

SİVAS İLİNDE DOĞAL GAZ KULLANIMININ
METEOROLOJİK ÖLÇÜMLER ve HAVA KİRLİLİĞİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ESRA GÜLTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI
2009

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİVAS İLİNDE DOĞAL GAZ KULLANIMININ METEOROLOJİK
ÖLÇÜMLER ve HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

ESRA GÜLTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. HAFİZE SEZER

SİVAS
2009

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

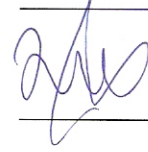
Başkan

Doç. Dr. Hafize SEZER



Üye

Yrd. Doç Dr. Ziyet ÇINAR



Üye

Prof. Dr. Haldun SÜMER



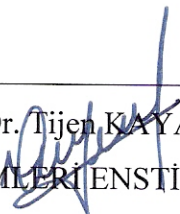
Üye

Üye (Danışman)

ONAY

Bu tez çalışması 17/ 12/ 2009 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Tijen KAYA TEMİZ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 007 sayılı toplantısında kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

Eşime ve Çocuklarıma...

ÖZET

SİVAS İLİNDE DOĞAL GAZ KULLANIMININ METEOROLOJİK ÖLÇÜMLER ve HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Esra GÜLTÜRK

Yüksek Lisans Tezi, Biyoistatistik Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hafize SEZER

2009, 86 sayfa

Bu çalışmada, doğalgaz kullanımının Sivas'taki hava kirliliği üzerine etkisinin meteorolojik ve Kükürt dioksit (SO₂), Partiküller Madde (PM) ölçüm değerleri bakımından incelenmesi ile hava kirliliğinin, en aza indirgenebileceğini gösterebilmek amaçlanmıştır. Doğal gaz öncesi (2004 Kasım- 2005 Ekim), doğal gaz kullanımında ilk dönem (2005 Kasım- 2006 Ekim) ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemine (2006 Kasım- 2007 Ekim) ait havadaki SO₂ ve PM ölçüm miktarları ile meteorolojik ölçümler (ısı, nem, yağış ve rüzgar) arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bu amaçla, Ankara Meteoroloji Müdürlüğü ve Sivas Halk Sağlığı Laboratuvarından alınan veriler kullanılmıştır. Sivas Halk Sağlık Laboratuvarı'ndan günlük 5 istasyondan (Alibaba Sağlık Ocağı, Emek Sağlık Ocağı, Öğretmen Evi, İl Sağlık Müdürlüğü, Şeyh Şamil Sağlık Ocağı) elde edilen ölçümlerin ortalama SO₂ ve PM değerleri alınmıştır. Ankara Meteoroloji Müdürlüğü'nden Sivas ilinin günlük ortalama ısı, nem, yağış ve rüzgâr ölçüm değerleri resmi yazışma yolu ile alınmıştır.

Sivas'da son yıllarda ısınmada kullanılan yakıtların kalitesizliğinden dolayı özellikle kış aylarında hava kirliliği artmaktadır. Bu yoğun hava kirliliğinin önüne geçmek amacı ile şehirde 2004 yılı Ağustos ayı itibari ile doğalgaz alt yapı çalışmaları başlamış ve 2005 yılı sonu itibari ile ısınma amaçlı doğalgazın temiz yakıt olması ve şehrin hava kirliliğini azaltmasında sağlayacağı etkin rolü düşünülerek, doğal gaz kullanımına kademeli olarak geçiş başlamıştır. Bu çalışmada Sivas ilinde doğalgaz uygulamasına geçildikten sonra hava kirliliğindeki SO₂ ve PM, değerleri dikkate alınarak önceki yıllara göre azalmalar belirlenmiştir. Çalışma

sonunda doğalgaza geçiş oranı ile birlikte hava kirliliğinde kademeli bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğal gaz, hava kirliliği, SO₂, PM

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF NATURAL GAS USAGE ON THE METEOROLOGICAL MEASUREMENTS AND AIR POLLUTION IN SIVAS

Esra GÜLTÜRK

Master of Science Thesis, Department of Biostatistics

Supervisor: Doc. Dr. Hafize SEZER

2009, 90 pages.

In this study, it is aimed to show that natural gas usage will be result in an important decrease at air pollution by evaluating meteorological data, sulphur dioxide (SO₂) and Particle Material (PM) values. The relation between SO₂ and PM quantities in the air with meteorological measurements (humidity, downfall and wind) is investigated in three periods; before natural gas usage (December 2004- October 2005), the first period of natural gas usage (December 2005- October 2006) and the second period of natural gas usage (December 2006- October 2007).

Data from Ankara Meteorology Directorship and Sivas Public Health Laboratory was used for this purpose. The average values of SO₂ and PM density is obtained from 5 different stations of Sivas Public Health Laboratory (Alibaba Cottage Hospital, Emek Cottage Hospital, Teacher House, Province Health Management. The average temperature, humidity and wind measurement of Sivas Province were obtained from Ankara Meteorology Management with official correspondences.

In Sivas, the air pollution has increased due to the usage of cheapness fuel especially in winter season. In the August of 2004, natural gas works had started to prevent this intensive air pollution and by the end of 2005 people had begun to use natural gas for warming in houses gradually, because of its efficiency and contribution to air pollution in the city. In this study, a decrease at SO₂ and PM

values in air was determined after natural gas usage. Additionally, it was revealed that natural gas usage result in a decrease at air pollution gradually.

Key words: Natural gas, air pollution, SO₂, PM

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında ve yürütülmesinde emeği geçen ve alıőmalarım süresince anlayışını ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Do. Dr. Hafize Sezer'e sonsuz teőekkürlerimi sunuyorum.

Her zaman benden bilgisini ve yardımını esirgemeyen Yard. Do. Dr. Ziyet ınar'a, alıőmalarım süresince göstermiş olduğu yardımlar için arkadaşım Arş. Gör. Erdoğan Malatyalı'ya, çalıőmalarım boyunca beni her konuda destekleyen ve motive eden sevgili eşim Aziz Gültürk'e, teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER DİZİNİ.....	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1 GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2 GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Hava Kirliliği ve Atmosfer.....	4
2.2 Hava Kirleticileri.....	6
2.2.1 Kirletici Gazlar.....	6
2.2.2 Kirletici Tozlar.....	7
2.3 Hava Kirliliğinin Nedenleri.....	8
2.3.1 Isınmadan Doğan Hava Kirliliği.....	8
2.3.2 Endüstrileşmeden Doğan Hava Kirliliği.....	8
2.3.3 Trafiğin Neden Olduğu Hava Kirliliği.....	10
2.3.4 Doğal Kaynaklardan Doğan Hava Kirliliği.....	11
2.3.4.1 Topografik Yapının Etkisi.....	11
2.3.4.2 Meteorolojik Koşulların Etkisi.....	11
2.4 Sivas'ta Hava Kirliliği ve İklim Şartları.....	12
2.5 Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	13
2.6 Doğal Gaz ve Çevre.....	16
2.6.1 Doğal Gazın Oluşumu.....	17
2.6.2 Doğal Gaz Boru Hatları.....	18
2.7 Sivas'ta Doğal Gaz.....	20
3.GEREÇ ve YÖNTEM.....	24
3.1 Meteorolojik Verilerin Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler.....	24
3.1.1 Isı Değerlerinin Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler.....	25
3.1.2 Nem Değerlerinin Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler.....	25
3.1.3 Rüzgar Değerlerinin Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler.....	26
3.1.4 Yağış Değerlerinin Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler.....	26
3.2 Hava Kirliliği Verilerinin Toplanması ile İlgili Bilgiler.....	27
3.2.1 Kükürt dioksit Miktarının Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler.....	29
3.2.2 Duman Miktarının Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler.....	30
3.3 İstatistiksel Yöntem.....	31
4. BULGULAR.....	32
4.1 Dönemlerin SO ₂ Yönünden Aylara Göre Değerlendirilmesi.....	35
4.2 Dönemlerin Partiküller Madde Yönünden Aylara Göre Değerlendirilmesi.....	39
4.3 Dönemlerin Isı Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi.....	44
4.4 Dönemlerin Yağış Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi.....	45

4.5 Dönemlerin Rüzgar Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi.....	46
4.6 Dönemlerin Nem Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi.....	47
4.7 Dönemlerin Kükürt dioksit Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi...	48
4.8 Dönemlerin Partiküller Madde Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi.....	50
4.9 Dönemlerin Isı Yönünden Değerlendirilmesi.....	51
4.10 Dönemlerin Nem Yönünden Değerlendirilmesi.....	52
4.11 Dönemlerin Rüzgar Yönünden Değerlendirilmesi.....	52
4.12 Dönemlerin Yağış Yönünden Değerlendirilmesi.....	53
4.13 Dönemlerin Kükürt dioksit Yönünden Değerlendirilmesi.....	53
4.14 Dönemlerin Partiküller Madde Yönünden Değerlendirilmesi.....	54
4.15 Dönemlerin SO ₂ ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki İlişkinin Çoklu Regresyon Analizi ve Stepwise Regresyon Analizine Göre Değerlendirilmesi.....	55
4.16 Dönemlerin PM ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki İlişkinin Çoklu Regresyon Analizi ve Stepwise Regresyon Analizine Göre Değerlendirilmesi.....	59
5. TARTIŞMA.....	64
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	72
KAYNAKLAR.....	74
EKLER.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Sivas ilinde doğal gaz abone durumu.....	21
Şekil 4.1 Dönemlerin nem yönünden aylara göre değişimi	78
Şekil 4.2 Dönemlerin ısı yönünden aylara göre değişimi	78
Şekil 4.3 Dönemlerin rüzgar yönünden aylara göre değişimi	79
Şekil 4.4 Dönemlerin yağış yönünden aylara göre değişimi	79
Şekil 4.5 Dönemlerin SO ₂ yönünden aylara göre değişimi	80
Şekil 4.6 Dönemlerin PM yönünden aylara göre değişimi	80
Şekil 4.7 Bağımlı değişken logSo ₂ değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 1.döneme ait artıkların dağılımı.....	81
Şekil 4.8 Bağımlı değişken logSo ₂ değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 2.döneme ait artıkların dağılımı.....	82
Şekil 4.9 Bağımlı değişken logSo ₂ değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 3.döneme ait artıkların dağılımı	83
Şekil 4.10 Bağımlı değişken logpm değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 1.döneme ait artıkların dağılımı.....	84
Şekil 4.11 Bağımlı değişken logpm değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 2.döneme ait artıkların dağılımı.....	85
Şekil 4.12 Bağımlı değişken logpm değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 3.döneme ait artıkların dağılımı.....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1 Dünya atmosferindeki değişik gazların kütleleri.....	4
Çizelge 2. 2 Troposfer tabakasındaki gazın bileşimi.....	5
Çizelge 2. 3 Türkiye mevcut boru hatları	18
Çizelge 2. 4 Türkiye yapım aşamasında olan boru hatları	19
Çizelge 2. 5 Yapımı planlanan boru hatları.....	19
Çizelge 2.6 Sivas ilinde doğal gaz abone durumunun mahallere göre gösterimi.....	22
Çizelge 4.1 Dönem I'e ait meteorolojik ve SO ₂ , PM değerlerinin aylara göre ortalamalarının dağılımı.....	32
Çizelge 4.2 Dönem II'ye ait meteorolojik ve SO ₂ , PM değerlerinin aylara göre ortalamalarının dağılımı	33
Çizelge 4.3 Dönem III'e ait meteorolojik ve SO ₂ , PM değerlerinin aylara göre ortalamalarının dağılımı	34
Çizelge 4. 4 Dönemlere ait, SO ₂ değerlerinin aylara göre incelenmesi.....	35
Çizelge 4. 5 Dönemlere ait, PM değerlerinin aylara göre incelenmesi.....	39
Çizelge 4. 6 Dönemlere ait, Isı değerlerinin mevsimlere göre karşılaştırılması.....	44
Çizelge 4. 7 Dönemlere ait, yağış değerlerinin mevsimlere göre karşılaştırılması...	45
Çizelge 4. 8 Dönemlere ait, rüzgar değerlerinin mevsimlere göre karşılaştırılması.	46
Çizelge 4. 9 Dönemlere ait, nem değerlerinin mevsimlere göre karşılaştırılması...	47
Çizelge 4.10 Dönemlere ait, SO ₂ değerlerinin mevsimlere göre karşılaştırılması...	48
Çizelge 4.11 Dönemlere ait, PM değerlerinin mevsimlere göre karşılaştırılması...	50
Çizelge 4.12 Dönemlere ait ısı değerlerinin karşılaştırılması.....	51
Çizelge 4.13 Dönemlere ait nem değerlerinin karşılaştırılması.....	52
Çizelge 4.14 Dönemlere ait rüzgar değerlerinin karşılaştırılması.....	52
Çizelge 4.15 Dönemlere ait yağış değerlerinin karşılaştırılması.....	53
Çizelge 4.16 Dönemlere ait SO ₂ değerlerinin karşılaştırılması.....	53
Çizelge 4.17 Dönemlere ait PM değerlerinin karşılaştırılması.....	54
Çizelge 4.18 Doğal gaz kullanım öncesi dönem, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO ₂ ile nem, rüzgar, ısı, yağış miktarları arasındaki korelasyon katsayılarının incelenmesi.....	55
Çizelge 4.19 Doğal gaz kullanım öncesi dönem için çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre SO ₂ ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	55
Çizelge 4.20 Doğal gaz kullanım öncesi dönem için stepwise regresyon analizi sonuçlarına göre SO ₂ ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	56
Çizelge 4.21 Doğal gaz kullanımında ilk dönem için çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre SO ₂ ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	57
Çizelge 4.22 Doğal gaz kullanımında ilk dönem için stepwise regresyon analizi sonuçlarına göre SO ₂ ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	57
Çizelge 4.23 Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre SO ₂ ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	58

Çizelge 4.24 Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için stepwise regresyon analizi sonuçlarına göre SO ₂ ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	59
Çizelge 4.25 Doğal gaz kullanım öncesi dönem, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM ile nem, rüzgar, ısı, yağış miktarları arasındaki korelasyon katsayılarının incelenmesi.....	59
Çizelge 4.26 Doğal gaz kullanım öncesi dönem için çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	59
Çizelge 4.27 Doğal gaz kullanım öncesi dönem için stepwise regresyon analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	60
Çizelge 4.28 Doğal gaz kullanımında ilk dönem için çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	61
Çizelge 4.29 Doğal gaz kullanımında ilk dönem için stepwise regresyon analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	62
Çizelge 4.30 Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	62
Çizelge 4.31 Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için stepwise regresyon analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi.....	63

SİMGELER DİZİNİ

\bar{x}	Ortalama
S_x	Standart Hata
μ	Mikro
μg	Mikrogram
cm	Santimetre
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
F	Varyans Analizi
km	Kilometre
m/sn	Metre/saniye
ml	Mililitre
p	Yanılma düzeyi

KISALTMALAR DİZİNİ

A.B.D	Amerika Birleşik Devletleri
Ark.	Arkadaşları
DDY	Devlet Demir Yolları
DNA	Deoxyribo nucleic acid
DNA	Deoksiribonükleik Asit
EPA	Enviromental Protection Agency
EPDK	Enerji Piyasa Düzenleme Kurulu
FEF ₂₅₋₇₅	Maksimal Ekspirasyon Ortası Akım Hızı
FEV ₁	Force Ekspirasyon Volume
FVC	Force Vital Capacity
IL-8	İnterlökin-8
SİDAŞ	Sivas Doğal gaz Anonim Şirketi
SPSS	Statistical Package For Social Sciences
UV	Ultraviolet
Vb.	ve buna benzer
Vd.	ve diğerleri
Ver.	Versiyon
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
y.y	yüzyıl

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Hava da tıpkı su ve toprak gibi kirlenebilen bir ortamdır. Bunlardan farklı olarak bir insan günlerce aç susuz yaşayabileceği halde nefes almadan bir kaç dakikadan fazla yaşayamaz. Bu nedenle hava, içindeki tüm doğal bileşenleri ile yaşam için en kutsal bir haktır (Müezzinoğlu, 1987).

Hava kirliliği modern hayatın getirdiği en önemli sorunlardan birisidir. Hava kirliliği genel anlamda çevre kirliliği 19. yy dan itibaren hızlı bir gelişme gösteren sanayileşme ile birlikte gündeme gelmeye başlamıştır. Hava kirliliği olgusu sosyal, teknik ve ekonomik boyutları ile çok karmaşık bir yapı göstermekte ve her ülke kendi yapısına uygun teknik ve yapısal düzenlemelere gitmektedir. Bu düzenlemelerde hava kirliliği, çevre sağlığı yönünden zararsız sınırlar içerisinde tutulmaya çalışılmaktadır (Gültekin ve Örgün, 1993; Durmaz, 1987).

Ülkemizde, özellikle büyük şehirlerimizin önemli ölçüde etkilendiği hava kirliliğine; düzensiz ve hızlı kentleşme, düşük kaliteli yakıt kullanımı, taşıt trafiğinin yoğunlaşması, sanayi bölgelerinin şehirlerle iç içe olması, endüstriyel gaz atıkları için filtre sisteminin benimsenmemiş olması gibi etkenler neden olmaktadır. Şehirleşmenin neden olduğu hava kirliliği özellikle ısıtma sistemleri, yakma tekniği ve yakıt kalitesinden kaynaklanmakta diğer yandan nüfus patlaması, yanlış yerleşim, aşırı taşıt gibi etkenler bu kirliliği hızlandırmaktadır. “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği” 2 Kasım 1986’da yürürlüğe girmiş olmasına rağmen (Mevcut Yönetmelik 13.01.2005 tarih ve 25699 sayılı Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği Yönetmeliği olarak değişmiştir), hava kirlenmesi problemlerinin azalmasını sağlayamamıştır. Hava kirliliğinin kış aylarında belirli bölgelerimizde yönetmelikte belirtilen uyarı kademelerini aşması kirlenme boyutunun insan yaşamını tehdit edecek sınırlara geldiğini göstermektedir. Hava kirliliğinin önüne geçilebilmesi için yönetmelikte kısa dönem kapsayan önlemler ve uzun dönemde uygulanacak önlemler vardır. Kısa dönemde kirletici kaynakların denetimi ve kontrol altına alınarak, daha temiz yakıtların (hava kirlenmesine daha az etkisi olacak) kullanılması sağlanmalıdır. Uzun dönemde ise; kaynaklarda daha az kirlenme oluşturacak teknolojiler geliştirilerek, temiz

yakıtların üretimi sağlanmalı ve yakıtlara uygun daha yüksek verimli yeni yakma sistemleri geliştirilerek uygulanmalıdır (Bayram ve Müezzinoğlu, 1996).

Endüstrinin gelişmesine orantılı olarak atmosfere normalin dışında zararlı gazlar karışmıştır. Özellikle endüstrinin yoğun olduğu bölgeler ve civarında zararlı maddelerin arttığı gözlenmiştir. Atmosferdeki bu karışımlar, doğal dengede ve ekolojik sistemde etkilerini göstermiş insan, hayvan ve ormanların toplu ölümüne sebep olmuştur (Everest, 1993).

Çeşitli nedenlerle, hava kirliliğinin artması bazı tedbirlerin gündeme gelmesine yol açmıştır. Bu açıdan, özellikle büyük metropollerde kükürt içerikli kömür ve fuel-oil yerine gerçekten çevreyi kirletmeyen doğal gaz bir alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanmış, rüzgârdan veya güneşten solar enerji üretme çalışmaları hız kazanmıştır. Ülkemizde de yoğun kentleşmeyle ortaya çıkmış bulunan hava kirliliğini gidermede doğal gazdan faydalanma yoluna gidilmiş, bu konuda olumlu sonuçlara ulaşılmıştır (Gültekin ve Örgün, 1993).

İç Anadolu'nun doğusunda Kızılırmak Ovasının kuzey kısmında kurulmuş olan Sivas ili 1285 metre yüksekliğinde olup, İç Anadolu Bölgesinin en soğuk ilidir. Karasal iklim egemendir (Ökmen, 2001). Yaz ayları sıcak ve kuru geçer. Çalışma alanında kurak devre Haziran – Eylül, yağışlı devre Ekim – Mayıs arasında olduğunu söylemek mümkündür. Yaz mevsimi kısa sürelidir. Mevsimler ve gece gündüz arasındaki sıcaklık farkları yüksektir. Kış aylarında sıcaklık 0 °C' nin üzerine pek çıkmaz, genelde 0 °C'nin altındadır. En sıcak ay Ağustos en soğuk ay ise Ocaktır. Bu özelliği ile Sivas ülkenin en soğuk illerinden birisidir (Çınar, 1995).

Sivas, bu ağır kış şartlarından dolayı ısınmak amaçlı en az 6 ay yakıt kullanmakta ve şehrin topoğrafik ve meteorolojik yapısı da bu kirleticilerin seyrelmesini güçleştirmektedir. Kirliliğin büyük bir bölümü konutlarda kullanılan yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca son yıllarda ısınmada kullanılan yakıtların kalitesizliğinden dolayı özellikle kış aylarında Sivas'da hava kirliliği artmaktadır. Geçmiş yıllarda Sivas bu özelliği ile Türkiye'de 1. derecede hava kirliliği olan iller listesinde yer almakta idi.

Bu yoğun hava kirliliğinin önüne geçmek amacı ile şehirde 2004 yılı Ağustos ayı itibari ile doğalgaz alt yapı çalışmaları başlamış ve 2005 yılı sonu itibari ile ısınma amaçlı doğal gaz kullanımına kademeli olarak geçiş başlamıştır. Enerji Piyasası

Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından 6 Nisan 2004 tarihinde 311- 15 sayılı kararı ile 30 yıl süre ile Sivas dağıtım bölgesinde Anadolu Doğalgaz A. Ş.'ye dağıtım faaliyeti yapmak üzere lisans verilmiştir

Milyonlarca yıl önce yaşamış bitki ve hayvan kalıntılarının yeraltında yüksek sıcaklık ve basınca maruz kalması ile oluşan doğal gaz, gözenekli kaya boşluklarına sıkışmış olarak ya da petrol yataklarının üzerinde gaz formunda büyük hacimler halinde bulunur. Doğal gazın büyük bölümünü (% 95) metan oluşturur. Metan (CH₄) dışında değişen oranlarda etan (C₂H₆), propan (C₃H₈), butan (C₄H₁₀) gibi diğer hidrokarbonlar da bulunur. Büyük kısmının tek karbon atomlu metan oluşu nedeniyle, atık gazlar içindeki karbondioksit (CO₂) miktarı diğer yakıtlara nazaran minimum miktardadır.

Doğal gaz çevreyi kirletmeyen bir yakıttır. Çevreyi kirleten üç ana faktör SO₂, PM ve is doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır. Doğal gazın en önemli özelliklerinden birisi zehirsiz olmasıdır. Doğal gazın solunması halinde zehirleyici ve öldürücü etkisi yoktur. Ancak ortamda çok fazla birikmişse teneffüs edilecek oksijen azaldığından dolayı boğulma tehlikesi vardır. Yanma ürünü gazlar ortama yayılırsa, diğer yakıtlarda olduğu gibi içerisindeki CO nedeniyle zehirlenme yapabilir (Küçükçalı, 2003).

Bu çalışmada, doğalgaz kullanımının Sivas' taki hava kirliliği üzerine etkisinin metreorolojik ve SO₂, PM ölçüm değerleri bakımından incelenmesi amaçlanmıştır. Doğal gaz öncesi (2004 Kasım- 2005 Ekim), doğal gaz kullanımında ilk dönem (2005 Kasım- 2006 Ekim) ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemine (2006 Kasım- 2007 Ekim) ait havadaki SO₂ ve PM ölçüm miktarları ile meteorolojik ölçümler (ısı, nem, yağış ve rüzgar) arasındaki ilişki incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Hava Kirliliği ve Atmosfer

Hava kirliliği, çeşitli kimyasal süreçlerle açığa çıkan gaz ya da parçacık halindeki maddelerin, özellikle yakıt artıklarının atmosferde canlıların yaşamına zarar verecek miktarlarda birikmesi olarak tanımlanabilir (Beyhun vd., 2008).

Başka bir tanıma göre hava kirliliği, insanların çeşitli aktivitelerinden; endüstri, ulaşım, tabii olaylar ve her türlü enerji kullanımıyla ortaya çıkan bitki, hayvan ve insan sağlığına olumsuz etkileri yanı sıra çevrenin de kirlenmesine sebep olan kirleticilerin atmosfere karışmasıdır (Çakır,1988; İncecik, 1994).

Hava kirliliğini ve kontrolünü anlamada gerekli ilk adım atmosferin bileşim ve yapısını anlamaktır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Dünya Atmosferindeki Değişik Gazların Kütleleri

Gaz	Trilyon ton	Gaz	Trilyon ton
Azot (N ₂)	3900	Ozon (O ₃)	0.003
Oksijen (O ₂)	1200	Ksenon (Xe)	0.002
Argon (Ar)	67	Diazot monoksit (N ₂ O)	0.002
Su Buharı (H ₂ O)	14	Karbonmonoksit (CO)	0.0006
K.dioksit (CO ₂)	2.5	Hidrojen (H ₂)	0.0002
Neon (Ne)	0.065	Amonyak (NH ₃)	0.00002
Kripton (Kr)	0.017	Azotdioksit (NO ₂)	0.000013
Metan (CH ₄)	0.004	Azotmonoksit (NO)	0.000005
Helyum (He)	0.004	Kükürt dioksit (SO ₂)	0.000002
Hidrojen sülfür	0.000001		

Bu gazların değişik miktarları atmosferin dört temel katmanı olan troposfer, stratosfer, mezosfer ve termosferde bulunur.

Kirlilik kontrolü bakımından ilgili en önemli tabaka canlıların çoğunluğunu içinde barındıran tabaka olan troposferdir.

Soluduğumuz havanın bulunduğu troposfer hacimsel olarak % 78 Azot (N₂), % 21 Oksijen (O₂), %1 Argon (Ar) , % 0.03 Karbondioksit (CO₂) ve diğer gazlar vardır (Çizelge 2. 2).

Çizelge 2. 2 Troposfer Tabakasındaki Gazın Bileşimi

Gaz	Konsantrasyon(ppm)	Konsantrasyon(%Hacim)
Azot (N ₂)	780.900	78.09
Oksijen (O ₂)	209.500	20.95
Argon (Ar)	9.300	0.93
Karbondioksit (CO ₂)	320	0.032
Neon (Ne)	18	0.0018
Helyum (He)	5.2	0.00052
Metan (CH ₄)	1.5	0.00015
Kripton (Kr)	1.0	0.0001
Hidrojen (H ₂)	0.5	0.00005
Ozon (O ₃)	0.02	0.000002
Ksenon (Xe)	0.08	0.000008
Diazotmonoksit(N ₂ O)	0.2	0.00002
Karbonmonoksit(CO)	0.1	0.00001
Amonyak (NH ₃)	0.001	0.0000001
Azotdioksit (NO ₂)	0.001	0.0000001
Azotmonoksit (NO)	0.0006	0.00000006
Kükürtdioksit (SO ₂)	0.0002	0.00000002
Hidrojen sülfür(H ₂ S)	0.0002	0.00000002

Ayrıca havanın bileşiminde değişebilen oranda su buharı bulunmaktadır.

Atmosfer kirliliğine neden olan maddelerin kökeni çok çeşitlidir. Şüphesiz hava kirliliğini oluşturan maddelerin başında, enerji kaynağı olarak kullanılan fosil yakıtlar gelmektedir. Ayrıca kimyasal endüstri tarafından gaz olarak bırakılan maddeler, bazı metalurji alanlarına ait tozlar, çimento fabrikalarının bacalarından çevreye yayılan tozlar ve diğer endüstriyel faaliyetler kirlenmeye sebep olurlar (Akman vd., 2000).

Hızlı kentleşme, sanayileşme, motorlu araç sayısının artması, meteorolojik koşullar, ısınmada kullanılan yakıtlar, endüstriyel kuruluşlar ve termik santrallerin yaygınlaşması hava kirliliğinin artmasında önemli rol oynamaktadır. Fosil yakıtlarının yani petrol ve maden kömürlerinin yanması kirletici birçok etkenin havaya karışmasına neden olmaktadır (Beyhun vd., 2008).

Bu kirleticiler arasında asetik asit, aldehitler, karbonmonksit, formaldehit, kurşun, azot oksit, fenoller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, radon, sülfüroksitler, sülfür asit ve volatil organik hidrokarbonlar bulunmaktadır (Beyhun vd.,2008).

Hava kirliliğini sadece sanayileşme ve bunun ekolojik denge ile bütünleşmesine bağlamak hatalı olur. Çünkü hızlı nüfus artışına bağlı olarak plansız şehirleşme ve diğer sebepler nedeni ile şehirlerde yeşil alanların azalması, kalorifer kazanları ve sobalar gibi ısınma araçlarından ve sayısının hızla arttığı motorlu taşıtlardan çıkan duman ve egsoz gazları gibi unsurlar da hava kirlenmesini önemli oranda artırmaktadır. Bu unsurlar özellikle kış aylarının durgun havasında, şehirlerdeki tuğla, taş ve betonun ısıyı absorblayıp tutması ile, geceleri bazı bölgeler sıcak ada halini almaktadır. Bunun sonucu, kendi içinde lokal bir hava sirkülasyonu olmakta ve kirleticiler şehirden uzaklaşmadığından toplu ölümler bile meydana gelmektedir (Can ve Eryener, 1997).

2.2 Hava Kirleticileri

Havayı kirleten maddeler gazlar ve partüküller olmak üzere ikiye ayrılır. Bu kirleticiler, gaz (SO_2 , NO_x , HC, CO, CO_2) ve toz (duman, metalik duman, uçucu kül, mist, aeresoller) halindeki kirleticilerdir. Kaynaktan doğrudan çıkarak havayı kirleten bileşenler (SO_2 , H_2S , NO, CO, HF, HCl, PM) bunlara primer kirleticiler, atmosferde bazı reaksiyonlar sonucu primer kirleticilerden türeyen kirleticilere de sekonder kirleticiler denir. Bunlara SO_3 , H_2SO_4 , NO_2 , PAN (Peroksi asitil nitrat), asitler, aldehitler v.b örnek verebiliriz (Müezzinoğlu, 1987).

2.2.1 Kirletici Gazlar

Kükürtdioksit (SO_2)

Gaz halindeki kirleticiler arasında yanıcı olmayan renksiz bir gaz olan kükürt oksitler en çok bilinen hava kirleticilerdendir. Atmosferde kalıcılık süresi 40 günü bulmaktadır. Çoğunlukla fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelirler.

Antropojenik kükürt oksitlerin % 80'inden fazlasının endüstriyel kaynaklardan meydana geldiği tahmin edilmektedir (Agren, 1991).

Karbonmonoksit (CO)

Renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına eşit mol ağırlığında bir gaz olan karbonmonoksit, bu yüzden hem kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan, hemde varlığı kolay fark edilmeyen zehirli bir gazdır. Atmosferde kolay kolay yok olmaz, ömrü 2- 4 ay kadardır (Müezzinoğlu, 1987).

Birincil bir hava kirletici olan karbonmonoksit, oksijen eksikliği, tutuşma sıcaklığı, yüksek sıcaklıkta gazın kalıcılık zamanı ve yanma odası türbülansı gibi etkenlerden birinin eksikliğinde tam olmayan bir yanma sonucunda CO₂ yerine meydana gelmektedir (Masters, 1991).

Karbondioksit (CO₂)

Havada çok az oranda, % (0 – 0.03), bulunmasına karşın miktarı ve değişkenliği nedeniyle karbondioksit yaşamsal önemi olan bir gazdır.

Atmosfere karışan karbondioksitin yaklaşık % 80- 85'i fosil yakıtların kullanılması sonucunda oluşarak atmosfere karışmakta, % 15- 20'si de canlıların solunumundan ve mikroskobik canlıların organik maddeleri ayrıştırmasından kaynaklanmaktadır (Mitscherlich, 1995). Bir yandan fosil yakıt kullanımının hızla artışı, öte yandan fotosentez için tonlarca karbondioksit harcayan ormanların ve bitkisel planktonların tahribi, atmosferdeki karbondioksit miktarını son 160 bin yılın en yüksek düzeyine ulaştırmıştır.

Atmosferde bulunan karbon dioksit konsantrasyonu fosil kaynaklı yakıtların yanması sonucunda her yıl 2. 3 ppm kadar artmaktadır. Bunun üçte biri okyanus veya derin su kaynaklarınca ve bitkiler tarafından alınarak atmosferden uzaklaştırılmaktadır. Geri kalan 1. 5 ppm ise atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonuna ilave olmaktadır. Bu miktar da atmosferin ısınmasına neden olarak sera etkisini her geçen gün biraz daha arttırmaktadır (Denhez, 2007).

2.2.2 Kirletici Tozlar

Partiküller Madde (PM)

Partiküller, hava kirleticiler içerisinde önemli bir yere sahiptir. Partiküller; toz, duman, sis ve smog olarak sınıflandırılabilir.

Partiküller madde tanım olarak, atmosferde standart şartlarda katı ya da sıvı olarak bulunan birleşmemiş su dışındaki maddelere denilir. Bunlar 0,1 ile 100 µ arasında değişen boylarda bulunurlar. Partiküllerin başlıca kaynaklarını çimento fabrikaları, metal endüstrisi ile araçlar oluşturur. Volkanlar ise partikül emisyonları bakımından en önemli doğal kaynaktır (Yılmaz, 1991).

2.3 Hava Kirliliğinin Nedenleri

Hava kirliliği kaynakları 4 grupta toplamak mümkündür.

2.3.1 Isınmadan Doğan Hava Kirliliği

Ülkemizde üretilen enerji kaynaklarının % 41 'i konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle kış aylarında görülen hava kirliliğinin %90'ı ısınmadan kaynaklanmaktadır. 1950'den itibaren gerçekleşen hızlı kentleşme konutların ısınması kaynaklı enerji tüketimini gittikçe artırarak hava kirliliğinin ortaya çıkışında önemli bir katkıda bulunmuştur. Isınmada kullanılan yakıtın yüksek oranda kükürt ve kül içermesi binalarda ısı yalıtımının yetersiz olması yakılan kömür ve fuel-oil'in alçak bacalarda atmosfere verilmesi yakıtın tam olarak yanmaması gibi faktörlerin yanı sıra inversiyon gibi meteorolojik faktörler bir araya geldiğinde hava kirliliğine katkıda bulunmaktadır (Evyapan, 2008).

Ülkemizdeki linyitlerin büyük bir kısmının ısı değerleri düşük, kül, nem ve azot içerikleri oldukça yüksektir. Isıl değerlerinin düşüklüğü birim enerji üretimi için daha fazla yakılmalarını gerektirmekte ve bu da çevreye daha fazla kirletici yayılmasına neden olmaktadır.

Kalorifer kazanı veya soba gibi kısa alev yollu kısa bacalı yakıcılarda tam verimli olarak yakılamayan linyit kirletici gazların yanı sıra kirletici partiküllerin de atmosfere yayılmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde ısıtma için aşırı bir yakıt tüketimi vardır. Türkiyede birim hacmi ısıtmak için harcanan enerji Fransa'dan % 46, soğuk ve uzun kışlara sahip İsveç'ten % 230 daha fazladır. Bu aşırı yakıt tüketimi ülkemizde yapılarda ısı yalıtımına gereken önemin verilmemesinden kaynaklanmaktadır (Tülbentçi, 1991).

2.3.2 Endüstrileşmeden Doğan Hava Kirliliği

Ülkemiz son 25 yıldır hızlı bir sanayileşme süreci içerisine girmiş ve sanayi kuruluşlarının sayısında ciddi bir artış gözlenmiştir. Hızlı sanayileşme ile birlikte ortaya

ıkan evre sorunları evre bilincinin tamamen göz ardı edilmiş ve İzmit Körfezini İstanbul gibi yoğun sanayi bölgelerinde sonradan çok ciddi boyutlara erişmiştir. Endüstriden kaynaklanan hava kirliliği temel olarak yanlış yer seçimi ve atık gazların yeterli tedbirler alınmadan havaya bırakılmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Halen İstanbul-İzmit arasındaki bölge Bursa, Adapazarı, Murgul, İzmir Adana-Tarsuz bölgesi, Karadeniz Ereğlisi, Karabük, Kırıkkale, Bartın endüstriden kaynaklanan kirlilikten büyük lde etkilenmektedir.

Sanayi açısından gelişmiş ve gelişmemiş iller kıyaslandığında kışın ısınmaya bağlı hava kirliliği nedeniyle tüm kentlerde hava kirleticileri arttığı halde sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu bölgelerde yaz aylarında SO₂ düzeyi belli bir düzeyi korumaktayken diğer illerde sifıra yakın bir düzeye inmektedir.

Türkiyede evre kirliliğine neden olan temel endüstriler;

1. Termik Santraller,
2. Çimento,
3. şeker,
4. Demir elik,
5. Petrokimya endüstrisi olarak sıralanabilir.

Türkiyede enerji üretiminden kaynaklanan SO₂ ve NO_x partikül madde ve diğer kirleticiler şehir ve bölgelerde önemli evre sorunlarına neden olmalarının yanı sıra uluslar arası boyutlarda da tartişılır ölülerde kirliliğe neden olmaktadır. Avrupada en fazla kükürt kirliliğine neden olan 100 termik santral arasında ülkemizden 6 santralde bulunmaktadır.(Afşin, Elbistan, Seyitömer, Yatağan, Kangal, Soma)

Bunun yanı sıra imento sanayinin getirdiğ partikül madde kirliliği de önemli boyuttadır (Evyapan, 2008).

Çimento tesislerinde bilhassa kireç taşı öğütme, hammadde hazırlama ünitelerinin oldukça kısa olan bacalarından atılan fırın atığı sıcak gazların sürükleyip yükselttiği klinker tozların görünümü düz arazide kurulmuş Afyon, Konya gibi kentlerimizin 10- 15 km uzaklıktan fark edilmesine yetecek kadar güçlüdür.

Petrol rafinelerinde ham petrolün ortalama kükürt içeriğine bağı olarak fraksiyonla damıtma ile petrol ürünleri elde edilirken organik kükürtlü gazların sülfürler sülfatlar çok büyük sorunlar oluştururlar. Özellikle kraking adı verilen hidrojen gazı ilavesiyle ağır ürünlerin hafif ürünlere parçalanması sırasında indirgenen kükürt çok kötü kokulu ve zehirli olan H₂S ye dönüşür.

Demir Çelik tesislerinde yan ürün olan kokun elde edilmesi sırasında yüksek fırın bacasından çıkan gazlar hava kirletici özellik taşırlar (Müezzinoğlu, 1987).

Asitleşme

Toprağın asitleşmesine en çok katkıda bulunan maddeler atmosferde birikme sonucu toprağa geçen kükürt bileşikleridir. Azot bileşikleri ise bitkilerin özümseyeceği miktardan fazla olduğu zaman asitleşmeside rol oynamaktadır.

Asit yağmurları

Fabrika ve ev bacaları ile arabaların egzoz borularından salınan gazlar inversiyon olayı ile yükselmekte ve baskın rüzgarlar yönünde taşınmaktadır. Taşınan gazlar su buharının nispeten yoğun olduğu bulutlar içinde su ile birleşerek sülfirik ve nitrik asite dönüşürler sonuç olarakta yağmur şeklindeki yağışlarla atmosferden yeryüzüne inip bitkiler göller akarsular ve denizler üzerine düşerler. Bu olaya asit yağmurları denir (Çınar, 1995).

2.3.3 Trafiğin Neden Olduğu Hava Kirliliği

Benzinli araçlardan kaynaklanan kirlilikten başta kurşun olmak üzere karbon monoksitler hidrokarbonlar ve egzozdan çıkan partikül kirleticilerdir. Bunlar insan sağlığını önemli ölçüde tehdit etmektedir. Ayrıca yazın güneş ışınlarının etkisiyle ozon oluşumu daha da kolaylaşmakta ve fotokimyasal kirlilik meydana gelmektedir. Şehirlerde hava kirliliğinin % 40'ını trafik oluşturmaktadır. Yazın bu oran daha da artmaktadır (Evyapan, 2008).

Son senelerde, otomobillerin sayısının devamlı artması ile bilhassa hava kirliliği probleminin net olarak belli olduğu büyük yerleşim merkezlerinde bu konuda ilgi artmış ve hava kirliliğinin kontrolü çok önem kazanmıştır. Karbon monoksit, hidrokarbon ve azot oksit ihtiva eden kirli gazların zararsız gazlara çevrilmesi için şimdiye kadar denenen çeşitli metodlar arasında içten patlamalı motorun egsoz hattına yerleştirilen katalizör sistemi en başarılı yöntem olmuştur (Önal, 1991).

2.3.4 Doğal Kaynaklardan Doğan Hava Kirliliği

2.3.4.1 Topografik Yapının Etkisi

Yakma sistemlerini çevreleyen topografik yapı (dağlar, yüksek binalar, çatı vb.) hava akımını engelleyebilmekte ve bacadan yayılan kirleticilerin atmosfere karışarak uzaklara dağılmasını zorlaştırmaktadır. Yakma sistemleri için yer seçiminde, kentsel ve endüstriyel planlamalarda topografik yapı, hava kirliliği yönünden önemlidir.

2.3.4.2 Meteorolojik Koşulların Etkisi

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

Atmosfer kararlılık durumu, rüzgar hızına, yer kabuğuna ulaşan güneşin ışıma enerjisine ve yerkabuğundan ışıma yoluyla uzaya verilen ısıya bağlıdır (Durmaz, 1987).

Hava kirleticileri çeşitli hava hareketleri ile atmosfer içinde yatay ve düşey doğrultuda hareket ederler. Kirleticilerin yatay doğrultudaki taşınmasının en etkili meteorolojik faktörü rüzgardır.

Kirleticilerin düşey doğrultuda yayılması ise yeryüzü ile temas halinde olan ısınmış havanın yükselmesi ile olur. Isınmış olan hava kütlesi etrafını çevreleyen soğuk hava moleküllerine nazaran düşük basınca sahiptir, ortamın kaldırma kuvveti ile yükselir. Bu ise kirli havanın yukarılara taşınmasını sağlamaktadır. Normal olarak yeryüzünden atmosferin yukarılarına doğru yükseldikçe sıcaklık belirli oranda azalır, sıcaklığın bu dikey normal gidişini bozan inversiyon olayı, dikey yönlü hava hareketlerinin doğuşunu engellemektedir.

Atmosferde bulunan nem, hava sıcaklığının azalması ile yoğunlaşarak sis oluşturur. Hava içerisinde bulunan aeroller bu yoğunlaşmada çekirdek görevi alır. Sis, havadaki kükürt trioksiti, sülfürik asite çevirir. Güneş ışınlarının yeryüzüne etkisini azaltarak, ısınmayı geciktirir. Havadaki nemin yoğunlaşarak yağmur haline gelmesi havanın temizlenmesine neden olur. Yağmur damlaları kirleticileri yakalayarak beraberinde götürür. Bu olaya havanın yıkanması denir.

Alçak ve yüksek basınç merkezlerinin zaman zaman yer değiştirmesi hava hareketlerini değiştirmektedir. Ancak basınç merkezlerinde hava hareketi yatay doğrultudan merkeze doğru ve saat hareketinin ters yönündedir. Bu hareket vorteks

meydana getirerek havanın düşey doğrultuda yukarıya doğru hareketini sağlayarak hava kirleticilerinin uzaklaşmasını sağlar. Yüksek basınç merkezlerinde havanın yatay düzlemde hareketi merkezden dışarı doğru ve saat hareketi yönündedir. Havanın düşey doğrultudaki hareketi aşağıya doğru olmaktadır. Kirleticiler dağılarak atmosfere ulaşamaz, bu olay hava kirliliği açısından çok tehlikelidir (Everest, 1993).

2.4 Sivas'ta Hava Kirliliği ve İklim Şartları

İç Anadolu'nun doğusunda Kızılırmak Ovasının kuzey kısmında kurulmuş olan Sivas 1285 metre yüksekliğinde olup, oldukça sert, soğuk ve karasal bir iklime sahiptir (Ökmen, 2001). Kışların soğuk ve uzun yaşandığı Sivas kentinde mevsimler ve gece gündüz arasındaki sıcaklık farkları yüksektir. Kış aylarında sıcaklık genellikle 0 °C'nin altında bulunur. Sivas ilinde; kış mevsiminde ısınma amaçlı kullanılan yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliği probleminde yakıtın yakma süresi ve miktarı doğrudan bağlantılıdır (Neverest, 1993; Tecer, 1996).

Kent atmosferinde genellikle yüksek yoğunlukta SO₂ ve partikül madde bulunur. Bununla birlikte iklim şartlarının etkisiyle de Sivas kenti kirlilik bakımından ön sıralardadır (Neverest, 1993; Tecer, 1996).

Sivas'ta hakim rüzgar kuzey rüzgarlarıdır. Kentin kuzeyinde ve doğusunda yüzey şekilleri parçalanmış ve şerit vari tepelerle bölünmüştür. Bu engebe tipinin yarattığı kanallar kente soğuk rüzgarlar iletir. Kent, havanın kirli olduğu kış aylarında rüzgar yönünden sakin bir özelliğe sahiptir. Genellikle kuzey rüzgarlarının estiği kış mevsiminde hız çok zayıf kalır. Kış döneminde esen kuzey rüzgarlarının rüzgar hızı ortalaması 1- 1.3 m/sn arasında değişmektedir. Bu hız kent atmosferindeki kirliliği sürükleyecek güçte değildir (Tecer, 1996).

Sivas kent yerleşim alanı morfolojik olarak çanak görünümünde olup hava sirkülasyonunun yeterince olamadığı bir özelliğe sahip olması nedeniyle hava kirliliği açısından şanssız bir durumdadır. Sivas'ta yılın altı ayı kış olduğu için hava kirliliği de özellikle bu dönemlerde etkili olmaktadır. Kış aylarındaki kirlilik nedeni ise çıplak dağlardan taşınan tozlar, çimento fabrikasının tozları, fırından çıkan duman ve partiküller, trafik araçları, DDY (Devlet Demir Yolları) ve TUDEMSAŞ fabrikasının baca gazlarıdır (Ökmen, 2001).

Valilik ve Belediyenin çevre konularında üzerinde en yoğun çalıştıkları konu hava kirliliğidir. Bunda 1990- 1993 yılları arasında Sivas kentinin hava kirliliğinde ilk beş sırada ve hatta bazen ilk sırada yer almasının büyük katkısı olmuştur. Sivas'ta hava kirliliğinin önlenmesi ve kontrolüne yönelik olarak yapılmakta olan bu çalışmalar sonucunda Halk Sağlığı Labaratuvarı ve Çevre Mühendisliği Fakültesi tarafından değişik cihazlarla SO₂ ve duman ölçümleri yapılmaktadır (Anonim, 2001).

Hava kirliliği Sivas'ın ilçelerinde ise pek fazla sorun olarak görülmemektedir. Bunun nedeni ilçelerde nüfusun ve sanayileşmenin fazla olmamasıdır (Ökmen, 2001).

2.5 Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Hava kirleticileri ile yapılan insan laboratuvar çalışmalarında genel olarak; hava kirleticilerinin vizing, dispne, göğüste sıkışıklık, gibi semptomlara yol açtıkları, spirometrik testlerde (FEV₁, FVC, FEF₂₅₋₇₅) genel olarak bir düşmeye neden oldukları, nonspesifik hava yolu reaktivitesinde artışa sebep oldukları görülmüştür. O₃ ile yapılan çalışmalarda, bu gaza maruziyet sonrasında normal bireylerin hava yolu permabilitesinin arttığı, hava yolu sıvılarında inflamatuvar hücre ve mediatör düzeyinde artış olduğu bildirilmektedir (Peden, 1997; Rusznak, 1997).

NO₂ ile yapılan çalışmalar, nispeten daha zayıf olmakla beraber, normal ve astımlı bireyler üzerinde O₃'a benzer etkiler gösterdiğini bildirmektedirler.

Partiküler hava kirliliğinin komponentini oluşturan dizel egzozu ile yapılan çalışmalarda, laboratuvar ortamında bu gaza maruziyetin sağlıklı gönüllülerde hava yolu sıvılarında nötrofil ve lenfosit gibi inflamatuvar hücre ve IL-8 gibi sitokinlerin düzeyini yükselttiği, biyopsi çalışmalarında da bronş mukozasında inflamatuvar mediatör ekspresyonunu artırdığı bildirilmiştir (Stenfors, 2004).

Atmosferde karbondioksit, azot oksitler, kloroflorokarbon ve halon gazlarının zenginleşmesi iki tür önemli soruna dikkati çekmektedir. Bunlardan ilki dünya sıcaklığının sürekli artması "SERA" etkisi, ikincisi ise dünyamızı güneşin yüksek enerjili ve biyolojik varlıkları için zararlı olduğunu bildiğimiz UV ışımasıdır. Strosferik ozon bozulması sonucu UV ışımasının canlı sistemlere olan zararlı etkisi hücreler tarafından tutulan ışın enerjisinin nükleik asitlerin, strüktürel enzim proteinlerinin, pigmentler gibi canlıların temel yapı bloklarının etkilenmesidir. İlk etki alanının genetik

bilgiyi taşıyan DNA olması kalıtsal bozulmalara yol açmakta ve böylece sadece canlı bireyin değil türün de tehlikede olması olasılığı ortaya çıkmaktadır.

Düşük dozda UV ışınlarının insan sağlığı üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. D vitamini sentezi ve bazı deri hastalıklarının iyileştirilmesi UV-B etkisi ile göz, cilt ve bağışıklık sistemi olumsuz etkilenmektedir. EPA tahminlerine göre stratosferik ozonun her % 1 kaybı dünyada katarakt olaylarında % 0.3 ile 0.6 düzeyinde artışa neden olacaktır. Bu da katarakt körlüğünde % 1 lik ozon azalmasında dolayı yüz bin ile yüzelli bin dolayında bireyin etkileneceğini ortaya koymaktadır.

Yine UV ışınması artışı deriye ilişkin bağışıklık sistemini etkileyecektir. Bunun sonucunda da virüs, bakteri ve diğer parazitlerin etken olduğu hastalık enfeksiyonlarının artışına neden olacaktır (Arcak, 2009).

Hava kirliliği sonucu oluşan asit yağmurlarının insan sağlığı üzerinde dolaylı ve dolaysız olmak üzere 2 tür etkisi belirlenmiştir. Bugüne kadar yapılan araştırmalar henüz asit depolanmasının insanlar üzerinde dolaysız bir etkisini belirleyememiştir. Bununla beraber deri, göz ve solunum sistemindeki direkt etkileri dikkat çekicidir.

Asidik zerrecikler genellikle sülfürdioksit ve nitrik oksitlerin atmosferdeki dispersiyonu ile oluşur. Sonuçta oluşan nitrik ve sülfürik asit diğer partiküller (toz, is, kurum, duman vs) üzerine yapışır. Bu partiküllerin direkt olarak solunması bu asidik yapıların doğrudan akciğerlere kadar gitmesine neden olmaktadır. Bu asidik yapıdaki tozlar ve gazlar nemli ve sıcak akciğer alveollerinde kimyasal olarak kana geçebilirler.

Fosil kökenli yakıt kullanan enerji üretim tesislerinden kaynaklanan hava kirliliğinin “İnsan Sağlığına Etkileri” aşağıdaki başlıklar altında toplanmaktadır:

1. Akciğer Kanseri
2. Bronşit
3. Kronik Bronşit
4. Raşitizm
5. Eklem Romatizması
6. Kalp Hastalıkları

7. Göz Yanmaları

8. Nefes Darlığı

9. Çeşitli tozların vücuttaki birikiminden doğan iştahsızlık ve neticesinde, vücudun zayıf düşerek zafiyete uğraması ve hastalığın vücudun direncini zayıflatması

10. Kirli havanın altında yaşayan insanlarda aşırı derecede ihtiyarlama belirtileri görülmesi

11. Romatizma

12. Hava kirliliği içinde yaşanan insanlarda cinsiyet bozukluğu başlaması

13. Suç işleme oranında artış, sinirlilik, ruhsal bozukluklar vb.

14. Kan zehirlenmesi başlar. Hamile kadınlarda zehirlenme oranı yüksektir. Hamile kadınlar düşük yapabilir.

15. Çeşitli tozların deri dokusunun üzerindeki delikleri terle birleşip kapamasıyla deri solunumuna mani olması sonucunda vücutta solunum zorluğu başlar.

Kükürt dioksit, partiküller madde ve asit aerosolleri doğrudan doğruya solunum yollarını etkilerler. Kükürt dioksit ve atmosferdeki ürünleri iritan etki gösterirler. Solunan yüksek konsantrasyondaki kükürt dioksitin %95'i üst solunum yollarından absorbe olur. Bunun sonucu olarak, bronşit, anfizem ve diğer akciğer hastalık semptomları meydana gelir.

Azot dioksitin bulunduğu ortamlarda diğer kirleticilerin ve özellikle ozonun bulunması durumunda, bu kirleticiler arasında oluşan reaksiyonlar nedeniyle insan sağlığında olumsuz etkileşimlerin arttığı belirlenmiştir.

Havadan solunum yolu ile alınan partiküllere ek olarak, yenilen yiyecekler, içilen su aracılığı ile de önemli miktarda metalik partiküller maddeler vücuda alınmaktadır. Havadan solunum yolu ile alınan partiküllere ek olarak, yenilen yiyecekler, içilen su aracılığı ile de önemli miktarda metalik partiküller maddeler vücuda alınmaktadır. Belirli miktarların dışında bulunabilecek her türlü metal, insan sağlığı üzerinde toksik etki gösterir. Atmosfer kirliliğinin bir bölümünü oluşturan metaller, endüstriyel işlemler, fosil yakıtların yakılması sonucunda ortama yayılırlar. Kurşunun tetraetil veya tetrametil gibi organik bileşenlerinin yakıt katkı maddesi

olarak kullanılmaları nedeniyle ortaya çıkan kirleticilerin yetişkinlerde geri dönüşü mümkün olmayan beyin hasarları meydana geldiği belirlenmiştir (www.meteor.gov.tr/FILES/arastirma/webhakir.pdf).

2.6 Doğal Gaz ve Çevre

Petrol gibi, bir fosil enerji kaynağı olan doğalgaz, kül ve cüruf bırakmadan yanan, depolanma sorunu olmayan, daha da önemli olmak üzere, yanma sonucunda havayı kirleten kükürtdioksit ve karbondioksit gazları çıkarmayan çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Geleneksel katı ve sıvı yakıtların tamamı yanma sırasında atmosfere çevre insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri bulunan bazı gazlar yayarken temiz enerji olarak da adlandırılan doğal gazın çevre üzerinde kirletici etkileri bulunmaz.

Özellikle büyük metropollerde kükürt içerikli kömür ve fuel-oil yerine gerçekten çevreyi kirletmeyen doğalgaz bir alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır.

İlk doğal gaz sızıntıları İran'da belirlenmiştir. Kullanıma ise günümüzden 3000 yıl önce Çin'de başlanmıştır. Çinliler, doğal gazı bambu kamışları içinde naklederek, tuz üretim sahalarında kullanmışlardır. Avrupa da kullanımı ise 17. yüzyıldan itibaren başlamış olmakla birlikte ilk doğal gaz teknolojisinin geliştirilmesi bu kıtada olmuştur. Kömürün damıtılmasıyla doğalgaz üretimi teknolojisi ilk defa İngiltere'de uygulanmıştır.

1800'lü yıllarda pek çok Avrupa ülkesinde sanayi ve konutlarda yakıt olarak kullanım alanı bulmuştur. Modern anlamda üretimi, A.B.D.'de 18. yüzyıl başlarında Erie Gölü civarındaki sahalarda, borularla 10 metrelik derinlikten çıkarılarak gerçekleştirilmiş, ilk endüstriyel uygulaması da 1840'lı yıllarda Batı Virginia'daki tuz yataklarında, tuz üretiminde olmuştur. Bugün dünyada üretilen tüm enerjinin yaklaşık % 20'si doğal gazdan sağlanmaktadır. Türkiye'de uygulama 1976 yılında Pınarbaşı Çimento Fabrikası'nda kullanılmasıyla başlamış, yaygın kullanımı ancak boru hattı dağıtım şebekesinin tam olarak tesis edilmesinden sonra başlayabilecektir (Gültekin ve Örgün, 1993).

Doğal gaz; büyük oranda Metan (CH₄), daha az oranlarda Etan (C₂H₆), Propan (C₃H₈), Bütan (C₄H₁₀), Azot (N₂), Karbondioksit (CO₂), Hidrojen sülfür (H₂S), Helyum (He) içeren, renksiz, kokusuz, yüksek kalorili bir gaz yakıttır. Yoğunluğu 0,6–0,8 kg/m³

arasındadır. Havaya göre daha hafif bir gaz olduğu için açık havada uçucu özelliğe sahiptir. Ancak kapalı mahallerde hava içindeki gaz oranı % 5–15 arasındaki değere ulaşırsa patlayıcı özelliği vardır. Bu karışım limitleri arasında ateş, alev, kıvılcım gibi tutuşturucu bir kaynakla temas ederse patlar. Ancak kural ve standartlara uygun olarak doğru bir şekilde kullanıldığında ve gerekli önlemler alındığında doğal gazın en az diğer yakıtlar kadar güvenli olduğu unutulmamalıdır. Doğal gazın kendisi zehirli değildir. Ancak kaçaklarda, havadaki gaz miktarının artmasıyla oksijen azalacağından boğulmaya yol açabilir. Kükürt doğal gazda yok denecek kadar azdır. Yanma sonucunda oluşan yanma ürünlerinin içinde kükürt bulunmaması alev veya dumanla temas eden yüzeylerde korozyon problemini ortadan kaldırmaktadır. İçindeki % karbon oranının diğer yakıtlara göre az olması doğal gazın mavi ve mat bir alevle yanmasına neden olur. Bu ise ocaklarda radyasyon nedeniyle oluşan ısı transferini azaltır. Yanma için gerekli hava miktarı daha azdır. Bu yüzden gazların yanma verimleri de yüksek olur (Arın ve Akdemir, 2002).

2.6.1 Doğal Gazın Oluşumu

Oluşum ve kökeni bugün dahi yeterince aydınlatılamamış olan doğal gaz bazılarında göre doğrudan magmadan, yerbilimcilerin büyük çoğunluğunun üzerinde birleştiği şekliyle de, denizlerin ve göllerin dibinde çökelen tortulların içindeki organik bakiyelerin milyonlarca yıllık bir zaman süreci içinde değişimi sonucunda oluşmuştur.

Denizel ortamda çökelmiş olan organik madde içerikli tortullar zamanla yoğun bir bakteri etkinliğine sahne olurlar. Anaerob karakterde, oksijene karşı büyük duyarlılığı olan metanojen (metan üreten) bakteriler, ortamda bulunan karbondioksit ve hidrojeni tüketerek metan üreten mikro organizmalardır. Bu tür bakterilerin faaliyetleri yalnızca organik materyal içeren denizel tortullarla sınırlı değildir. Hayvansal dışkılar, tarımsal artıklar ve büyük kentlerin çöplerinin toplandığı alanlarda bazı koşullar sağlandığında metan ojen bakterilerin etkisiyle, biyokimyasal bir süreç içerisinde metan oluşabilir. Denizel ortamlarda ise bakteriler çökelen tortulların daha çok üst yüzeylerinde etkili olurlar. Başlangıçta organik çamurların en fazla 10–15 cm'lik üst kuşağı yoğun bir bakteri etkinliği altındadır. Bu evrede bol miktarda bataklık gazı olarak adlandırılan metan oluşumu gerçekleşir. Organik çökeller gömülmeye başladıkça bakteri etkinliği de gittikçe azalır, 30- 40 cm derinlikten sonra da tamamen durur ve

organik maddeler karmaşık moleküller yapı gösteren kerojene dönüşürler. Kerojenlerde, derinlik daha da artıp, sıcaklık yükselince ayrışarak petrol ve doğal gazı oluştururlar.

Doğalgaz oluşumunda bakterilerin ortamda bulunan ve istenmeyen öğeler olan azot, oksijen ve kükürt'ün indirgenerek uzaklaştırılması gibi diğer bir görevi daha vardır. Ancak bu sayede hidrokarbonlar, milyonlarca yıl süren jeokimyasal evrimleri sonucu doğal gaza dönüşebilirler (Arın ve Akdemir, 2002).

2.6.2 Doğalgaz Boru Hatları

Gelişmenin vazgeçilmez unsuru olan enerjinin, küreselleşen dünyada üretim kaynaklarından talep merkezlerine ulaştırılmasında boru hatları en güvenli ve en verimli yollardır. Yaklaşık olarak; dünya petrol rezervinin %67'sine ve dünya doğal rezervinin %40'ına sahip olan Orta Doğu ve Orta Asya ülkeleri ile Avrupa arasında coğrafi köprü olan Türkiye'den geçen ve geçecek boru hatları, uluslararası önem taşımaktadır. Halen doğal gaz boru hattı ile doğalgaz ithal olunan Rusya kaynakları da göz önüne alınırsa, yukarıdaki yüzdeler; doğal gazda Türkiye'nin uluslararası petrol bağlantıları açısından petrol boru hatları, petrol ithalatına güvence getireceği gibi, petrol taşımacılığında Türkiye'ye ekonomik çıkar da sağlayacaktır. Petrol boru hatları konusunda, halen tam kapasiteyle kullanılmayan mevcut Irak-Türkiye Petrol Boru Hattı'nın yanı sıra, gerçekleşmesi için büyük çaba harcanan Hazar geçişli Bakû-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı Projesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'deki petrol boru hattı taşımacılığı ile ilgili faaliyetler BOTAS tarafından yürütülmektedir. Bu faaliyetler çerçevesinde halen var olan petrol ve doğal gaz boru hatları ile yapım aşamasında olanlar ve planlanan boru hatları aşağıda verilmiştir (Eren ve Turan, 2007).

Çizelge 2. 3 Türkiye Mevcut Boru Hatları

• Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı
• Batman-Dört Yol Ham Petrol Boru Hattı
• Ceyhan-Kırıkkale Ham Petrol Boru Hattı
• Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı
• Doğu Anadolu Doğal Gaz İletim Hattı

• Selmo-Batman Ham Petrol Boru Hattı
• Karacabey (Bursa)-İzmir Doğal Gaz İletim Hattı
• Çan-Çanakkale Doğalgaz İletim Hattı

Çizelge 2. 4 Türkiye Yapım Aşamasında Olan Boru Hatları

• Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı (Mavi Akım)
• Bakü - Tiflis - Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı
• Güney Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
• Konya - İzmir Doğal Gaz Boru Hattı
• Türkiye-Bulgaristan-Romanya-Macaristan Doğalgaz
• Boru Hattı (NABUCCO Projesi)

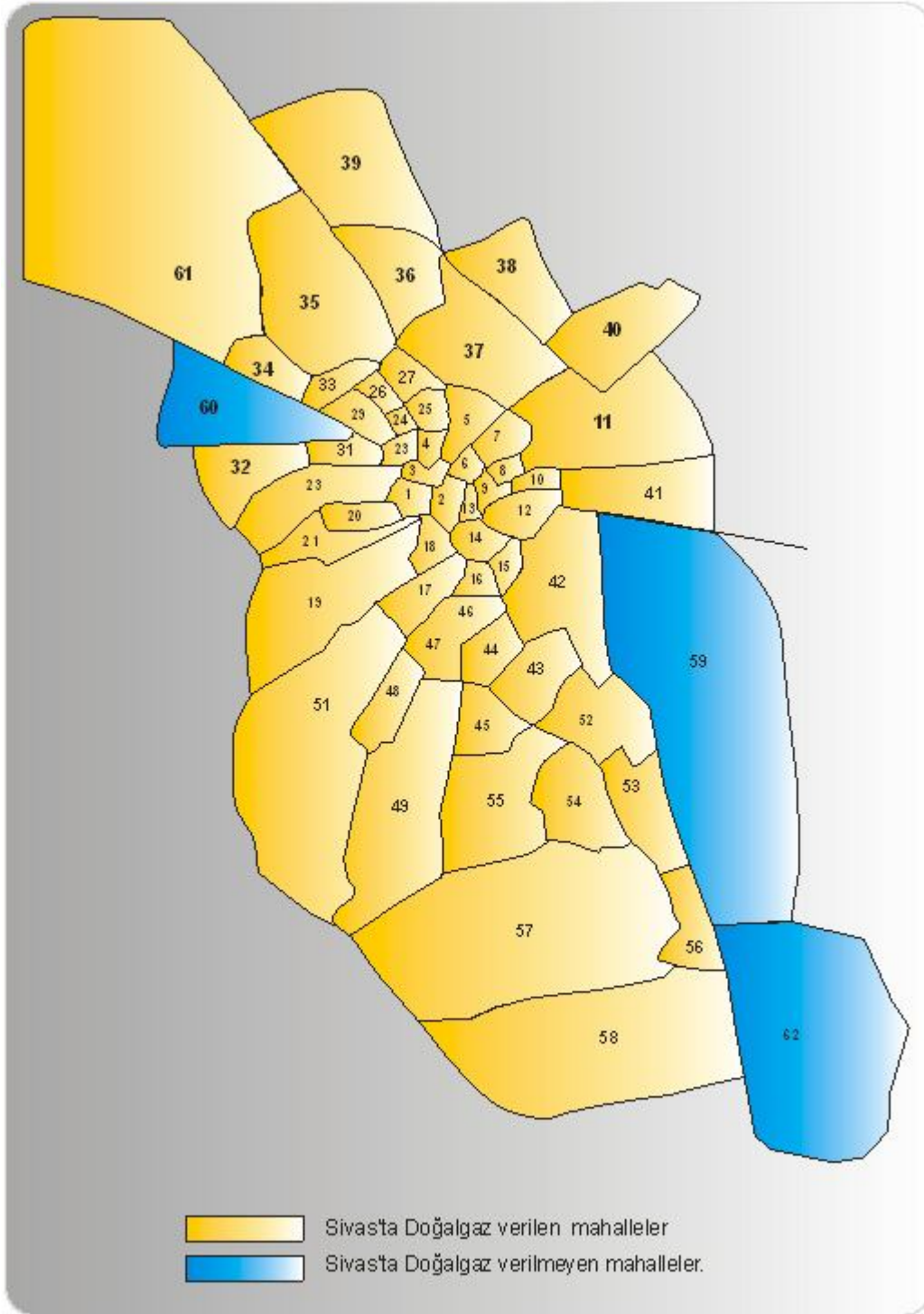
Çizelge 2. 5 Yapımı Planlanan Boru Hatları

• Türkmenistan - Türkiye - Avrupa Doğal Gaz Boru Hattı
• Irak - Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
• Mısır - Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
• Gürcistan - Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı
• Azerbaycan-Türkiye (Sahdeniz) Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
• Trans-Trakya Petrol Boru Hattı Projesi
• Doğu Karadeniz Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
• Karadeniz-Ereğli-Bartın Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
• Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı Projesi

2.7 Sivas'ta Doğalgaz

İç Anadolu bölgesinin en soğuk illerinden biri olan Sivas'ta; karasal iklim egemendir; yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ise uzun ve soğuk geçer. Bu iklimsel özellik, soba ve kaloriferlerde, Ekim ayından itibaren yaklaşık 6 ay yakıt tüketimine neden olmaktadır. Kentte ısınma amaçlı kullanılan yakıtların yaklaşık olarak % 95' ini kömür oluşturmaktadır (Anonim 1995; Müezzinoğlu 1987). Her yıl yaklaşık olarak ortalama 120000 ton katı, 10000 ton sıvı olmak üzere toplam 130000 ton yakıt tüketilmektedir. Yakıtlarda ortalama %3 kükürt baz alındığında yaklaşık 7410 ton SO₂ her yıl atmosfere verilmektedir.

Bu yoğun hava kirliliğinin önüne geçmek amacı ile şehirde 2004 yılı Ağustos ayı itibari ile doğalgaz alt yapı çalışmaları başlamış ve 2005 yılı sonu itibari ile ısınma amaçlı doğal gaz kullanımına kademeli olarak geçiş başlamıştır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından 6 Nisan 2004 tarihinde 311- 15 sayılı kararı ile 30 yıl süre ile Sivas dağıtım bölgesinde Anadolu Doğalgaz A.Ş.'ye dağıtım faaliyeti yapmak üzere lisans verilmiştir. 2005 Kasım itibariyle 1279, 2006 'ta 11549, 2007'de 18659, 2008'de 11379 ve 2009 Haziran sonunda ise 2081 abone ye doğalgaz verilerek toplam doğalgaz abonesi 44947 olmuştur (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Sivas İlinde Doğal Gaz Abone Durumu

Çizelge 2.6 Sivas İlinde Doğal Gaz Abone Durumunun Mahallere Göre Gösterimi

KOD	MAHALLE ADI	2005	2006	2007	2008	2009 HAZİRAN SONU
63	1.ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	1	3	3	14	5
33	ABDULVAHABİGAZİ	-	78	244	79	18
22	AKDEĞİRMEN	64	447	501	260	59
30	ALİBABA	1	78	270	137	18
44	ALTUNTABAK	7	92	310	201	43
17	AYDOĞAN	5	168	210	165	35
23	BAHTİYARBOSTAN	9	164	219	126	20
61	CUMHURİYET ÜNİ.	8	20	190	15	3
3	ÇARŞIBAŞI	32	208	275	130	22
20	ÇAYYURT	44	449	247	166	23
46	ÇİÇEKLİ		93	199	168	16
27	DEDEBALI	-	3	77	50	2
5	DEMİRCİLERARDI	40	262	243	144	27
57	DİRİLİŞ		287	1358	762	154
43	DÖRTEYLÜL	31	263	455	205	54
16	ECE	27	201	389	234	39
54	EMEK	2	213	759	449	38
49	ESENTEPE		10	81	115	25
62	ESENYURT	-	-	-	-	-
2	ESKİKALE	33	119	93	93	31
51	FATİH		12	399	379	98
25	FERHATBOSTAN	7	149	164	106	23
31	GÖKÇEBOSTAN	16	136	267	199	51
9	GÖKMEDRESE	2	89	105	40	3
59	GÜLTEPE	-	-	-	-	-
26	GÜLYURT	37	181	170	109	20
15	HALİL RIFAT PAŞA	43	256	347	156	25
36	HUZUR	20	292	343	283	31
29	İNÖNÜ	1	229	250	139	28
45	İSTİKLAL	-	16	127	174	25
42	KADIBURHANETTİN	44	172	304	148	29
12	KALEARDI	66	285	160	99	28
40	KARDEŞLER		79	127	117	13
60	KARŞIYAKA	-	-	-	-	-
35	KILAVUZ		35	88	125	44
11	KIZILIRMAK	12	147	152	72	15
4	KÜÇÜKMİNARE	8	316	224	110	8
52	KÜMBET		219	589	333	94
37	MEHMET AKİF ERSOY	56	428	754	476	62
18	MEHMETPAŞA	39	314	400	289	32
21	MEVLANA	63	511	624	456	90
28	MİSMİLIRMAK		20	164	118	6
56	MİMARŞİNAN	12	259	772	384	83
34	ORHANGAZİ		7	130	23	3
14	ÖRTÜLÜPİNAR	100	523	605	300	49
6	PAŞABEY	26	370	168	99	16
7	PULUR	76	271	345	97	34
53	SELÇUKLU		252	909	360	60
32	SEYRANTEPE	5	85	269	284	35

1	SULARBAŞI	16	268	312	205	60
39	ŞEYHŞAMİL	25	503	853	410	65
55	TUZLUGÖL	7	9	103	129	12
13	ULUANAK	60	319	211	136	8
10	ÜÇLERBEY	44	146	149	118	27
8	YAHYABEY	10	81	33	59	7
50	YENİDOĞAN	9	125	634	370	38
47	YENİMAHALLE	4	98	310	154	26
41	YENİŞEHİR	167	1032	251	145	27
38	YEŞİLYURT	-	1	27	-	-
24	YİĞİTLER	-	58	129	119	30
48	YUNUSEMRE	-	73	457	392	50
19	YÜCEYURT	-	25	111	154	94

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Sivas ilinde doğal gaz projesinin hava kirliliği üzerine etkisini araştırmak için Ankara Meteoroloji Müdürlüğü ve Sivas Halk Sağlığı Laboratuvarından alınan veriler kullanılmıştır. Sivas Halk Sağlığı Laboratuvarı'ndan günlük 5 istasyondan (Alibaba Sağlık Ocağı, Emek Sağlık Ocağı, Öğretmen Evi, İl Sağlık Müdürlüğü, Şeyh Şamil Sağlık Ocağı) elde edilen ölçümlerin ortalama SO₂ ve PM değerleri alınmıştır. Ankara Meteoroloji Müdürlüğü'nden Sivas ilinin günlük ortalama ısı, nem, yağış ve rüzgâr ölçüm değerleri resmi yazışma yolu ile alınmıştır.

3.1 Meteorolojik Verilerin Ölçülmesi İle İlgili Bilgiler

Sivas ilinde doğal gaz kullanımının meteorolojik ölçümler ve hava kirliliği üzerine etkisini incelemek için, meteorolojik ölçümlerden ısı, nem, yağış ve rüzgâr ölçüm değerleri alınmıştır. Bu değerler 2004, 2005, 2006 ve 2007 yıllarındaki ölçüm değerleridir.

Bu bilgiler alınırken Sivas Meteoroloji Müdürlüğündeki günlük ısı bilgileri her saat başına 10 dk. kala ölçüm yapıp, saat başına kadar internet aracılığı ile tüm ölçümler Ankara Merkez Bilgisayar'a gönderilmektedir. Daha sonra toplanan tüm ölçümler Dünya Meteoroloji Örgütüne (WMO) bildirilmektedir.

Nem ve rüzgâr değerleri ise günlük ortalama şeklinde belirtilmiştir. Yerden 2 metre ve 10 metre yükseklikte rüzgâr ölçümü yapılmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız rüzgâr değerleri 10 metre için elde edilen verilerdir. Yağış miktarları ise günlük toplam olarak verilmektedir.

Elde edilen veriler üç grupta toplanmıştır. Birinci grup doğal gaz kullanımından önceki dönem (2004 Kasım- 2005 Ekim), doğal gaz kullanımında ilk dönem (2005 Kasım- 2006 Ekim) ve doğal gaz kullanımında ikinci döneme (2006 Kasım- 2007 Ekim) ait verilerdir.

Her grupta dönemlere ait yirmi dört saatlik ortalama ısı, ortalama nem, ortalama rüzgâr ve toplam yağış değerleri vardır.

3.1.1 Isı Değerlerinin Ölçülmesi İle İlgili Bilgiler

Isı değerlerinin ölçümü şöyle yapılmaktadır. Sıcaklık kuru termometre ile ölçülmektedir. Bu ölçüm 7, 14, 21'e 10 dk kala yapılır. 7, 14, 2 21'deki değerlerin ortalaması alınarak günlük ortalama bulunur.

$$\text{Günlük ortalama sıcaklık} = \frac{7+14+2 \times 21}{4} \quad (1)$$

Bir güne ait sıcaklık değerleri aşağıdaki şekilde ölçülmüş ise ;

Saat 7 sıcaklığı=12,4°C

Saat 14 sıcaklığı=20,4°C

Saat 21 sıcaklığı=14°C

Günlük ortalama sıcaklık= =15,2° C'dir.

Ayrıca saatlik sıcaklıklar kuru termometrenin yazıcısı olan Termograftan saatlik olarak alınır ve 24'e bölünerek günlük ortalama bulunur. Bu işlemle bulunan ortalama ile yukarıdaki (1) işlemle bulunan ortalama birbirine yakın sonuç verir. Bunlara ek olarak, günün en yüksek sıcaklığı gece saat 21'de maksimum termometre ile ertesi güne ayarlanır. Günün en düşük sıcaklığı da minimum termometre ile saat 21'de ölçülür. Termometre ters çevrilerek skala civanın yanına getirilir ve ertesi güne ayarlanır.

3.1.2 Nem Değerlerinin Ölçülmesi ile İlgili Bilgiler

Nem: Nispi nem hesaplanırken kuru termometre ve ıslak termometre arasındaki fark alınır, bu fark o andaki hava basınç katsayısı ile çarpılır. Elde edilen değer, ıslak termometrenin karşılığı olan katsayıdan çıkartılır. Bulunan değer ondalıklı olarak buhar basıncı veya mutlak nemi verir. Mutlak nem değeri, kuru termometre değerinin karşılığı olan katsayı ile çarpılır ve bulunan değer 100 üzerinden nispi nem olarak verilir.

Bir gün içerisinde ölçülen değerler aşağıdaki şekilde ise;

Kuru termometre sıcaklığı= 17,2

Islak termometre sıcaklığı =14

O andaki basınç katsayısı= 1,052

Kuru termometre- Islak termometre= 17,2-14=3,2 (1)

Fark O andaki basınç katsayısı=3,2× 1,052=3,3664 (2)

Islak termometre katsayısı= 15,98

Mutlak nem veya buhar basıncı=15,98- 3,3664
= 12,6 olur. (3)

Kuru termometre katsayısı= 5,10 ise

Nispi nem =12,6× 5,10=64,26 % 64 olarak bulunur.

3.1.3 Rüzgâr Değerlerinin Ölçülmesi İle İlgili Bilgiler

Rüzgâr: Anemometre denilen alet ile rüzgârın yönü ve hızı ölçülür. Saat 7, 14, 21'deki değerlerin ortalaması alınarak, günlük ortalama değer bulunur.

Günlük ortalama rüzgâr= $\frac{7 + 14 + 21}{3}$,dür.

Hâkim yön güney, güneydoğudur (SE). Kuvvetli rüzgârlar genellikle gök gürültülü yağışlarda veya alçak basınç sistemi gelirken batı ve güney batı yönlerden eser.

Rüzgâr yazıcı aletine anemograf adı verilir. Bunun üzerine 24 saatlik diyagraf takılır, yön ve hız değerleri alınır. Saatlik olarak alınan ölçümler toplanarak 24'e bölünür ve ortalama değer bulunur. Bu işlemle ortalama ile yukardaki işlemle bulunan ortalama aynı değeri verir.

3.1.4 Yağış Değerlerinin Ölçülmesi İle İlgili Bilgiler

Yağış: Pülüviyometre denilen alet ile ölçülür. Bu aletin ağzı 200 cm²'dir. Bu 200 cm²'ye düşen yağış, 1m²'ye düşen yağış miktarına denktir. Yağış değerlerinde saat 7, 14 ve 21'de ölçülür. Günlük toplam verilirken saat 14, 21 ve ertesi günün 7 değeri alınır.

Yağış yazıcı aletine Pülüviyograf denilir. Bu aletin üzerine diyagraf takılarak 24 saatlik süredeki yağış miktarları kayıt edilir. Sifonlu bir alettir.

3.2 Hava Kirliliği Verilerinin Toplanması İle İlgili Bilgiler

İlimizde 1987 yılından itibaren düzenli olarak günlük SO₂ ve duman değerlerinin ölçümü yapılmaktadır. Ölçüm işlemi günde birkez sabah saat 8: 00' de yapılmaktadır.

Çalışmamızdaki kükürt dioksit ve duman ölçüm değerleri halk sağlığı laboratuvarından alınmıştır. Bu değerler 2004, 2005, 2006 ve 2007 yıllarındaki verilerdir.

İngiliz Volimetrik Yarı Otomatik Cihazı ile SO₂ ve duman ölçümü yapılır. Cihazın çalışma şekli aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

Huni ve P.V.C boru yardımıyla emme pompasından çekilen dış hava numunesi sırasıyla klempteki filtre kağıdına, Drechsel şişesindeki % 1 H₂O₂ PH: 4.5 tampon çözeltisine ve buradan da gaz ölçere (sayaç) gelir. Gaz ölçer bir emme pompasına bağlıdır.

Cihazın yerleşim yerinin seçimi:

- I. Seçilen yer o bölgenin havasını temsil etmelidir.
- II. Cihaz;
 - a) Belli emisyon kaynaklarından en az 20 metre uzaklıkta bulunacak şekilde,
 - b) Özel emisyon kaynaklarından ve yol trafiğinden etkilenmeyecek bir yere,
 - c) Güneş ışığından, radyatör gibi ısı kaynaklarından uzakta bir yere yerleştirilmelidir. Sıcaklık H₂O₂'nin parçalanmasına ve drechsel şişesindeki solisyonun buharlaşmasına neden olur.
- III. Giriş hunisi;
 - a) Ne yerdeki tozu alabilecek kadar alçak ne de komşu bacalarından çıkan seyrelememiş dumandan etkilenecek kadar yüksek olmamalıdır. Yerden yükseklik limitleri 3,5- 5metredir.
 - b) Ağaçlardan, köşe başlarından, rüzgar hızını kesebilecek balkon altları ve benzeri yerlerden uzak olmalıdır.
 - c) Binadan uzaklığı 1- 1,5 metre olacak ve huninin ağzıda aşağı bakacak şekilde yerleştirilmelidir.

IV. Huni ile klemler arasındaki P.V.C. borusu ve mümkün olduğunca kısa olmalı ve kıvrım yapmamalıdır. Yılda bir kez örneklem borusu ve hunisi temizlenmelidir.

Deneysel çalışma için gerekli malzeme ve reaktifler

- pH metre
- Distile su (Deionize su tercih edilir)
- BDH indikatörü (0,06 gr Brom kreşolyeşili + 0,04 gr.Metil kırmızısı 100 cc metanol)
- Na_2CO_3 Anhydr (Mercek kalitesinde)
- Metiloranj indikatörü
- Cam malzeme
- 10 ml. lik büret
- 50 veya 100 ml.lik erlen-mayer 3 adet
- 50 ml.lik beher
- 10 ml.lik pipet
- 5 ml.lik pipet
- 1 ml.lik pipet
- 1 lt.lik balon-jöje
- 250 ml.lik balon-jöje
- 100 ml.lik balon-jöje 4 adet
- 50 ml.lik balon-jöje 2 adet
- Saat camı veya petri kutusu

SO_2 ,duman miktar tayinleri için cihazın hazırlanması

Günlük rutin çalışmaları başlamak için filtre kağıtları (Whatman No:1) filtre kağıt tutucularına (klemp) yerleştirilir. Klempler iyice sıkıştırılır. Emilen havanın hangi klemp ve drechsel şişesinden geçtiği saptandıktan sonra o şişeye; 75 ml %1 H₂O₂ pH :4.5 tampon çözeltisi konur ve kapağı iyice kapatılır. Bir defaya mahsus olarak zaman otomotigi emilen havayı otomatik olarak bir sonraki şişeye aktarmak üzere ayarlanır ve bu ssat tespit edilir. Sayaçtan geçen hava miktarlarını tespit etmek için sayaçtaki rakamlar okunur ve kaydedilir.

Cihazın 24 saat olan operasyon süresi başlatılır. 24 saatin sonunda cihazdan geçen hava miktarı tespit edilerek kaydedilir. Bir sonraki şişeye yeni çözelti (%1 H₂O₂ pH: 4.5 tampon çözeltisi) konarak işlem bu şekilde 24 saatlik periyotlar şeklinde sürdürülür.

3.2.1 SO₂ Miktarlarının Ölçülmesi İle İlgili Bilgiler

Havadaki SO₂ nin konsantrasyonu; ölçülen ve filtre kağıdından geçen örneklemin kabarcıklar şeklinde Drechsel şişesindeki (%1 H₂O₂ pH: 4.5 tampon çözeltisinden) geçirilmesi ile çözültide SO₂ nin H₂SO₄'edönüşmesi ile ölçülebilir. Bu miktar asit, standart alkali çözeltisi ile titrasyon ile tayin edilir.

Havadaki kuvvetli asit ve alkaliler bu hesabı etkiler, fakat havadaki bu maddelerin tümünün konsantarsyonları çok azdır. Bundan dolayı gerçek SO₂ konsantrasyonuna çok yakın ve kabul edilebilir. Sonuç elde edilir.

İşlem:

Stok olarak hazırlanan 1 N Na₂CO₃ (F=1) çözeltisinden 0. 5 ml pipet yardımı ile alınarak 50 ml. lik balon jöjeye aktarılır, hacme su ile tamamlanarak iyice çalkalanır (0.01 Na₂CO₃).

Bu çözelti bürete aktarılır. Drechsel şişesindeki numune Erlen-mayer'e aktarılarak üzerine 2 damla BDH indikatörü damlatılır. Bu numune 0.01 Na₂CO₃ çözeltisi ile damla sayısı sayılarak damla damla titre edilir. Titrasyon çözeltisinin rengi gri-mavi olduğu zaman (pH:4.5) titrasyona son verilir. Damla sayısı tespit edilerek kaydedilir.

Hesaplama:

Daha önce deneysel çalışmalar sonucunda SO₂ miktarını (µg/m³) hesaplamak için ;

$$\frac{18,816 \times \text{damlasayia}}{\text{geçenhavamiktari}(m^3)} \text{ formülü kullanılmaktadır.}$$

Fakat bu formülde bir damlanın hacmi 0.0588 ml olarak kabul edilmiştir. Formülü açıkça yazarsak bu husus daha iyi anlaşılmış olur.

$$SO_2 \mu\text{g}/m^3 = \frac{320 \times \text{damlasayia}}{\text{Geçenhavamiktari}} = \frac{18.816 \times \text{damlasayia}}{\text{Geçenhavamiktari}}$$

Daha önceden kullandığımız büretin damlattığı 1 damlanın hacmini tespit etmişsiniz (Vml). Buna göre SO₂ miktarını sağlıklı bir şekilde hesaplayabilmek için;

$$SO_2 \mu\text{g}/m^3 = \frac{320 \times \text{damlahacmi}(Vml \times \text{damlasayia})}{\text{Geçenhavamiktari}(m^3)}$$

Formülünü kullanmamız gerekir.

320: Kat sayısının anlamı

32gr/lt Kükürtdioksitteki kükürtün mol ağırlığı

Bu değeri µg/m³ cinsinden yazdığımızda 320 değerini elde ederiz.

Kış sezonu ortalaması sınır değerleri:

SO₂ 250 (µg / m)

3.2.2 Duman Miktarlarının Ölçülmesi İle İlgili Bilgiler

Örnekleme (dış ortam havası) filtre kağıdına doğru çekildiğinde havadaki duman, filtre kağıdı üzerinde leke halinde belirir. Duman yaklaşık olarak 10 µ ve daha aşağı çaplardaki partikülleri içerir. Bu partiküllerin ağırlıkları dikkat edilmeyecek kadar küçük olduğundan havada asılı halde bulunurlar ve rüzgârın etkisiyle hareket edebilirler.

Filtre kağıdında oluşan lekenin koyuluğu, toplanan dumanın ağırlığına, kapsamına ve yapısına bağlıdır. Atmosferdeki dumanın konsantrasyonu filtre kağıdı

üzerine çekilen hacmi bilinen hava ile tayin edilebilir. Sonuçta lekenin koyuluğu reflektometre ile % reflektans olarak ölçülür

Daha önceden de anlattığımız gibi 24 saatin sonunda klempteki filtre kağıdı klempden alınır. Yerine yenisi takılır. Klemp başlığı iyice sıkıştırılır. Geçen hava miktarı SO₂ miktar tayini yapılırken tespit edilmişti (Aynı rakam duman hesaplamada da kullanılacaktır). Reflektometrede lekenin koyuluğu % reflektans olarak tespit edilir. Ringlemann Eğrisi yardımı ile % reflektansın yüzey konsantrasyonu olarak ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) değerini tespit ederiz.

Aşağıdaki formüldeki verilere elimizdeki değerleri yerleştirerek duman miktarını hesaplarız.

$$\text{Duman miktarı } \mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{18.055 \times (\mu\text{g} / \text{cm}^2) \text{ yüzey konsantrasyonu}}{\text{Geçen havamiktarı} (\text{m}^3)}$$

18.055 kat sayısının anlamı:

Kullanmakta olduğumuz klempelerin iç çapı ve dolayısı ile filtre kağıdında oluşan lekenin çapı 5cm' dir.

$$18.055 = 3.14 \times 22. \text{ cm}^2 \times 0.92$$

$$2.5 = 5/2$$

$$3.14 = \pi$$

$$0.92 = \text{Düzeltilme katsayısı}$$

Kış sezonu ortalaması sınır değerleri

$$\text{Partiküller Madde} \quad 200 (\mu\text{g} / \text{m}^3)$$

3.3 İstatistiksel Yöntem:

Çalışmamızdaki veriler SPSS (ver 14,0) programına yüklenerek verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde Varyans Analiz, Tukey Testi, Çoklu Regresyon Analizi, Stepwise Regresyon Analizi ve Korelasyon Analizi Kullanılmıştır. Ayrıca duman ve kükürt dioksit değerleri normal dağılmadığından bu iki değer logaritmaları alınmıştır. Ölçümlere ilişkin veriler aritmetik ortalama şeklinde belirtilerek yanılma düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmaya aldığımız dönemlere ait ısı, nem, rüzgar, yağış, kükürt dioksit ve duman değerleri aylara göre tablolar yapılarak incelenmiştir. Çalışmamızda;

Dönem I: Doğal gaz kullanım öncesi dönem (2004 Kasım- 2005 Ekim)

Dönem II: Doğal gaz kullanımında birinci dönem (2005 Kasım–2006 Ekim)

Dönem III: Doğal gaz kullanımında ikinci dönem (2006 Kasım–2007 Ekim)

olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.1 Dönem I'e Ait Meteorolojik ve SO₂, PM Değerlerinin Aylara Göre Ortalamalarının Dağılımı

Aylar	Isı	Nem	Yağış	Rüzgar	SO ₂	PM
Ocak	-2,15	77,36	1,57	1,04	102,74	104,16
Şubat	-0,98	74,10	1,73	1,45	73,89	70,35
Mart	3,94	70,14	1,71	1,71	55,45	53,58
Nisan	9,94	62,92	3,85	1,58	44,90	42,16
Mayıs	13,63	66,16	4,50	1,31	24,70	23,61
Haziran	16,55	61,51	5,70	1,55	15,16	14,50
Temmuz	22,09	55,99	4,80	1,45	13,77	12,77
Ağustos	22,31	57,91	2,76	1,49	13,51	13,19
Eylül	15,89	65,15	6,45	1,07	13,83	12,83
Ekim	8,95	72,67	4,07	0,75	39,54	48,25
Kasım	4,29	71,57	7,23	1,05	78,73	78,16
Aralık	-3,60	79,86	1,67	0,79	116,16	112,61

Çizelge 4.2 Dönem II'ye Ait Meteorolojik ve SO₂, PM Değerlerinin Aylara Göre Ortalamalarının Dağılımı

Aylar	Isı	Nem	Yağış	Rüzgar	SO ₂	PM
Ocak	-3,76	78,77	2,75	1,10	63,96	42,12
Şubat	-0,68	76,03	2,52	1,38	63,07	40,17
Mart	5,73	69,88	3,10	1,66	43,61	29,67
Nisan	10,16	64,22	7,85	1,72	34,10	23,06
Mayıs	13,59	66,32	2,85	1,49	23,06	17,03
Haziran	20,09	57,45	0,28	1,55	13,13	12,36
Temmuz	19,28	62,84	0,60	1,71	11,64	11,77
Ağustos	24,82	50,04	0000	1,25	11,35	11,67
Eylül	16,24	65,69	3,000	1,20	13,10	12,26
Ekim	11,94	73,30	6,09	0,81	20,48	16,12
Kasım	4,14	76,34	3,99	0,92	49,56	42,33
Aralık	1,08	76,73	1,78	1,11	65,51	46,45

Çizelge 4.3 Dönem III'e Ait Meteorolojik ve SO₂, PM Değerlerinin Aylara Göre Ortalamalarının Dağılımı

Aylar	Isı	Nem	Yağış	Rüzgar	SO ₂	PM
Ocak	-1,83	69,72	1,62	1,09	84,87	51,22
Şubat	-2,38	75,93	3,95	1,01	84,21	49,89
Mart	4,13	68,64	1,43	1,49	46,58	32,19
Nisan	5,58	66,83	2,20	1,67	45,33	27,20
Mayıs	17,60	58,64	1,97	1,64	28,93	18,51
Haziran	18,85	59,51	2,70	1,52	15,70	12,50
Temmuz	21,95	53,29	000	1,66	12,54	12,25
Ağustos	22,62	60,28	0,66	1,40	11,87	11,32
Eylül	18,48	52,84	1,00	1,18	12,43	11,76
Ekim	13,11	63,06	1,49	1,10	21,35	17,35
Kasım	3,67	72,19	0,79	1,03	70,43	43,54
Aralık	-2,35	69,40	0,22	1,03	96,19	58,93

4.1 Dönemlerin SO₂ Yönünden Aylara Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4. 4 Dönemlere Ait SO₂ Değerlerinin Aylara Göre İncelenmesi

Aylar	Dönem I	DönemII	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	
Ocak	102,74 ± 22,56	63,96 ± 15,69	84,87 ± 19,44	F=30,89 P=0,0001
Şubat	73,89 ± 20,02	63,07 ± 15,56	84,21 ± 30,49	F=5,97 P=0,004
Mart	55,45 ± 18,12	43,61 ± 12,13	46,58 ± 10,84	F=5,94 P=0,004
Nisan	44,90 ± 16,24	34,10 ± 7,15	45,33 ± 8,63	F=9,35 P=0,0001
Mayıs	24,70 ± 7,99	23,06 ± 7,58	28,95 ± 7,60	F=4,75 P=0,0011
Haziran	15,16 ± 2,47	13,13 ± 3,07	15,70 ± 5,01	F=4,05 P=0,021
Temmuz	13,77 ± 2,14	11,64 ± 2,12	12,54 ± 2,61	F=6,66 P=0,002
Ağustos	13,51 ± 1,43	11,35 ± 1,60	11,87 ± 1,94	F=14,08 P=0,0001
Eylül	13,83 ± 2,47	13,10 ± 2,18	12,43 ± 2,37	F=2,66 P=0,075
Ekim	39,54 ± 13,13	20,48 ± 6,45	21,35 ± 9,07	F=36,32 P=0,001
Kasım	78,73 ± 33,31	49,56 ± 16,76	70,43 ± 29,36	F=9,01 P=0,0001
Aralık	116 ± 29,15	64,51 ± 22,99	96,19 ± 29,26	F=28,2 P=0,0001

Ocak ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Şubat ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Mart ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Nisan ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Mayıs ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Haziran ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Temmuz ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Ağustos ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Eylül ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Ekim ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Kasım ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Aralık ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

4.2 Dönemlerin PM Yönünden Aylara Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4. 5 Dönemlere Ait, PM Değerlerinin Aylara Göre İncelenmesi

Aylar	Dönem I	Dönem I	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	
Ocak	104,16 ± 28,20	42,12 ± 11,73	51,22 ± 11,58	F=97,78 P=0,0001
Şubat	70,35 ± 18,89	40,17 ± 11,17	49,89 ± 12,95	F=30,68 P=0,0001
Mart	53,58 ± 10,27	29,67 ± 5,52	32,19 ± 6,88	F=87,46 P=0,0001
Nisan	42,16 ± 11,23	23,06 ± 4,85	27,20 ± 4,38	F=53,73 P=0,0001
Mayıs	23,61 ± 7,53	17,03 ± 3,65	18,51 ± 3,61	F=13,31 P=0,0001
Haziran	14,50 ± 2,33	12,36 ± 2,26	12,50 ± 2,40	F=7,86 P=0,001
Temmuz	12,77 ± 1,33	11,77 ± 1,33	12,25 ± 1,89	F=3,24 P=0,043
Ağustos	13,19 ± 1,66	11,67 ± 1,24	11,32 ± 1,42	F=14,47 P=0,0001
	12,83 ± 1,46	12,26 ± 1,36	11,76 ± 1,69	F=3,72

Eylül				P=0,028
Ekim	48,25 ± 25,42	16,12 ± 3,63	17,35 ± 7,02	F=43,47 P=0,0001
Kasım	78,16 ± 28,86	42,33 ± 11,35	43,53 ± 16,23	F=29,02 P=0,0001
Aralık	112,61 ± 36,22	46,45 ± 19,46	58,93 ± 20,81	F=54,08 P=0,0001

Ocak ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$)

Şubat ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Mart ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$)

Nisan ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$)

Mayıs ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$)

Haziran ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$)

Mayıs ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem ve

doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Haziran ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Temmuz ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Ağustos ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Eylül ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem

ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Ekim ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Kasım ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Aralık ayında doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalara ait fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.3 Dönemlerin Isı Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4.6 Dönemlere Ait, Isı Değerlerinin Mevsimlere Göre Karşılaştırılması

Mevsimler	Dönem I	Dönem II	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
Sonbahar	3,20 ± 7,24	5,74 ± 5,99	4,82 ± 7,33	F=3,21 p=0,04
Kış	0,31 ± 4,97	0,46 ± 5,76	0,05 ± 4,62	F=0,150 p=0,861
İlkbahar	13,37 ± 4,94	14,60 ± 5,40	14,05 ± 6,63	F=1,054 P=0,350
Yaz	20,14 ± 3,83	20,16 ± 4,09	21,04 ± 3,87	F=1,054 P=0,208

Sonbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlerine ait ısı değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem arası fark ısı yönünden önemli bulunurken, ($p < 0,05$) doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönemi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark ısı yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Kış, ilkbahar ve yaz mevsiminde aynı dönemlere ait ısı ortalamaları karşılaştırıldığında aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

4.4 Dönemlerin Yağış Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4.7 Dönemlere Ait, Yağış Değerlerinin Mevsimlere Göre Karşılaştırılması

Mevsimler	Dönem I	Dönem II	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
Sonbahar	3,76 ± 5,76	4,26 ± 5,99	0,86 ± 2,47	F=8,83 p=0,001
Kış	1,68 ± 1,78	2,80 ± 3,43	2,03 ± 4,00	F=1,39 p=0,253
İlkbahar	4,48 ± 3,96	3,85 ± 6,60	2,26 ± 3,74	F=2,21 P=0,114
Yaz	5,14 ± 5,75	1,80 ± 3,51	0,54 ± 1,48	F=5,74 P=0,007

Sonbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait yağış değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemler arası fark yağış yönünden önemli bulunurken, ($p < 0,05$), doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönemi arası fark yağış yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Yaz mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait yağış değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark yağış yönünden önemli bulunurken ($p < 0,05$), doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemler arası fark yağış yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Kış ve ilkbahar mevsiminde aynı dönemlere ait yağış değerleri yönünden karşılaştırıldığında aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.5 Dönemlerin Rüzgar Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4.8 Dönemlere Ait, Rüzgar Değerlerinin Mevsimlere Göre Karşılaştırılması

Mevsimler	Dönem I	Dönem II	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
Sonbahar	$0,90 \pm 0,574$	$0,92 \pm 0,546$	$1,06 \pm 0,60$	F=1,79 p=0,169
Kış	$1,40 \pm 0,63$	$1,38 \pm 0,77$	$1,20 \pm 0,63$	F=2,30 p=0,102
İlkbahar	$1,48 \pm 0,66$	$1,58 \pm 0,580$	$1,61 \pm 0,59$	F=1,17 P=0,312
Yaz	$1,34 \pm 0,54$	$1,39 \pm 0,538$	$1,42 \pm 0,49$	F=0,506 P=0,604

Mevsimlere göre doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait rüzgar değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.6 Dönemlerin Nem Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4.9 Dönemlere Ait, Nem Değerlerinin Mevsimlere Göre Karşılaştırılması

Mevsimler	Dönem I	Dönem II	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	
Sonbahar	74,74± 8,96	74,45± 8,95	68,17± 9,92	F=17,14 p=0,0001
Kış	73,86± 8,96	74,86± 8,94	71,28± 8,55	F=4,14 p=0,017
İlkbahar	63,56± 11,99	62,70± 10,39	61,62± 9,46	F=0,750 p=0,474
Yaz	59,62± 9,74	59,46± 10,44	55,50± 9,74	F=5,039 P=0,007

Sonbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci döneme ait yağış değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemler arası fark nem yönünden önemli bulunurken, ($p<0,05$) doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönemi arası fark nem yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Kış mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait nem değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem arası fark nem yönünden önemli bulunurken ($p<0,05$), doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönemler arası fark nem yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Yaz mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönemi ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait yağış değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemler arası fark nem yönünden önemli bulunurken ($p<0,05$), doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark nem yönünden önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.7 Dönemlerin SO₂ Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4.10 Dönemlere Ait, SO₂ Değerlerinin Mevsimlere Göre Karşılaştırılması

Mevsimler	Dönem I	Dönem II	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
Sonbahar	78,14 ± 841,11	44,80 ± 24,88	62,57 ± 39,60	F=19,80 p=0,0001
Kış	77,47 ± 28,26	56,67 ± 17,23	71,47 ± 27,90	F=16,50 p=0,0001
İlkbahar	28,21 ± 16,19	23,42 ± 10,58	29,97 ± 14,08	F=5,48 P=0,005
Yaz	13,70 ± 2,04	12,02 ± 2,10	12,28 ± 2,32	F=16,22 P=0,0001

Sonbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönem arası fark SO₂ yönünden önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Kış mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ değerleri karşılaştırıldığında,

dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem fark SO_2 yönünden önemli bulunurken ($p < 0,05$), doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO_2 yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

İlkbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO_2 değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımın öncesi dönem ve doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO_2 yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Doğal gaz öncesi dönem ile doğalgaz kullanımında ikinci dönem arası fark önemsizdir ($p > 0,05$).

Yaz mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci döneme ait SO_2 değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO_2 yönünden önemli bulunurken ($p < 0,05$), doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arası fark SO_2 yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

4.8 Dönemlerin PM Yönünden Mevsimlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4.11 Dönemlere Ait, PM Değerlerinin Mevsimlere Göre Karşılaştırılması

Mevsimler	Dönem I	Dönem II	Dönem III	Sonuç
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
Sonbahar	79,69 ± 40,45	34,89 ± 18,81	62,57 ± 39,60	F=65,62 p=0,0001
Kış	76,22 ± 29,55	37,23 ± 11,20	44,25 ± 13,77	F=98,11 p=0,0001
İlkbahar	26,72 ± 13,92	17,48 ± 5,73	19,39 ± 6,98	F=23,56 p=0,0001
Yaz	12,93 ± 1,48	11,90 ± 1,32	11,78 ± 1,70	F=16,06 p=0,0001

Sonbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımına başlama dönemi ve doğal gaz kullanım sonrası dönemlerine ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanım sonrası dönemi ve doğal gaz kullanımına başlama dönemi ile doğal gaz kullanım öncesi dönemi arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Kış mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımına başlama dönemi ve doğal gaz kullanım sonrası dönemlerine ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım sonrası dönem ile doğal gaz kullanımına başlama dönemi, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımına başlama dönemi ve doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanım sonrası dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

İlkbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımına başlama dönemi ve doğal gaz kullanım sonrası dönemlerine ait PM değerleri karşılaştırıldığında,

dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanıma başlama dönemi ile doğal gaz kullanım öncesi dönem ve doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanım sonrası dönem arası fark PM yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Yaz mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımına başlama dönemi ve doğal gaz kullanım sonrası dönemlerine ait PM değerleri karşılaştırıldığında, dönemlere ait ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Daha sonra gruplar ikişerli Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında Doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanıma başlama dönemi ve Doğal gaz kullanım öncesi dönem ile Doğal gaz kullanım sonrası dönemi arası fark PM yönünden önemli bulunurken, ($p < 0,05$), Doğal gaz kullanımına başlama dönemi ile doğal gaz kullanım sonrası dönem arası fark PM yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

4.9 Dönemlerin Isı Yönünden Değerlendirilmesi

Çizelge 4.12 Dönemlere Ait Isı Değerlerinin Karşılaştırılması ($^{\circ}\text{C}$)

Dönemler	N	$\bar{X} \pm S_x$	Sonuç
2004 Kasım-2005 Ekim	365	9,29 \pm 9,59	F=1,035
2005 Kasım-2006 Ekim	365	10,28 \pm 9,32	p=0,356
2006 Kasım-2007 Ekim	365	10,03 \pm 9,97	

Doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem sıcaklık değerleri karşılaştırıldığında yıllara ait ortalamalar arası farklılık önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

4.10 Dönemlerin Nem Yönünden Değerlendirilmesi

Çizelge 4.13 Dönemlere Ait Nem Değerlerinin Karşılaştırılması

Dönemler	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Sonuç
2004 Kasım-2005 Ekim	365	67,93 \pm 11,78	F=13,57
2005 Kasım-2006 Ekim	365	68,09 \pm 12,02	p=0,0001
2006 Kasım-2007 Ekim	365	64,11 \pm 11,20	

Doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem değerleri karşılaştırıldığında yıllara ait ortalamalar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p>0,05$).

Daha sonra gruplar ikişerli olarak Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem, doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemler arasında nem yönünden fark önemli bulunurken ($p<0,05$), doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem arası fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.11 Dönemlerin Rüzgar Yönünden Değerlendirilmesi

Çizelge 4.14 Dönemlere Ait Yıllarına Ait Rüzgar Değerlerinin Karşılaştırılması

Dönemler	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Sonuç
2004 Kasım-2005 Ekim	365	1,30 \pm 0,63	F=0,29
2005 Kasım-2006 Ekim	365	1,34 \pm 0,65	p=0,746
2006 Kasım-2007 Ekim	365	1,32 \pm 0,61	

Doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemine ait rüzgar değerleri karşılaştırıldığında yıllara ait ortalamalar arası farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.12 Dönemlerin Yağış Yönünden Değerlendirilmesi

Çizelge 4.15 Dönemlere Ait Yağış Değerlerinin Karşılaştırılması

Dönemler	N	$\bar{X} \pm S_x$	Sonuç
2004 Kasım-2005 Ekim	125	3,36 \pm 4,39	F=10,68
2005 Kasım-2006 Ekim	147	3,47 \pm 5,35	p=0,0001
2006 Kasım-2007 Ekim	183	1,50 \pm 3,26	

Doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemine ait yağış değerleri karşılaştırıldığında yıllara ait ortalamalar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Daha sonra gruplar ikişerli olarak Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemler arasında yağış yönünden fark önemli bulunurken ($p < 0,05$), doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem arası fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

4.13 Dönemlerin SO₂ Yönünden Değerlendirilmesi

Çizelge 4.16 Dönemlere Ait SO₂ Değerlerinin Karşılaştırılması

Dönemler	N	$\bar{X} \pm S_x$	Sonuç
2004 Kasım-2005 Ekim	365	49,29 \pm 39,01	F=19,63
2005 Kasım-2006 Ekim	365	34,13 \pm 23,72	p=0,0001
2006 Kasım-2007 Ekim	365	43,96 \pm 34,78	

Doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci SO₂ değerleri karşılaştırıldığında yıllara ait ortalamalar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p > 0,05$).

Daha sonra gruplar ikişerli olarak Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönemler arasında SO₂ yönünden fark önemli bulunurken (p<0,05).

Doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönemi arası fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05).

4.14 Dönemlerin Partiküller Madde Yönünden Değerlendirilmesi

Çizelge 4.17 Dönemlere Ait PM Değerlerinin Karşılaştırılması

Dönemler	N	$\bar{X} \pm S_x$	Sonuç
2004 Kasım-2005 Ekim	365	48,80 39,31	F=80,96
2005 Kasım-2006 Ekim	365	25,33+15,71	p=0,0001
2006 Kasım-2007 Ekim	365	28,77+19,51	

Doğal gaz kullanım öncesi, doğal gaz kullanımına başlama dönemi ve doğal gaz kullanımsonrası PM değerleri karşılaştırıldığında yıllara ait ortalamalar arası farklılık önemli bulunmuştur(p>0.05).

Daha sonra gruplar ikişerli olarak Tukey yöntemine göre karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi ile doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım öncesi dönemleri arasında PM yönünden fark önemli bulunurken, (p<0,05). Doğal gaz kullanımında ikinci dönem ile doğal gaz kullanım dönemi arası fark önemsiz bulunmuştur(p>0,05).

Çizelge 4.18 Doğal gaz kullanım öncesi dönem, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait SO₂ ile nem, rüzgar, ısı, yağış miktarları arasındaki korelasyon katsayılarının incelenmesi

logSO ₂	Nem	Rüzgar	Isı	Yağış
Dönem I	r=0,53 p=0,0001	r=-0,23 p=0,0001	r=-0,87 p=0,0001	r=-0,26 p=0,003
Dönem II	r=0,51 p=0,0001	r=-0,10 p=0,064	r=-0,84 p=0,0001	r=-0,004 p=0,962
Dönem III	r=0,51 p=0,0001	r=-0,28 p=0,0001	r=-0,87 p=0,0001	r=-0,07 p=0,294

Doğal gaz kullanım öncesi dönemde bağımlı değişken logSO₂, Bağımsız değişken nem, rüzgar, ısı, yağış, alınıp çoklu regresyon modeli uyguladığımda aşağıdaki değerler bulunmuştur.

4.15 Dönemlerin SO₂ ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki İlişkinin Çoklu Regresyon Analizi ve Stepwise Regresyon Analizine Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 4.19 Doğal Gaz Kullanım Öncesi Dönem İçin Çoklu Regresyon Analizi Sonuçlarına göre SO₂ ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki Regresyon Katsayılarının İncelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1,802	0,140	12,89	0,0001
Nem	0,001	0,002	0,66	0,506
Rüzgar	-0,018	0,022	0,83	0,405
Isı	-0,031	0,002	14,89	0,001
Yağış	- 0,010	0,003	2,94	0,004

F= 91,44 p= 0,0001 Se= 0,155 R²=0,75

Çizelge 4.19'a göre Çoklu Regresyon Denklemi;

$\log(\text{SO}_2)=180+0,001x_{\text{nem}}- 0,018x_{\text{rüzgar}} -0,031x_{\text{ısı}} -0,10x_{\text{yağış}}$ (şekil 4.8)

Stepwise Regresyon Analizine göre

Doğal gaz kullanım öncesi dönemde bağımlı değişken logSO₂, bağımsız değişken ısı, nem, rüzgar, yağış alınıp stepwise regresyon analizi uygulandığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.20 Doğal Gaz Kullanım Öncesi Dönem İçin Stepwise Regresyon Analizi Sonuçlarına göre SO₂ ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki Regresyon Katsayılarının İncelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1,87	0,019	95,97	0,0001
Isı	- 0,032	0,002	18,31	0,0001
Yağış	-0,01	0,003	3,02	0,003

F=183,58 p= 0,0001 Se= 0,155 R²= 0,76

Çizelge 4.20'ye göre Stepwise Regresyon Denklemi;

$\log(\text{SO}_2)=1.87-0.032X_{\text{ısı}}-0.01X_{\text{yağış}}$

Doğal gaz kullanımının ilk döneminde bağımlı değişken log SO₂, bağımsız değişken nem, rüzgar, ısı, yağış alınıp çoklu regresyon modeli uyguladığında aşığıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.21 Doğal Gaz Kullanımında İlk Dönem İçin Çoklu Regresyon Analizi Sonuçlarına göre SO₂ ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki Regresyon Katsayılarının İncelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1,82	0,128	14,23	0,0001
Nem	-0,002	0,002	-1,475	0,142
Rüzgar	0,004	0,019	0,223	0,824
Isı	-0.026	0,002	-13,961	0,0001
Yağış	0,0001	0,002	-0,358	0,721

F=67,882 p=0,001 Se=0,142 R²=0,65

Çizelge 4.21'e göre Çoklu Regresyon Denklemi;

$\log(\text{SO}_2) = 1,82 - 0,002x_{\text{nem}} + 0,004x_{\text{rüzgar}} - 0,026x_{\text{ısı}} + 0,0001x_{\text{yağış}}$ (şekil 4.9)

Stepwise Regresyon Analizine göre

Doğal gaz kullanımında ilk dönem için bağımlı değişken logSO₂, bağımsız değişken nem, rüzgar, ısı, yağış alınıp stepwise regresyon uygulandığında aşığıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.22 Doğal Gaz Kullanımında İlk Dönem İçin Stepwise Regresyon Analizi Sonuçlarına göre SO₂ ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki Regresyon Katsayılarının İncelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1,646	0,016	102,902	0,0001
Isı	-0,024	0,001	16,368	0,0001

$$F=267,906 \quad p=0,001 \quad R^2=0,65 \quad Se=0,142$$

Çizelge 4.22'e göre Stepwise Regresyon Denklemi;

$$\log(\text{SO}_2)=1.646-0.024X_{\text{ısı}}$$

Doğal gaz kullanımında ikinci dönemde bağımlı değişken $\log\text{SO}_2$, Bağımsız değişken nem, rüzgar, ısı, yağış alınıp çoklu regresyon modeli uygulandığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.23 Doğal Gaz Kullanımında İkinci Dönem İçin Çoklu Regresyon Analizi Sonuçlarına göre SO_2 ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki Regresyon Katsayılarının İncelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	2,281	0.105	21,82	0.0001
Nem	-0,005	0.001	3,57	0.0001
Rüzgar	-0,066	0.019	3,45	0.0001
Isı	-0.033	0.002	20,84	0.0001
Yağış	-0.006	0.004	1,59	0.114

$$F=132,961 \quad p=0,0001 \quad Se=0.159 \quad R^2=0.74$$

Çizelge 4.23'e göre Çoklu Regresyon Denklemi;

$$\log(\text{SO}_2)=2,281- 0,005x_{\text{nem}}-0,066x_{\text{rüzgar}}-0,033x_{\text{ısı}}-0,006x_{\text{yağış}} \text{ (şekil 4.10)}$$

Stepwise Regresyon Analizine göre

Doğal gaz kullanımında ikinci dönemde bağımlı değişken $\log\text{SO}_2$, bağımsız değişken ısı, nem, rüzgar, yağış alınıp stepwise regresyon uygulandığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.24 Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için Stepwise Regresyon Analizi sonuçlarına göre SO₂ ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	2,329	0.101	23,163	0.0001
Isı	-0.032	0.002	20,97	0.0001
Nem	-0,006	0,001	4,313	0,0001
Rüzgar	-0,069	0,019	3,661	0,0001

$$F=174,945 \quad p=0,0001 \quad Se=0.160 \quad R^2=0.74$$

Çizelge 4.24'e göre Stepwise Regresyon Denklemi

$$\log(\text{SO}_2)=2,329-0.032X_{\text{ısı}}-0.006X_{\text{nem}}-0,069x_{\text{rüzgar}}$$

Çizelge 4.25 Doğal gaz kullanım öncesi dönem, Doğal gaz kullanımında ilk dönemi ve Doğal gaz kullanımında ikinci dönemlere ait PM ile nem, rüzgar, ısı yağış miktarları arasındaki korelasyon katsayılarının incelenmesi

4.16 Dönemlerin PM ile Meteorolojik Ölçümler Arasındaki İlişki Çoklu Regresyon Analizi ve Stepwise Regresyon Analizine Göre Değerlendirilmesi

Doğal gaz kullanım öncesi dönemde bağımlı değişken logPM, bağımsız değişken nem, ısı, yağış, rüzgar alınıp çoklu regresyon modeli uyguladığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.26 Doğal Gaz Kullanımı Öncesi Dönem İçin Çoklu Regresyon Analizi Sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1,784	0,142	12,53	0,0001
Nem	0,001	0,002	0,663	0,509
Rüzgar	-0,021	0,022	0,943	0,347
Isı	- 0,030	0,002	14,26	0,0001
Yağış	-0,009	0,003	2,54	0,012

$$F=83,66 \quad p=0,0001 \quad Se=0,158 \quad R^2=0,74$$

Çizelge 4.26'ya göre Çoklu Regresyon Denklemi:

$$\log PM=1,784+0,001 \times nem-0,021 \times rüzgar-0,030 \times ısı-0,009 \times yağış \quad (\text{şekil 4.11})$$

Stepwise Regresyon Analizine göre

Doğal gaz kullanım öncesi dönemde bağımlı değişken logPM, bağımsız değişken ısı, nem, rüzgar, yağış alınıp stepwise regresyon uygulandığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.27 Doğal gaz kullanımın öncesi dönem için Stepwise Regresyon Analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1.484	0.013	115,733	0.0001
ısı	-0.032	0.001	-16,332	0.0001

$$F=167,534 \quad p=0,0001 \quad Se=0,157 \quad R^2=0,74$$

Çizelge 4.27'e göre Stepwise Regresyon Denklemi

$$\log(PM)=1.494-0.032 \times ısı$$

Doğal gaz kullanımında ilk döneminde bağımlı değişken logPM, bağımsız değişken nem, ısı, yağış, rüzgar alınıp çoklu regresyon modeli uyguladığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.28 Doğal gaz kullanımında ilk dönem için Çoklu Regresyon Analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1,464	0,105	13,966	0,0001
Nem	0,0001	0,001	0,329	0,743
Rüzgar	0,0001	0,016	0,027	0,978
Isı	-0,019	0,001	12,626	0,0001
Yağış	0,0001	0,002	0,386	0,700

F=65,39 p=0,0001 Se=0,116 R²=0,64

Çizelge 4.28'e göre Çoklu Regresyon Denklemi

$\log(\text{PM})=1.464+0.0001X_{\text{nem}}+0.0001X_{\text{rüzgar}}-0.019X_{\text{Isı}}-0.0001X_{\text{yağış}}$ (şekil 4.12).

Stepwise Regresyon Analizine göre

Doğal gaz kullanımında ilk dönemde, bağımlı değişken logPM, bağımsız değişken nem, rüzgar, ısı, yağış alınıp stepwise regresyon uygulandığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.29 Doğal gaz kullanımında ilk dönem için Stepwise Regresyon Analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1.464	0.014	115,733	0.0001
Isı	-0.019	0.001	16,332	0.0001

F=266,73 Se=0.115 R²=0.65 p=0,0001

Çizelge 4.29'a göre Stepwise Regresyon Denklemi

$$\text{Log(PM)}=1.464-0.019X_{\text{ısı}}$$

Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için bağımlı değişken logPM, bağımsız değişken nem, ısı, yağış, rüzgar alınıp çoklu regresyon modeli uyguladığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.30 Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için Çoklu Regresyon Analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1.960	0.082	23.854	0.0001
Nem	- 0.003	0.001	3,029	0.003
Rüzgar	-0,079	0.015	5,265	0.0001
Isı	-0.025	0.001	20.227	0.0001
Yağış	- 0.006	0.0001	2,117	0.036

F=135,176 p=0,0001 Se=0.125 R²=0.74

Çizelge 4.30'a göre Çoklu Regresyon Denklemi

$$\text{Log(PM)}=1.960- 0.003X_{\text{nem}}- 0.079X_{\text{rüzgar}}- 0.025X_{\text{ısı}}- 0.006X_{\text{yağış}} \text{ (şekil 4.13)}$$

Stepwise Regresyon Analizine göre;

Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için bağımlı değişken logPM, bağımsız değişken nem, rüzgar, ısı, yağış alınıp stepwise regresyon uygulandığında aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.31 Doğal gaz kullanımında ikinci dönem için Stepwise Regresyon Analizi sonuçlarına göre PM ile meteorolojik ölçümler arasındaki regresyon katsayılarının incelenmesi

Değişkenler	Katsayı	Sb	t	p
Sabit	1,960	0,082	23,854	0,0001
Isı	-0,25	0,001	20,227	0,0001
Yağış	-0,006	0,003	2,117	0,036
Rüzgar	-0,079	0,015	5,265	0,0001
Nem	-0,003	0,001	3,029	0,003

F=135,176 Se=0.125 R²=0.74 p=0,0001

Çizelge 4.31'a göre Stepwise Regresyon denklemi

$$\text{Log(PM)}=1.960-0.25X_{\text{ısı}}-0,006x_{\text{yağış}}-0,079x_{\text{rüzgar}}-0,003x_{\text{nem}}$$

5. TARTIŞMA

Çizelge 4.1 'de ısı değerlerinin dağılımı incelendiğinde en soğuk ayın Aralık (-3, 60), en sıcak ayında Ağustos (22, 31) olduğu, çizelge 4.2'de de en soğuk ayın Ocak (-3, 76), en sıcak ayın Ağustos olduğu (24, 82), çizelge 4.3'de de en soğuk ayın Şubat (-2, 38), en sıcak ayında Ağustos (22, 62) olduğu görülmektedir. Karasal iklim yapısına sahip olan Sivas ilinde kış ayları soğuk, yaz ayları sıcak ve kurak olarak geçtiğinden ısı ölçümleride bu özelliğe uygunluk göstermektedir. Diğer aylar ısı yönünden incelendiğinde her üç döneme ait ısı ölçümlerinin benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Nem değerlerinin dönemlere göre dağılımı incelendiğinde çizelge 4.1' de en düşük nemin Temmuz ayında (55, 9), en yüksek nem değerinin de Aralık ayında (79, 86) olduğu, çizelge 4.2'de de en düşük nem değerinin Ağustos ayında (50, 04), en yüksek nem değerinin de Ocak ayında (77, 78) olduğu, çizelge 4.3'de de en düşük nem değerinin Eylül ayında (52, 84), en yüksek nem değerinin de Şubat ayında (75, 93) olduğu görülmektedir. Görüldüğü gibi sıcak ve kurak geçen yaz aylarında nem ölçümleri düşük, yağışların fazla olduğu sonbahar ve kış aylarında nem ölçümleri yüksektir. Her üç döneme ait (Çizelge 4.1,Çizelge 4.2, Çizelge 4.3) nem değerlerinin diğer aylara göre dağılımı incelendiğinde ölçümler birbirine benzer dağılım göstermektedir.

Çizelge 4.1' e göre yağış değerleri incelendiğinde en yüksek yağış miktarına Kasım ayında (7, 23), çizelge 4.2'ye göre en yüksek yağış miktarına Nisan (7, 85), çizelge 4.3.'e göre Şubat ayında (3, 95) rastlanmıştır. İklim özelliklerine göre Sivas ilinde genellikle yağışlı mevsim sonbahar ve ilkbahar dönemidir. Dönemlere ait yağış değerlerinin aylara göre dağılımı incelendiğinde yine bu dönemlerde daha fazla yağışların görüldüğü söylenebilir. Yaz aylarında ise yağışların az görüldüğü hatta bazı dönemlerde hiç yağış ölçümünün olmadığı gözlenmektedir. Bu da bize Sivas ilinde yaz aylarının kurak ve yağışsız geçtiğini göstermektedir.

Havadaki SO₂ ve PM miktarlarının dağılımı üzerinde büyük etkisi olan rüzgar ölçümlerinin değerleri incelendiğinde, çizelge 4.1'de en yüksek rüzgar ölçümünün Mart ayında (1, 17), çizelge 4.2'ye göre en yüksek rüzgar ölçümünün Nisan ayında (1, 72), çizelge 4.3'e göre de en yüksek rüzgar ölçümünün Nisan ayında (1, 67) olduğu görülmektedir. Genellikle Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında rüzgarın hızında bir düşme görülürken, ilkbahar aylarında rüzgarın hızında bir artış görülmektedir. Sivas

ilinde rüzgarın ortalama hızı 1- 3 arasında değişmektedir. Görüldüğü gibi her üç dönemde bazı kış aylarında rüzgarın hızı bu ölçümdeğerlerinin altına düşmektedir. Bu da havadaki SO₂ ve PM miktarlarının dağılmasını engellemektedir.

Çizelge 4,1'e göre SO₂ miktarları incelendiğinde en yüksek ölçümlerin Aralık (116, 16), Ocak (102, 74) ve Şubat (73, 89) ve Kasım (78, 73) aylarında olduğu görülmektedir. Sanayi ve endüstri yönünden büyük bir gelişme göstermeyen Sivas ilinde belirtilen aylarda SO₂ ölçümlerinin yüksek olmasının tek nedeni kışın, ısınma amaçlı kullanılan yakıtların (linyit, fuel-oil vb.) kalitesiz olmasından ve bacalarda filitre olmamasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.2 incelendiğinde yine en yüksek ölçümlerinin Aralık (65, 51), Ocak (63, 96), Şubat (63, 07) aylarında olduğu görülmektedir. Doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem verileri karşılaştırıldığında SO₂ değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde en yüksek SO₂ miktarının Aralık (96, 19), Ocak (84, 87), Şubat (84, 21) aylarında olduğu görülmektedir. Doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem verileri karşılaştırıldığında SO₂ değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Doğal gaz kullanımında ilk dönemdeki değerlere göre doğal gaz kullanımında ikinci dönemde SO₂ değerlerinde bir artma olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise 2007 yılında ilimizde kış mevsiminin soğuk geçmesidir.

Eren ve ark'nın 2004 -2007 yıllarında yaptıkları çalışma sonuçlarına göre Erzurum ilinde doğal gaza geçiş ile birlikte SO₂ miktarında bir azalma olduğu tesbit edilmiştir. (Eren ve Turan 2007). Bu çalışma sonuçlarıyla bizim çalışma sonuçlarımız uyumludur.

Her üç döneme ait PM miktarlarının dağılımı incelendiğinde çizelge 4.1'e göre en yüksek PM değerleri Aralık (112, 61), Ocak (104, 16), Şubat(70, 35) aylarında ölçülmüştür. Çizelge 4.2'ye göre en yüksek ölçümler Aralık (46, 45), Ocak (42, 12), Şubat (40, 17) aylarında ölçülmüştür. Doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem PM ölçümleri karşılaştırıldığında kış aylarındaki PM değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Çizelge 4,3'de en yüksek PM ölçümleri Aralık (58, 93), Ocak (51, 22), Şubat (49, 89) ayları olarak belirlenmiştir. Doğal gaz

kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem karşılaştırıldığında PM değerlerinde azalma saptanırken, doğal gaz kullanımında birinci döneme göre doğal gaz kullanımında ikinci dönem karşılaştırıldığında bir artış saptanmıştır. Bunun nedeni 2007 yılında kış mevsiminin soğuk ve don olayının fazla yaşandığı gün sayısının fazla olmasıdır. Bu dönemde doğal gaz abone sayısı geçen dönemlere göre daha fazla olmasına rağmen kış mevsiminin çok soğuk ve sert geçmesi, doğal gaz kullanılmayan binalarda kalitesiz yakıt kullanımının artmasına bağlı olduğu düşünülebilir.

Eren ve ark.'nın yaptığı çalışmanın sonuçlarına göre de Erzurum ilinde doğal gaza geçiş ile birlikte PM miktarında bir azalma olduğu belirtilmiştir (Eren ve Turan 2007). Bu da bizim çalışma sonuçlarına paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.4'de aylara göre her üç dönemin SO₂ değerleri karşılaştırıldığında ocak ayında, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ilk dönem, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem, doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arasında farklılık bulunmuştur. Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile(63, 96), doğal gaz kullanımında ikinci dönemde ölçülen (84, 87) SO₂ değerleri, doğal gaz kullanım öncesi dönemden küçüktür(102, 74). Bu da doğal gaz kullanımına başlanması ile SO₂ değerinde bir azalma olduğunu göstermektedir. Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arasında bir farklılığın ortaya çıkmasında 2007 yılındaki kış şartlarının ağır olması ve buna ek olarak kalitesiz yakıt kullanımının artmasıdır.

Şubat ayında doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arasında farklılık bulunmuştur. Şubat ayında doğal gaz kullanımında ilk dönem (63, 07) SO₂ değeri, doğal gaz kullanımında ikinci dönemde ölçülen (84, 21) SO₂ değerlerinden, küçüktür. Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arasında bir farklılığın ortaya çıkmasında 2007 yılındaki kış şartlarının ağır ve uzun olması ve buna ek olarak kalitesiz yakıt kullanımının artmasıdır.

Mart, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında doğal gaz kullanımındaki ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönemde ölçülen SO₂ miktarları doğal gaz kullanım öncesi dönemden daha düşüktür. Ayrıca doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem SO₂ miktarı yönünden bir farklılık bulunamamıştır.

Nisan, Mayıs, Haziran aylarında doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arasında farklılık bulunmuştur. Doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arasında bir farklılığın ortaya çıkmasında 2007 yılındaki kış şartlarının ağır ve uzun olması ve buna ek olarak kalitesiz yakıt kullanımının artmasıdır.

Kasım ve Aralık aylarında doğal gaz kullanımındaki ilk dönem ve doğal gaz kullanımındaki ikinci dönem de ölçülen SO₂ miktarları doğal gaz kullanım öncesinden daha küçüktür. Yine bu aylarda doğal gaz kullanımındaki SO₂ miktarı ölçümlerinde bir artış gözlenmiştir. Bunun nedeni hava sıcaklığının düşmesi ile birlikte hanelerde ısınma amaçlı kullanılan kalitesiz yakıtın kullanımının artmasıdır. Belirtildiği gibi 2007 yılı kış şartları açısından uzun ve şiddetli geçmiştir.

Çizelge 4.5’de aylara göre her üç dönemin PM değerleri karşılaştırıldığında Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarındaki doğal gaz kullanımında ilk dönem ölçümleri ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem PM ölçümleri, doğal gaz kullanım öncesi dönem ile karşılaştırıldığında bir azalma olduğu gözlenmiştir. Ayrıca doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem arasında PM ölçümleri bakımından fark bulunamamıştır. Bu da bize göstermektedir ki doğal gazın ısınma amaçlı kullanıma başlaması bu değerlerin düşmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.6 incelendiğinde mevsimlere göre dönemlerin ısı ölçüm değerleri karşılaştırıldığında kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ısı yönünden bir farklılık bulunamamıştır. Çünkü karasal iklimin etkili olduğu Sivas ilinde kışın ısı ölçümleri düşük, yazın ise yüksektir.

Sonbahar mevsiminde ise her üç döneme ait ısı ölçümleri karşılaştırıldığında doğal gaz kullanım öncesi döneme göre doğal gaz kullanımında ilk dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci döneme ait ısı değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Bunun nedeni o yıla ait iklim özelliklerinden ortaya çıkmıştır. Doğal gaz kullanımına bağlı değildir.

Çizelge 4.7’ de mevsimlere göre dönemlerin yağış miktarları karşılaştırıldığında kış ve ilbaharda dönemler arası farklılık önemsiz bulunmuştur. Sonbahar mevsiminde dönemlere ait yağış miktarları incelendiğinde doğal gaz kullanımındaki ikinci dönemde yağış miktarında bir azalma görülmüştür. Yine yağış miktarındaki bu değişimin doğal

gaz kullanımıyla bir ilgisi olmayıp tamamen iklim şartlarına bağı olduğunu söyleyebiliriz.

Yaz mevsiminde doğal gaz kullanım öncesinde yağış miktarları daha fazla iken doğal gaz kullanımının ilk dönemi ve doğal gaz kullanımında ikinci döneminde azalma olmuştur. Bu durum doğal gaz kullanımı ile ilgili olmayıp, yazların sıcak ve kurak geçmesi ile ilgilidir.

Çizelge 4.8'de mevsimlere göre dönemlere ait rüzgar değerlerinin değişikliği incelendiğinde tüm mevsimlerde dönemlere göre, rüzgar hızında bir değişiklik olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.9'da mevsimlere göre dönemlerin nem miktarları incelendiğinde, ilkbahar mevsiminde nem değerleri yönünden bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Yaz, kış ve sonbahar mevsiminde doğal gaz kullanımının ikinci döneminde bir azalış görülmesine rağmen bu azalmanın doğal gaz kullanımı ile ilgisi olmayıp tamamen iklim şartlarına bağı olmasıdır.

Çizelge 4.10'da mevsimlere göre SO₂ miktarları incelendiğinde sonbahar ve kış mevsimlerinde doğal gaz kullanımının ilk döneminde ve doğal gaz kullanımının ikinci döneminde, doğal gaz kullanım öncesi döneme göre azalma görülmüştür. Bu değişiklik doğal gazın ısınma amaçlı kullanılmasıyla yakından ilgilidir. Doğal gaz kullanımı bu değerlerin düşmesine neden olmuştur. Eren ve ark.'nın yaptığı çalışmada bu mevsimlerde SO₂ miktarlarında doğal gaz kullanımı ile bir azalma olduğu gösterilmiştir (Eren ve Turan 2007).

İlkbahar mevsiminde doğal gaz kullanım öncesi dönem ile doğal gaz kullanımında ikinci dönem SO₂ değerleri yönünden önemli bir değişiklik görülmemektedir. Bunun nedeni ilimizde 2007 kışının çok uzun ve sert geçmesinden ve bunun sonucunda kalitesiz yakıt kullanımının artmasından kaynaklanır. Yaz mevsiminde SO₂ değerleri yönünden önemli bir değişiklik görülmemektedir. Bu mevsimlerde Sivas ilinde SO₂ miktarları belirlenen sınır değerlerinin çok altındadır.

Çizelge 4.11'da mevsimlere göre PM miktarları incelendiğinde sonbahar ve kış mevsimlerinde doğal gaz kullanımının ilk döneminde ve doğal gaz kullanımının ikinci döneminde, doğal gaz kullanım öncesi döneme göre azalma görülmüştür. Bu değişiklik doğal gazın ısınma amaçlı kullanılmasıyla yakından ilgilidir. Doğal gaz kullanımı bu

değerlerin düşmesine neden olmuştur. Eren ve ark.'nın yaptığı çalışmada bu mevsimlerde PM miktarlarında doğal gaz kullanımı ile bir azalma olduğu gösterilmiştir.

İlkbahar ve yaz aylarında PM değerleri yönünden önemli bir değişiklik görülmemektedir. Bu mevsimlerde Sivas ilinde PM miktarları belirlenen sınır değerlerinin çok altındadır.

Çizelge 4.12'de dönemlere ait ısı değerleri karşılaştırıldığında ısı yönünden bir değişiklik saptanmamıştır.

Çizelge 4.13'de dönemlere ait nem miktarlarının dağılımına bakıldığında doğal gaz kullanımının ikinci döneminde bir azalma görülmesine rağmen bu doğal gaz kullanımına bağlı değil, iklim şartlarına bağlıdır.

Çizelge 4.14'de dönemlere ait rüzgar değerleri incelendiğinde rüzgar hızının dönemlere göre bir değişiklik göstermediği bulunmuştur.

Çizelge 4.15'de yağış miktarlarının dönemlere göre dağılımında doğal gaz kullanımının ikinci döneminde yağış miktarında bir azalma olduğu görülmektedir. Yine bu sonuçta doğal gaz kullanılmasıyla ilgili olmayıp meteorolojik faktörlerle ilgilidir.

Çizelge 4.16'da SO₂ değerlerinin dönemlere göre dağılımı incelendiğinde daha öncede belirttiğimiz gibi doğal gaz kullanımında ilk dönemde ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemde SO₂ değerlerinde bir azalma saptanmıştır. Bu da doğrudan doğal gaz kullanımıyla ilgilidir. Sanayide ve ısınma amaçlı doğal gaz kullanımı, SO₂ miktarlarının azalmasını sağlamıştır.

Çizelge 4.17'da PM değerlerinin dönemlere göre dağılımı incelendiğinde doğal gaz kullanımında ilk dönemde ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemde PM değerlerinde bir azalma saptanmıştır. Bu da doğrudan doğal gaz kullanımıyla ilgilidir. Sanayide ve ısınma amaçlı doğal gaz kullanımı, PM miktarlarının azalmasını sağlamıştır.

Çizelge 4.18' ye göre logSO₂ miktarları ile dönem I, dönem II ve dönem III'deki nem, rüzgar, yağış ve ısı değerleri arasındaki korelasyonlar incelendiğinde her üç dönemde nem, rüzgar ve ısı için elde edilen korelasyon katsayıları önemli iken dönem II ve dönem III'de logSO₂ ile yağış miktarı arasındaki korelasyonlar önemsizdir. Dönem I,

dönem II ve dönem III'de logSO₂ ile rüzgar değerleri arasındaki korelasyonlar istatistiksel anlamda önemli olmasına rağmen ilişki miktarı olarak küçüktür.

Çizelge 4.19'da doğal gaz kullanım öncesi dönemde logSO₂ bağımlı değişken, nem, rüzgar, ısı, yağış bağımsız değişken olarak alınıp çoklu regresyon yöntemi uygulandığında ısı ve yağışın logSO₂ üzerinde etkisi olduğu saptanırken, nem ve rüzgarın etkisi saptanamamıştır. Bulunan model denkleminde göre artıkların dağılımı şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.20'de yine aynı dönem için logSO₂ bağımlı değişken, nem, rüzgar, ısı, yağış bağımsız değişken olarak alınıp stepwise regresyon yöntemi uygulandığında ısı ve yağışın logSO₂ üzerinde etkisi olduğu saptanmıştır. Yine bu yöntemde elde edilen R² değeri 0,76'dır. Çoklu regresyon analizinde de regresyon katsayılarının önem kontrolünde önemli olarak belirtilen ısı ve yağış miktarları stepwise regresyon yönteminde önemli olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.21'de doğal gaz kullanımının ilk döneminde logSO₂ bağımlı değişken, nem, rüzgar, ısı, yağış bağımsız değişken olarak alınıp çoklu regresyon yöntemi uygulandığında regresyon katsayılarının önemliliğine göre logSO₂ üzerinde sadece ısının etkili olduğu görülmektedir. Bulunan regresyon yöntemine göre artıkların dağılımı şekil 4.9'da belirtilmiştir. Yine aynı dönem için çizelge 4.22'de logSO₂ bağımlı değişken, ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değişken olarak alınıp stepwise regresyon yöntemi uygulandığında logSO₂ üzerinde yalnızca ısının etkisi olduğu görülmektedir. Bu da çoklu regresyon analizinde regresyon katsayılarının önem kontrolünde önemli olarak belirtilen ısı miktarı stepwise regresyon yönteminde de önemli bulunmuştur. R² değeri 0,65'dir.

Çizelge 4.23'de doğal gaz kullanımının ikinci döneminde logSO₂ bağımlı değişken, ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değişken olarak alınıp çoklu regresyon yöntemi uygulandığında logSO₂ bağımlı değişken üzerine ısı, nem, ve rüzgar'ın etkisi olduğu görülmektedir. Bulunan regresyon yöntemine göre artıkların dağılımı şekil 4.10'da belirtilmiştir. Çizelge 4.24'de yine aynı dönem için logSO₂ bağımlı değişken, ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değişken olarak alınıp stepwise regresyon yöntemi uygulandığında logSO₂ bağımlı değişken üzerine ısı, nem ve rüzgarın etkisi olduğu saptanmıştır. Elde edilen R² değeri 0,74'dür. Stepwise regresyon yöntemi ile etkisi olduğu bulunan ısı, nem ve rüzgar değerleri çoklu regresyon analizinde regresyon

katsaılarının önem kontrolünde önemli olarak belirtilen ısı, nem, rüzgar değışkenleri stepwise regresyon yönteminde de önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25’de logPM değeri ile nem, rüzgar, ısı, yağış değeri arasında korelasyon katsayılarına bakıldığında logPM ile nem, rüzgar, ısı arasında bulunan korelasyon katsayıları önemli bulunmuştur. Dönem I, dönem II ve dönem III’de log PM ile rüzgar değeri arasında bulunan korelasyon katsayıları istatistiksel olarak önemli bulunmasına rağmen bir ilişki miktarı olarak zayıftır. Dönem II ve dönem III’de logPM ile yağış miktarları arasında bulunan korelasyon katsayıları önemsizdir.

Çizelge 4.26’da doğal gaz kullanım öncesi dönemde logPM bağımlı değışken, ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değışken olarak alınıp çoklu regresyon yöntemi uygulandığında logPM üzerine yalnızca ısı ve yağışın etkisi olduğu bulunmuştur. Bulunan regresyon yöntemine göre artıkların dağılımı şekil 4.11’de belirtilmiştir. Yine aynı dönemde çizelge 4.27’ye göre logPM bağımlı değışken, ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değışken olarak alınıp stepwise regresyon yöntemi uygulandığında logPM üzerinde yalnızca ısının etkisi olduğu bulunmuştur. R^2 değeri 0,74’dür. Görüldüğü gibi çoklu regresyon yönteminde ısı ve yağış PM üzerine etkili iken stepwise yönteminde sadece ısı değışkeni etkilidir.

Çizelge 4.28’de doğal gaz kullanımının ilk döneminde logPM bağımlı değışken ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değışken olarak alınıp çoklu regresyon yöntemi uygulandığında logPM üzerine yalnızca ısı değışkeninin etkisi bulunmuştur. Bulunan regresyon yöntemine göre artıkların dağılımı şekil 4.12’de belirtilmiştir. Yine aynı dönemde Çizelge 4.29’a göre logPM bağımlı değışken, ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değışken olarak alınıp stepwise regresyon yöntemi uygulandığında logPM üzerinde yalnızca ısının etkisi olduğu bulunmuştur. R^2 değeri 0,65’dir. Bu sonuç çoklu regresyon yöntemi ile aynıdır. Çizelge 4.30’a göre doğal gaz kullanımında ikinci döneminde logPM bağımlı değışken ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değışken olarak alınıp çoklu regresyon yöntemi uygulandığında logPM üzerine ısı, nem, yağış, rüzgar değışkenlerinin etkisi bulunmuştur. Bulunan regresyon yöntemine göre artıkların dağılımı şekil 4.13’de belirtilmiştir. Çizelge 4.31’e göre logPM bağımlı değışken, ısı, nem, yağış, rüzgar bağımsız değışken olarak alınıp stepwise regresyon yöntemi uygulandığında logPM üzerine ısı, nem, yağış, rüzgar değışkenlerinin etkisi bulunmuştur. R^2 değeri 0,74’dür.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

1- Dönemlere ait ısı değerleri karşılaştırıldığında ısı yönünden bir değişiklik bulunamamıştır.

2- Dönemlere ait nem miktarlarının dağılımına bakıldığında doğal gaz kullanımının ikinci döneminde bir azalma görülmesine rağmen bu doğal gaz kullanımına bağlı değil, iklim şartlarına bağlıdır.

3- Dönemlere ait rüzgar değerleri incelendiğinde rüzgar hızının dönemlere göre bir değişiklik göstermediği bulunmuştur.

4- Yağış miktarlarının dönemlere göre dağılımında doğal gaz kullanımının ikinci döneminde yağış miktarında bir azalma olduğu görülmektedir. Yine bu sonuçta doğal gaz kullanılmasıyla ilgili olmayıp meteorolojik faktörlerle ilgilidir.

5- SO₂ miktarlarının dönemlere göre dağılımında, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemde SO₂ miktarında bir azalma saptanmıştır. Bu durum doğal gaz kullanımı ile ilgili bir sonuçtur.

6- PM miktarlarının dönemlere göre dağılımında, doğal gaz kullanımında ilk dönem ve doğal gaz kullanımında ikinci dönemde PM miktarında bir azalma saptanmıştır. Bu durum doğal gaz kullanımı ile ilgili bir sonuçtur.

7- Genellikle her üç dönemde SO₂ bağımlı değişken, meteorolojik ölçümler (ısı, nem, yağış, rüzgar) bağımsız değişken olarak alındığında her dönemde SO₂ miktarı üzerine ısı değişkeninin etkisi önemli bulunmuştur.

8- Genellikle her üç dönemde PM bağımlı değişken, meteorolojik ölçümler (ısı, nem, yağış, rüzgar) bağımsız değişken olarak alındığında her dönemde PM miktarı üzerine ısı değişkeninin etkisi önemli bulunmuştur.

9- Doğal gaz kullanım öncesi dönemde PM bağımlı değişken, meteorolojik ölçümler (ısı, nem, yağış, rüzgar) bağımsız değişken olarak alındığında, stepwise regresyon analizi sonucunda sadece ısı değişkeninin etkisi bulunurken, doğal gaz kullanımının ikinci döneminde PM üzerine ısı, nem, yağış, rüzgar değişkenlerinin etkisi önemli bulunmuştur.

10- Doğal gaz aboneliği olmayan mahallelerde, sanayide ve endüstride aboneliğin artması sağlanmalıdır. Bunun sonucunda havadaki SO₂ ve PM miktarı dahada azalabilir ve hava kirliliğide buna bağlı olarak en az seviyeye iner ve neticede temiz bir hava sağlanmış olur.

11- Çeşitli nedenlerle doğal gaz abone sayısı artırılmıyorsa kaliteli yakıt kullanımı sağlanmalı, bacalara filtre takılma zorunluluğu getirilmelidir. Isınma amaçlı kullanılan yakıtların, Belediyeler ve ilgili kuruluşlar tarafından daha sıkı denetlenmesi bu denetimin binalarda sürdürülmesi önerilmektedir.

12- Bina yöneticileri ve konut sahipleri olmak üzere halka düşük kaliteli kirli yakıtların sağlık için oluşturduğu riskin anlatılması gerekmekte, ilgili kurum ve basından daha fazla destek sağlanması gerekmektedir.

13- Kaloriferli binalarda kazan verimliliği için periyodik kazan bakımlarının yapılması, kalorifer bacalarının temizliliğinin sağlanması ve kalorifercilerin eğitilmesi önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Agren, C. (1991). EMEP Report, MCS-W 1/91 Norway.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Evren, H., ve Düzenli, S. (2004). Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi), Palme Yayıncılık, Ankara,74-75s.
- Anonim, (2001).Cumhuriyet Üniversitesi Çevre Araştırma Merkezi, Temmuz.
- Anonim,(2009).http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences_1250_Karaca_Arcak_Cevre_Bolum_3.pdf
- Arın, S. ve Akdemir, S. (2002). Seralarda Doğal Gazın Isıtma Amacıyla Kullanılabilirliği, Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Derg., 2(1), 89-99.
- Bayram, A. ve Müezzinoğlu, A. (1996). Büyük Kentler İçin Temiz Hava Planı, Yerleşim ve Çevre Sorunları, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 9–13 Eylül, Çanakkale.
- Beyazıt, N. (2000). Sivas' ta Hava Kirliliği, Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, CU Bülten,4.Sivas,(http://www.cumhuriyet.edu.trakademik/merkez_cevre/Ekim_2000.pdf).
- Beyhun, N.E., Vançelik ,S., Acemoğlu, H., Koşan, Z. ve Güraksan, A.(2008). Erzurum İli kent merkezinde 2003- 2006 Yılları Arasında Hava Kirliliği, TAF Preventive Medicine Bulletin, 7(3), 237- 242.
- Can, A. ve Eryener, D. (1997). Sanayi ve Şehir Kaynaklı Hava Kirliliği ve Önlemleri, Ekoloji; Çevre Dergisi, 24, 6- 12.Önlemleri, Ekoloji; Çevre Dergisi, 24, 6- 12.
- Çakır, S. (1988). Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Asit Depolanması ve Çevrede Yaratacağı Olumsuz Etkileri. Çevre, 5, 35- 44.

- Çınar, Z. (1995). Kılıçkaya Barajının Sivas'taki Meteorolojik Etmenler ve Hava Kirliliği Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 115s.
- Denhez, F. (2007). Küresel Isınma Atlası, NTV yayınları, İstanbul.
- Durmaz, A. (1987). Yanmadan kaynaklanan hava kirliliğinin kontrolü, Uluslar Arası Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Sempozyumu Gazi Üniversitesi, 23- 25 Eylül, Ankara.
- Eren, Z. ve Turan, T. (2007). Doğal Gaza Geçiş ile Birlikte Erzurum İlinde Fosil Yakıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliğindeki Değişim 7.Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Yaşam Çevre Teknolojisi, 24–27 Ekim İzmir.
- Everest, N. (1993). Sivas Kentinde Hava Kirliliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 55s.
- Evyapan, F. (2008). Hava Kirliliğinin Solunumsal Morbitite ve Mortalite Üzerindeki Etkileri Türkiye ve Dünya Verileri, Türkiye Klinikleri J Pulm Med Special Topics, 1(2).
- Gültekin, A.H. ve Örgün Y. (1993). Doğal gaz ve çevre, Ekoloji Çevre Dergisi 9,37-41.
- İlhan, A.İ., Dündar, C., Öz, N. ve Kılınç, H. Hava Kirliliği ve Asit Yağmurlarının Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, ([www.meteor.gov.tr/FILES /arastirma /webhakir. pdf](http://www.meteor.gov.tr/FILES/arastirma/webhakir.pdf)).
- İncecik, S. (1994). Hava kirliliği: İ.T.Ü. Yayınları; 1539, İstanbul, 96s.
- Küçükçalı, R. (2003). Doğal Gaz-LPG Tesisatı ve Bacalar, Isısan Çalışmaları, No:345.
- Masters, G.M. (1991). Introduction to Environmental and Science, Prentice Hall International Editions.

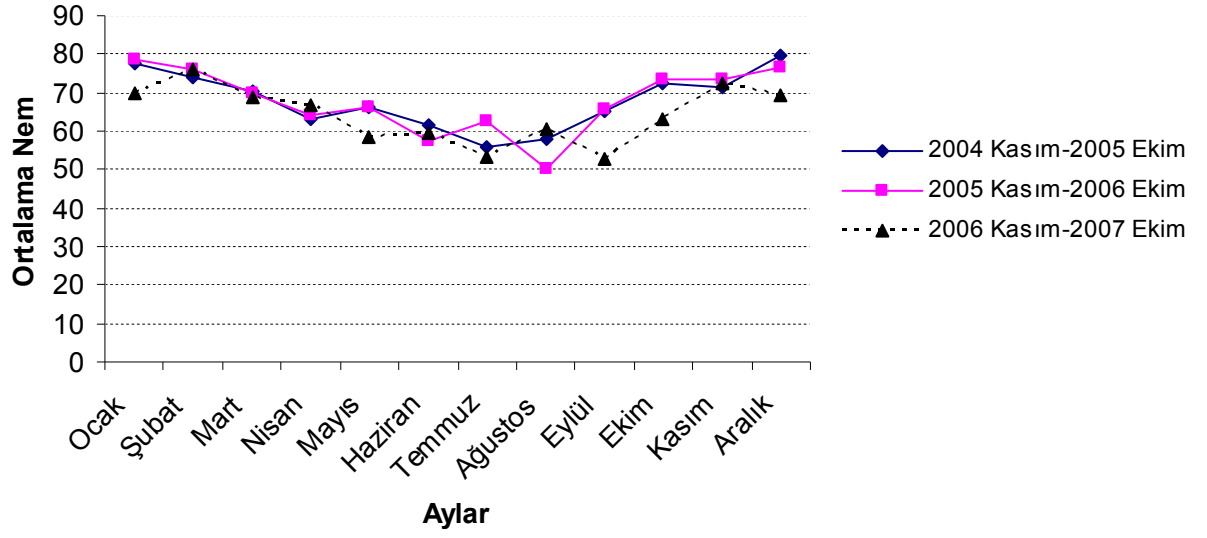
- Mitscherlich, G. (1995). Die Welt in der wir leben. Entstehung – Entwicklung, heutige stand ökologie, rombach verlag, Freiburg. (Yaşadığımız Dünyanın Oluşumu-Gelişimi ve Bugünkü Durumu).
- Müezzinoğlu, A. (1987). Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 0908. 87, İzmir.
- Ökmen, M. (1996). Sivas' ta Kentsel Gelişme, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2(1), 239–264.
- Önal, I. (1991). Motorlu Taşıtların Emisyonlarının Oksidasyon Katalizörleri Vasıtasıyla Önlenmesi, Yanma ve hava kirliliği kontrolü, I. Ulusal Sempozyumu 10–12 Haziran, Ankara, 469-484s.
- Peden, D.B. (1997). Mechanisms of pollutioninduced airway disease: in vivo studies Allergy,52 (38), 37–44.
- Rusznak, C., Bayram, H., Devalia, J.L. and Davies, R.J. (1997). Impact of the environment on allergic lung diseases. Clin Exp Allergy, 27 (1), 26- 35
- Stenfors, N., Nordenhall, C. and Salvi, S.S. (2004). Different airway Inflammatory Responses in Asthmatic and Healthy Humans Exposed to Diesel. Eur Respir J, 23, 82- 86.
- Tülbentçi, K. (1991). Kentsel Hava Kirliliğinin Azaltılmasında Isı Yalıtımının Önemi, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü. I. Ulusal Sempozyumu, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 10- 12 Haziran, Ankara, 684-690s.

EKLER

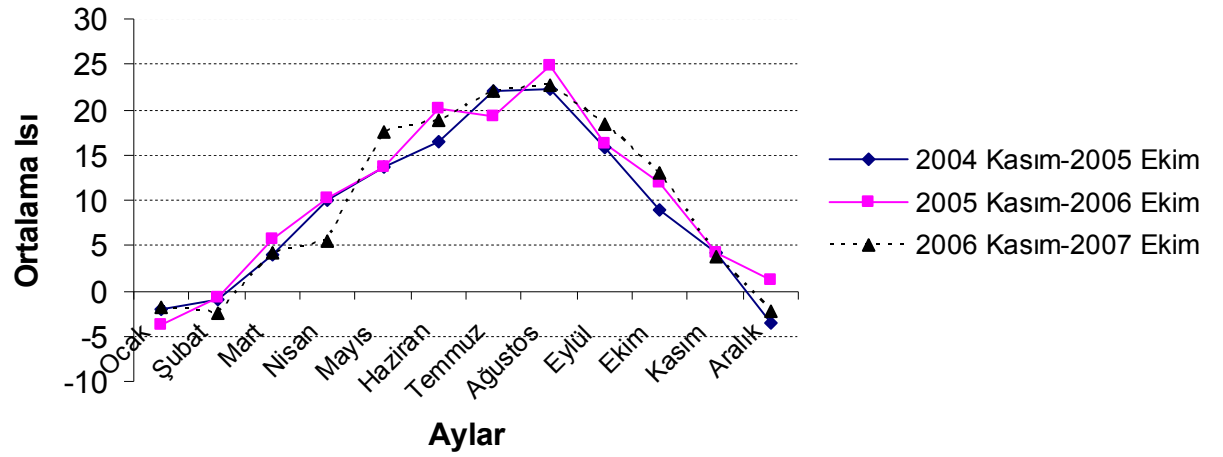
EK I- Dönemlere ait ısı, nem, yağış, rüzgar değerlerinin aylara göre dağılımı

EK II- SO₂ ve PM değerleri bağımlı değişken, ısı, nem, rüzgâr değerleri bağımsız değişken olarak alınıp, üç dönemdeki verilere regresyon yöntemi uygulandığında artıkların dağılımı

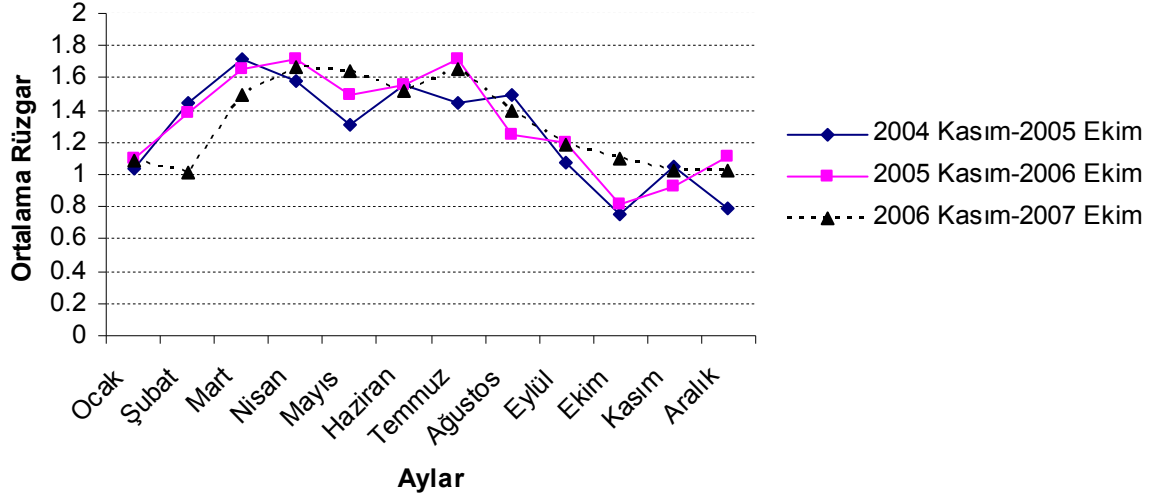
EK I



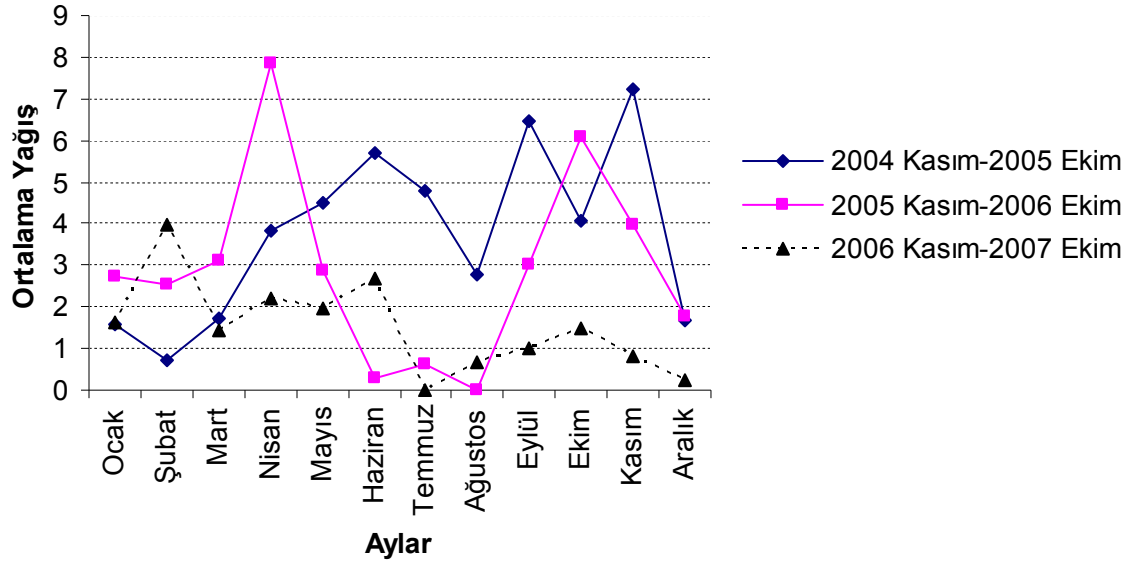
Şekil 4. 1 Dönemlerin Nem Yönünden Aylara Göre Değişimi



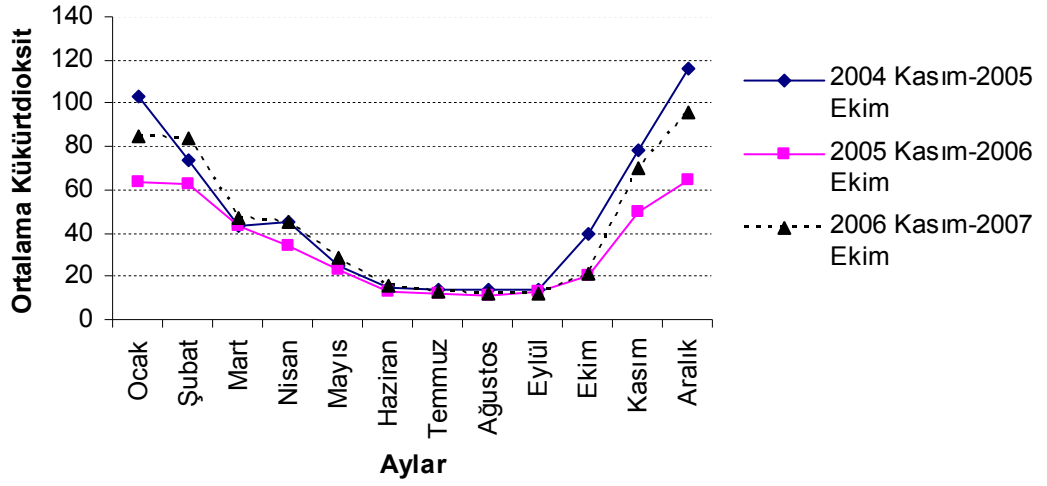
Şekil 4. 2 Dönemlerin Isı Yönünden Aylara Göre Değişimi



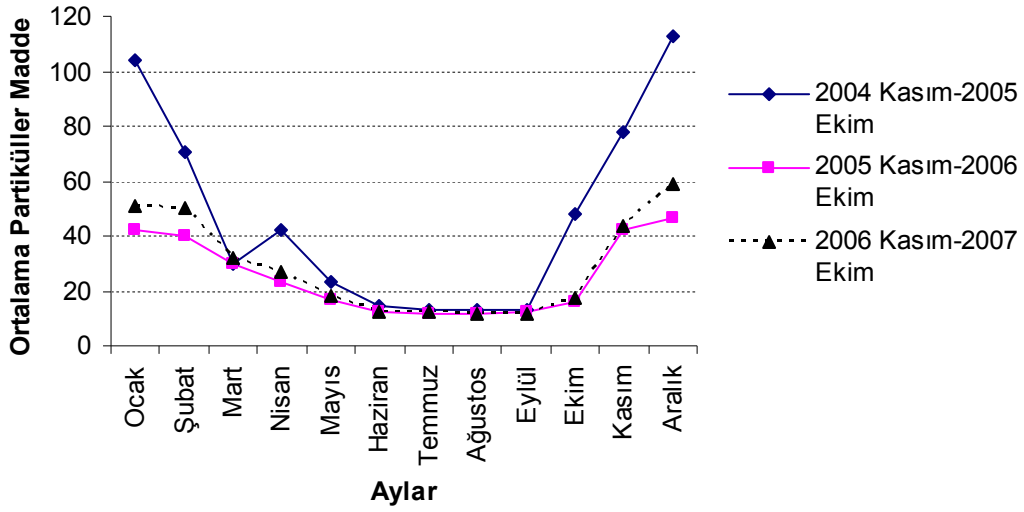
Şekil 4. 3 Dönemlerin Rüzgar Yönünden Aylara Göre Değişimi



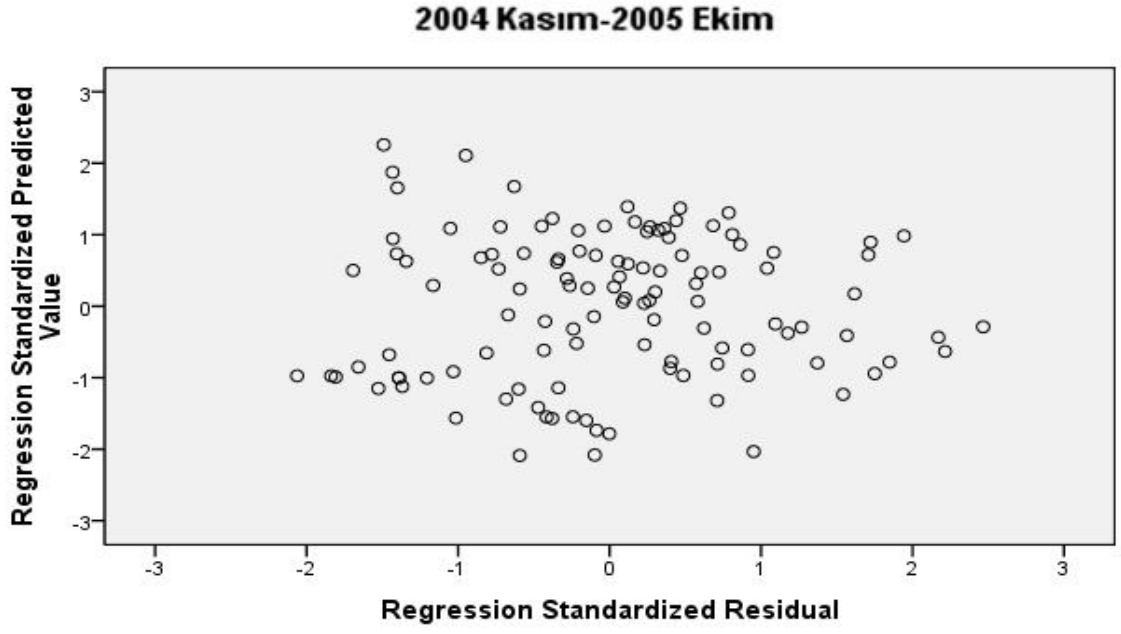
Şekil 4. 4 Dönemlerin Yağış Yönünden Aylara Göre Durumu



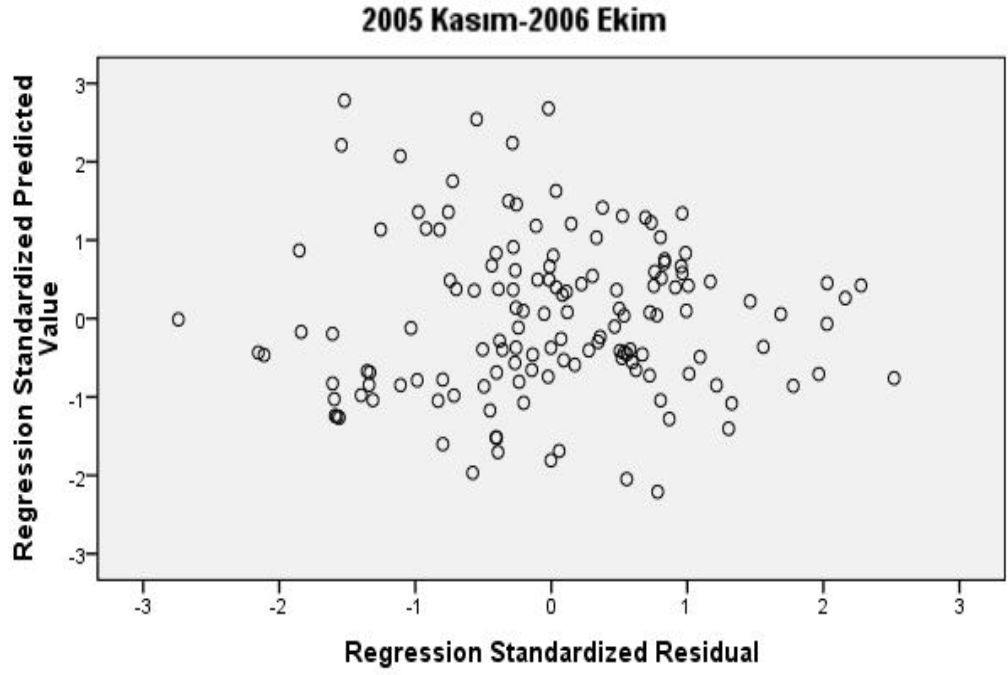
Şekil 4. 5 Dönemlerin Kükürtdioksit Yönünden Aylara Göre Durumu



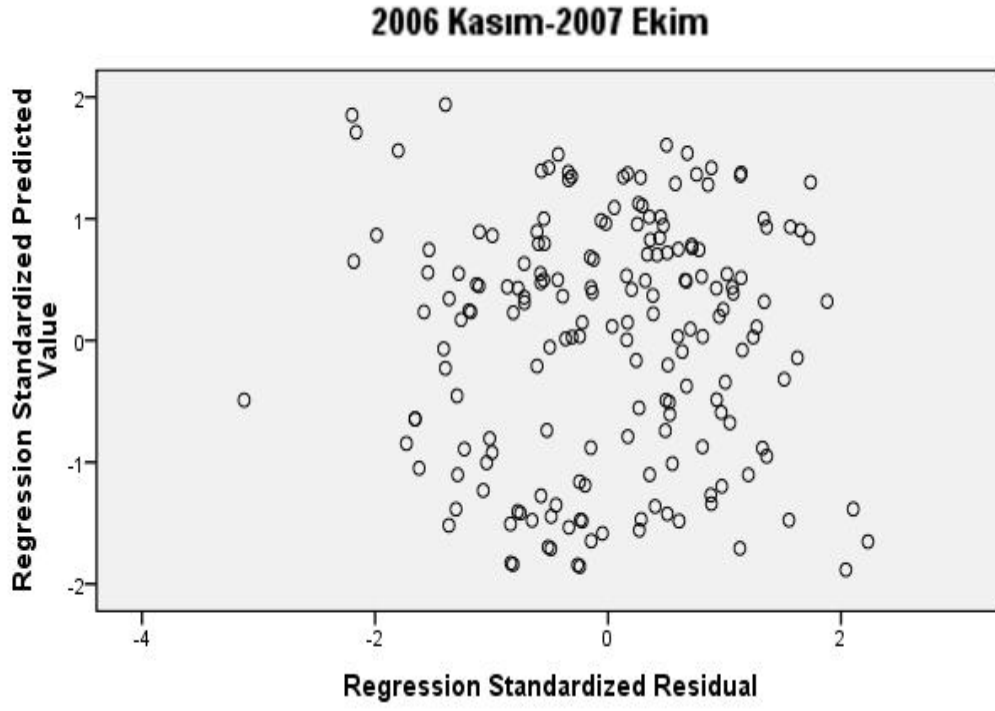
Şekil 4. 6 Dönemlerin Partikül Madde Yönünden Aylara Göre Durumu



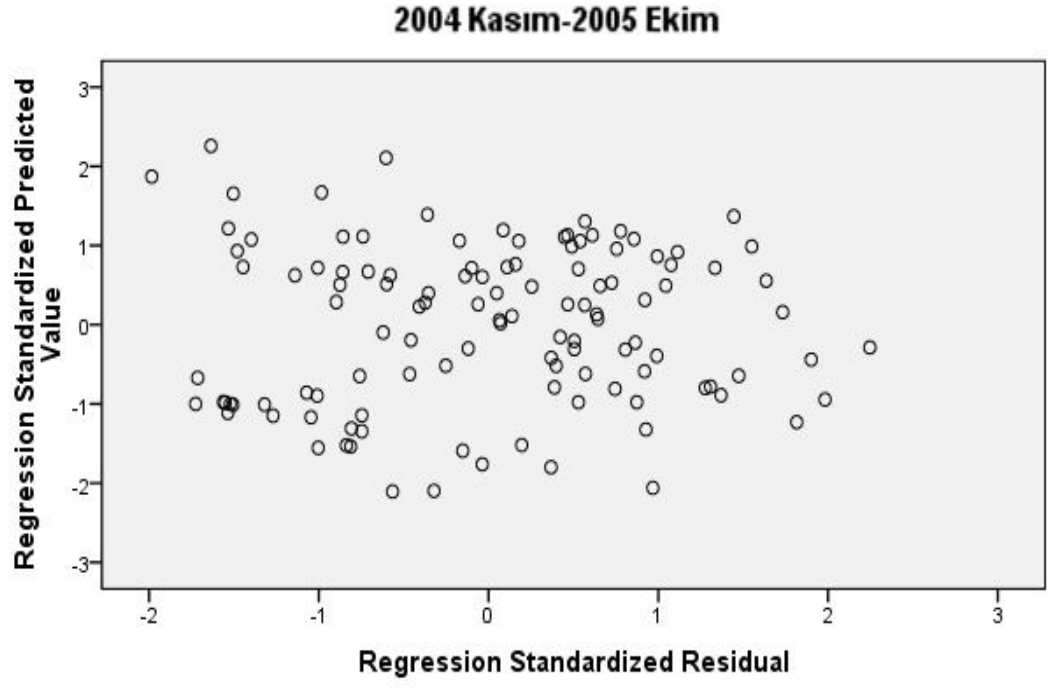
Şekil 4. 7 Bağımlı değişken $\log SO_2$ değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 1.döneme ait artıkların dağılımı



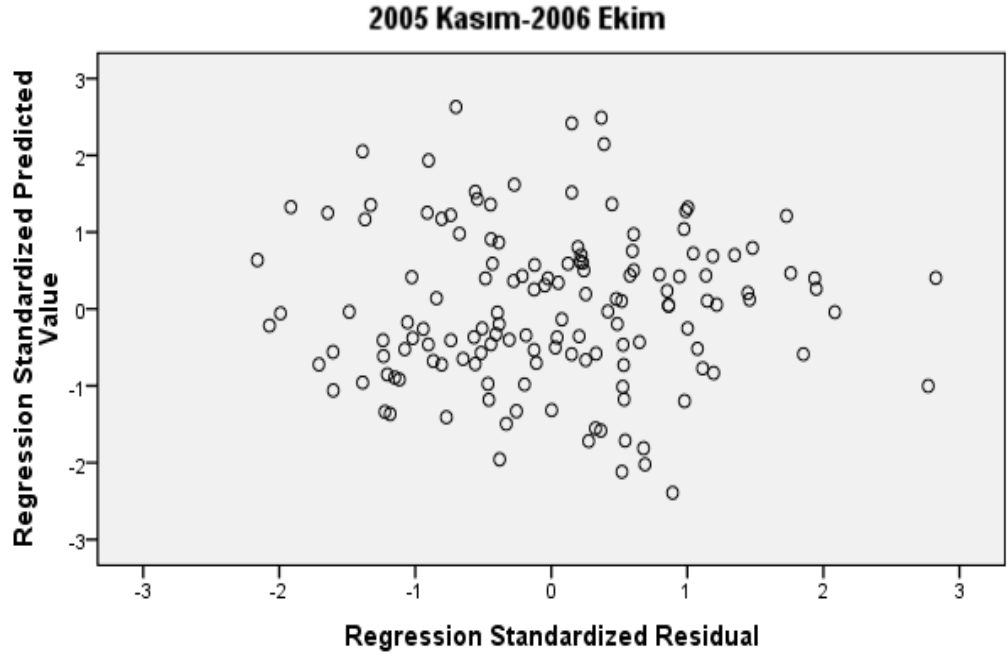
Şekil 4. 8 Bağımlı değişken $\log\text{SO}_2$ değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 2.döneme ait artıkların dağılımı



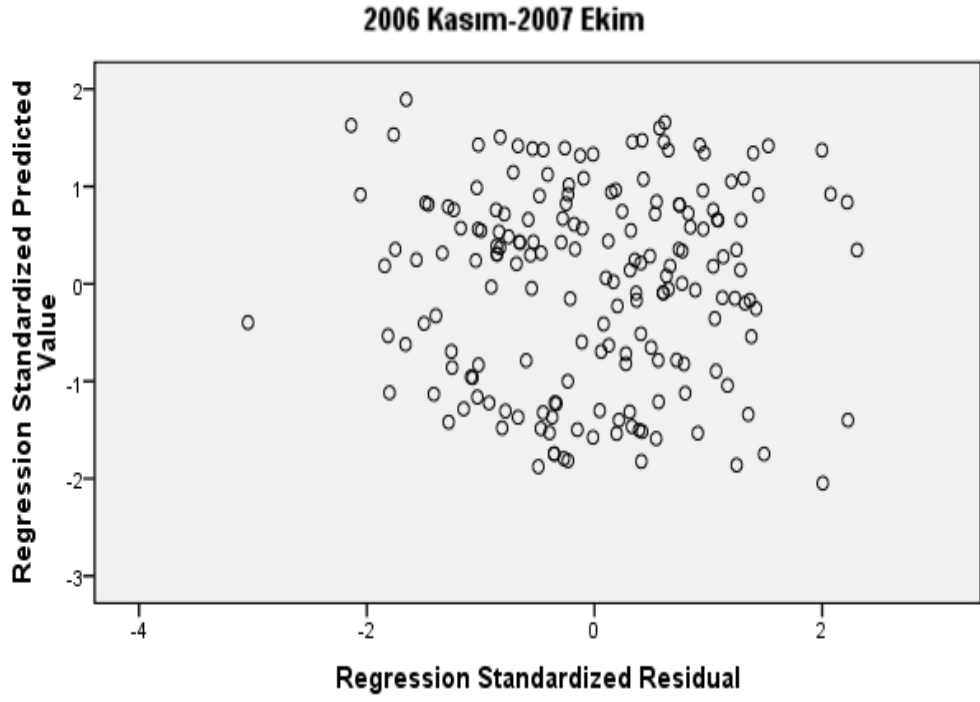
Şekil 4. 9 Bağımlı değişken $\log\text{SO}_2$ değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 3.döneme ait artıkların dağılımı



Şekil 4. 10 Bağımlı değişken logPM değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 1.döneme ait artıkların dağılımı



Şekil 4. 11 Bağımlı Değişken logPM değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 2.döneme ait artıkların dağılımı



Şekil 4. 12 Bağımlı Değişken logPM değerinin meteorolojik ölçüm değerleriyle çoklu regresyon yöntemi uygulandığında 2.döneme ait artıkların dağılımı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Esra Gültürk
Doğum Yeri ve Tarihi	Sivas, 11/05/1979
Medeni Hali	Evli, 2 Çocuk Annesi
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik AD, 58140-Sivas
E-posta Adresi	eakaydin@cumhuriyet.edu.tr

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Çorum Anadolu Lisesi, 1998
Lisans	Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi 2005
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2009

İş Tecrübesi

Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma görevlisi, 2006-