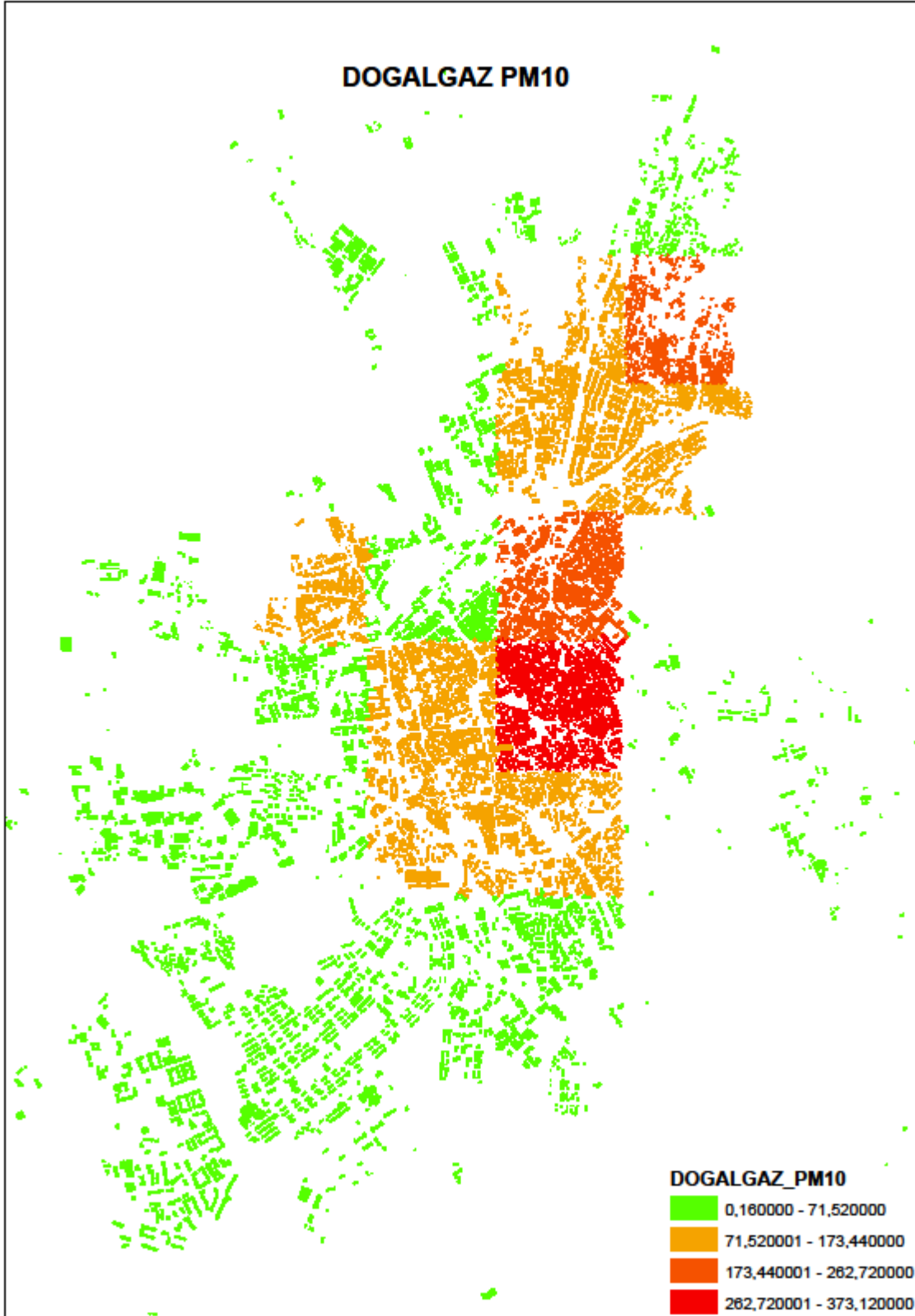
Halihazır Haritada bulunan doğalgaz ve kömür kullanan konutların elde edilen emisyon envanteri ışığında kirletici miktarlarının mekansal dağılımını göstermek amacıyla; NOX, SOX, PM10 kirleticileri baz alınarak, Erzurum İlinde 3 merkez ilçe (Aziziye, Palandöken ve Yakutiye) sınırları kapsamında ArcGIS programı kullanılarak kirlilik haritaları düzenlenmiştir. Hazırlanan Excel tablosu üzerinde bulunan ısınma, sanayi ve trafikten kaynaklanan değerler ile ilişkilendirilmiş ve haritalar ortaya çıkmıştır.

Grid_No	Y	X	Doğalgaz_Konut	Kömür_Konut	Isınma_Kömür_PM10	Isınma_Kömür_PM10_Bir_Bina	Isınma_Kömür_SO2	Isınma_Kömür_SO2_Bir_Bina	Isınma_Kömür_NOX	Isınma_Kömür_N
25001	443500	4427500			0	38.93	0	6.818	0	
25002	443500	4426500			0	38.93	0	6.818	0	
25003	443500	4425500	3	4	155.72	38.93	27.272	6.818	74.144	
25004	443500	4424500			0	38.93	0	6.818	0	
25005	443500	4423500			0	38.93	0	6.818	0	
25006	443500	4422500			0	38.93	0	6.818	0	
25007	443500	4421500			0	38.93	0	6.818	0	
25008	443500	4420500	1	1	38.93	38.93	6.818	6.818	18.536	
25009	443500	4419500	22	1	38.93	38.93	6.818	6.818	18.536	
25010	443500	4418500			0	38.93	0	6.818	0	
25011	443500	4417500			0	38.93	0	6.818	0	
25012	443500	4416500			0	38.93	0	6.818	0	
25013	443500	4415500			0	38.93	0	6.818	0	
25014	443500	4414500			0	38.93	0	6.818	0	
25015	443500	4413500			0	38.93	0	6.818	0	
25016	442500	4427500			0	38.93	0	6.818	0	
25017	442500	4426500			0	38.93	0	6.818	0	
25018	442500	4425500	4	285	11095.05	38.93	1943.13	6.818	5282.76	
25019	442500	4424500			0	38.93	0	6.818	0	
25020	442500	4423500			0	38.93	0	6.818	0	
25021	442500	4422500			0	38.93	0	6.818	0	
25022	442500	4421500			0	38.93	0	6.818	0	
25023	442500	4420500		1	38.93	38.93	6.818	6.818	18.536	
25024	442500	4419500	24	2	77.86	38.93	13.636	6.818	37.072	
25025	442500	4418500	5		0	38.93	0	6.818	0	
25026	442500	4417500			0	38.93	0	6.818	0	

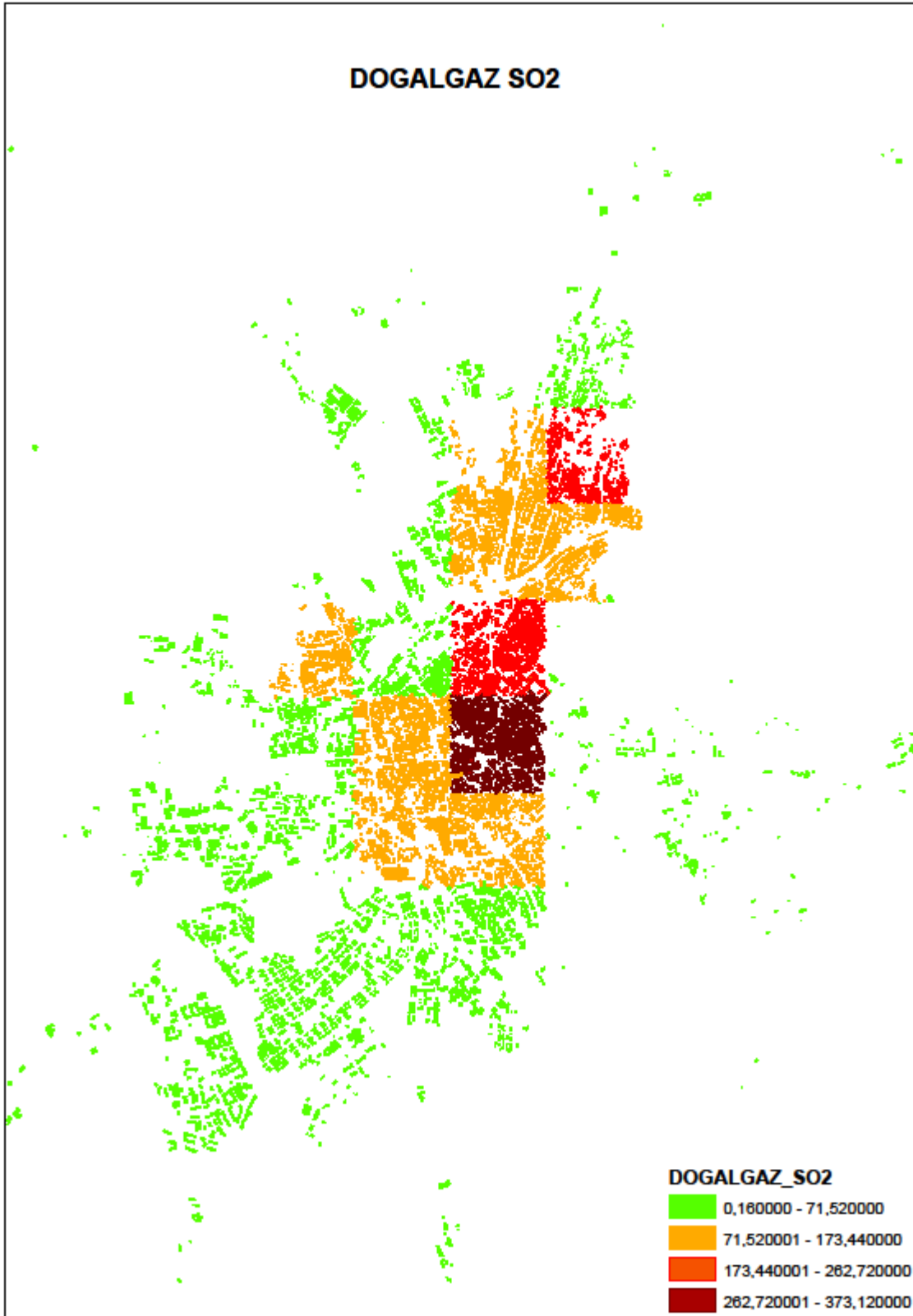
Resim-12 Erzurum İli Grid Tablosu



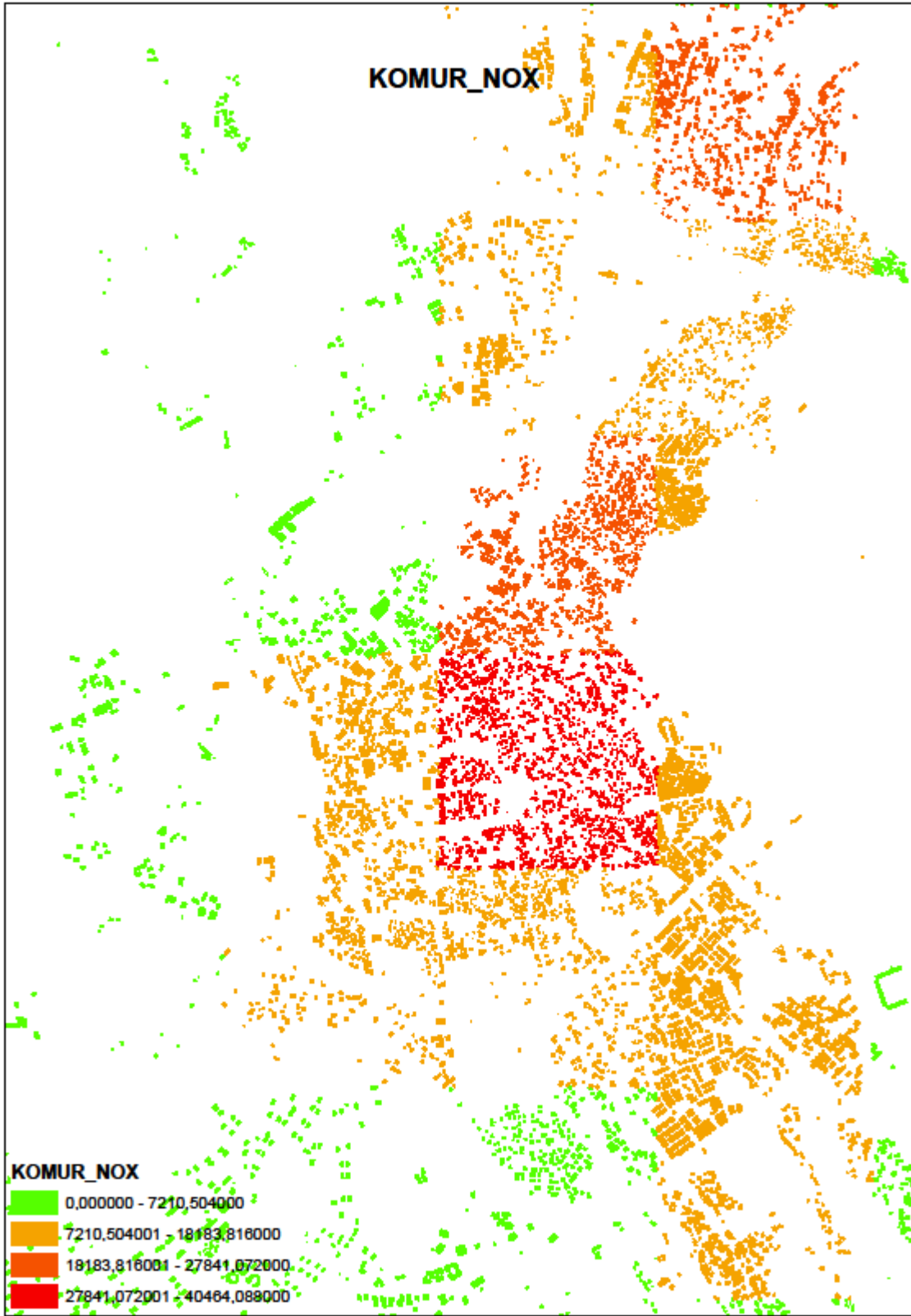
Harita-3 Doğalgaz Nox Dağılım Haritası



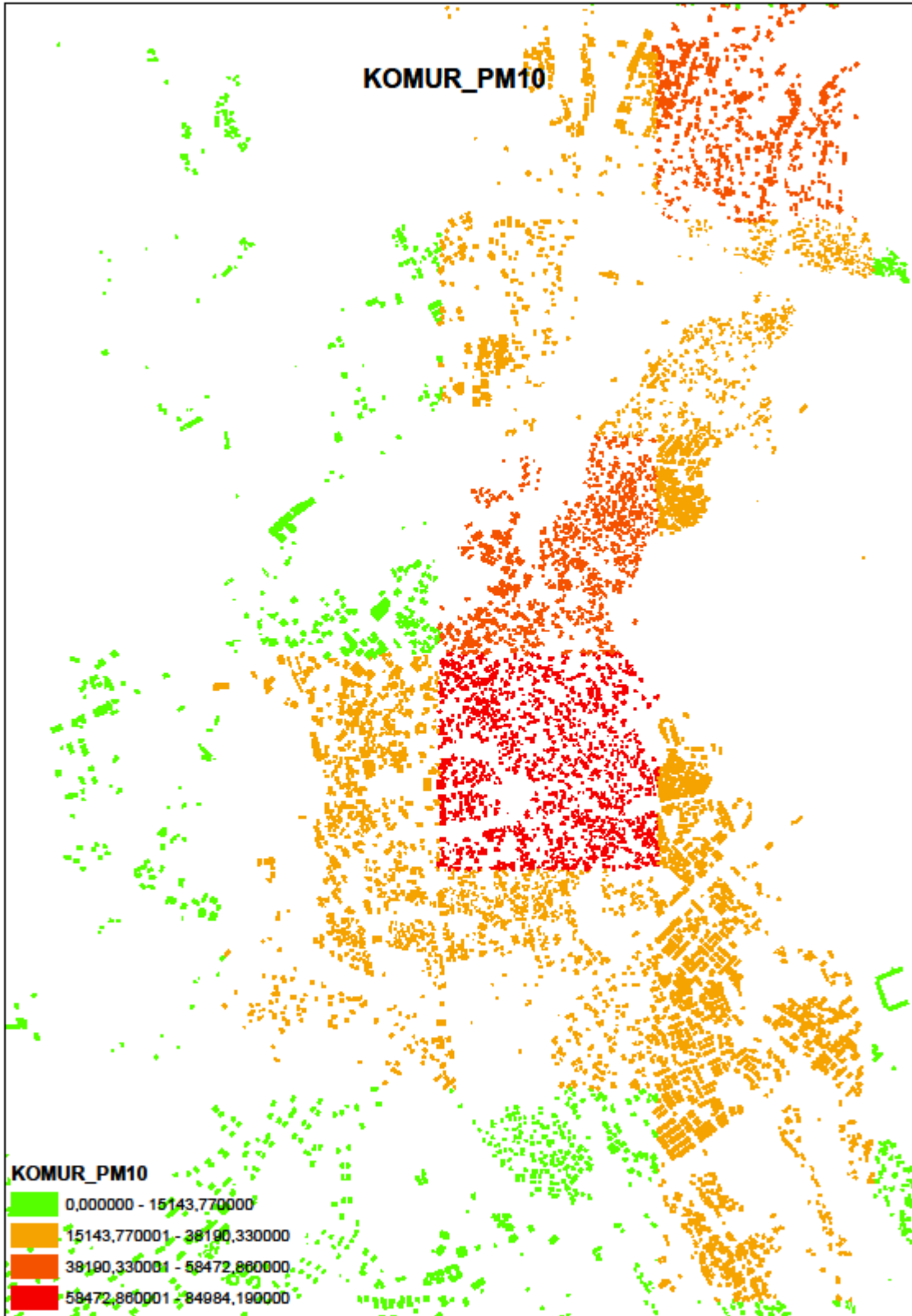
Harita-4 Doğalgaz PM10 Dağılım Haritası



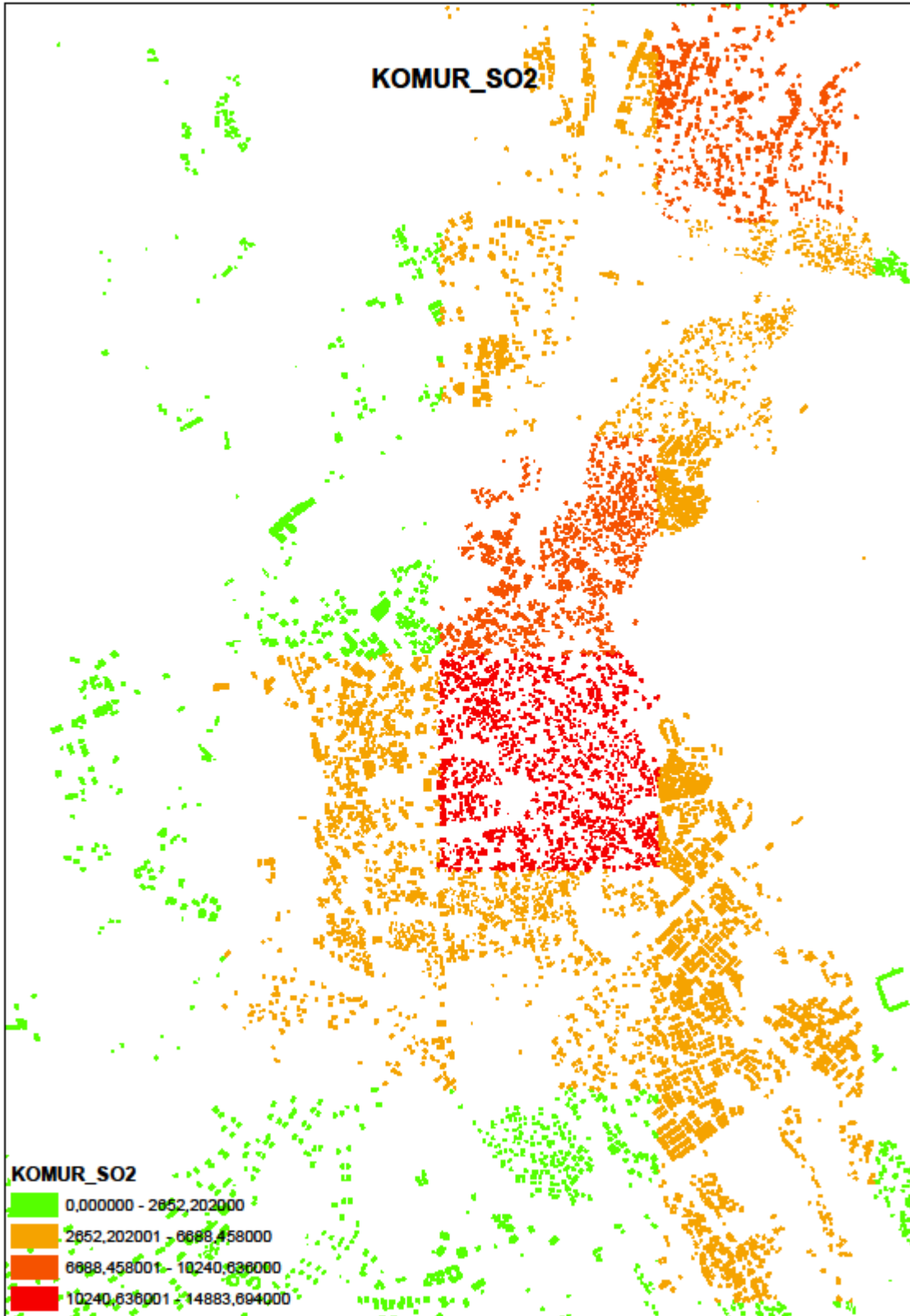
Harita-5 Doğalgaz SO2 Dağılım Haritası



Harita-6 Kömür NOx Dağılım Haritası



Harita-7 Kömür PM10 Dağılım Haritası



Harita-8 Kömür SO<sub>2</sub> Dağılım Haritası