

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADAPAZARI İLÇESİNDE
2007 YILINDAKİ ISINMA KAYNAKLI
EMİSYONLARIN ANALİZİ VE ENVANTERLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çev.Müh. B.Bülent ODABAŞ

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Şeref SOYLU

Haziran 2009

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ADAPAZARI İLÇESİNDE
2007 YILINDAKİ ISINMA KAYNAKLI
EMİSYONLARIN ANALİZİ VE ENVANTERLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çev.Müh. B.Bülent ODABAŞ

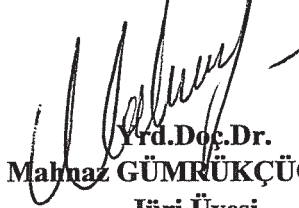
Enstitü Anabilim Dalı :ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı :Doç.Dr. Şeref SOYLU

Bu tez 15/06/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Doç.Dr.
Şeref SOYLU
Jüri Başkanı



Yrd.Doç.Dr.
Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU
Jüri Üyesi



Yrd.Doç.Dr.
Ünal UYSAL
Jüri Üyesi

TEŞEKKÜR

Öncelikle “Adapazarı İlçesinde 2007 Yılındaki Isınma Kaynaklı Emisyonların Analizi ve Envanterlenmesi” konulu yüksek lisans tezime ilgili yaptığım çalışmalarda yönlendirmeleri ve yardımlarından dolayı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Şeref SOYLU’ ya ve özellikle anket çalışmalarındaki katkılarından ve paylaşımlarından dolayı lisans öğrencileri Laçın HAKTANIR ve Burcu AYDINLAR’ a ikinci olarak iş yükümü paylaşarak tez çalışmama daha çok vakit ayırmamı sağlayan Sakarya Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Geliştirme Şube Müdürlüğü’ndeki mesai arkadaşlarıma ve son olarak her zaman arkamda olan aileme ve hiçbir fedakarlıktan kaçınmadan bana destek olan eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	x
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
-------------	---

BÖLÜM 2.

LİTERATÜR TARAMASI.....	3
-------------------------	---

BÖLÜM 3.

HAVA KİRLİLİĞİ VE KİRLETİCİLER HAKKINDA GENEL BİLGİLER	7
3.1. Hava Kirliliğini Etkileyen Unsurlar	8
3.1.1. Hava sıcaklığı.....	8
3.1.2. Basınç.....	8
3.1.3. Rüzgar	8
3.1.4. Yağış	8
3.1.5. Nem.....	9
3.1.6. Diğer faktörler.....	9
3.2. Kirletici Emisyonlar ve Etkileri.....	9
3.2.1. Karbon monoksit (CO)	10
3.2.2. Karbon dioksit (CO ₂)	11

3.2.3. Kükürt dioksit (SO ₂).....	11
3.2.4. Azot dioksit (NO ₂).....	11
3.2.5. Kirletici emisyonların sınıflandırılması	12
3.3. Hava Kirliliği İle İlgili Mevzuat	13
3.4. Yanma	15
3.4.1. Tam (Stokiyometrik) yanma	18
3.4.2. Fazla hava ile yanma (fakir yanma).....	19
3.4.3. Az hava ile yanma (zengin yanma).....	20
3.5. Yerel Isıtma Sistemleri Ve Oluşturdukları Emisyonlar	20
3.5.1. Sobalar	21
3.5.2. Kombiler	23
3.6. Merkezi Isıtma Sistemleri Ve Oluşturdukları Emisyonlar	24
3.6.1. Kazanlar	24
3.6.2. Katı yakıtlı kazanlar	26
3.7. Yakıtlar	29
3.7.1. Kömür	30
3.7.2. Kömürün içerdiği safsızlıklar.....	32
3.7.3. Sakarya ilinde satılan kömür çeşitleri	33
3.7.4. Doğalgaz	33

BÖLÜM 4.

YÖNTEM	36
4.1. Örneklemeye Yöntemi.....	36
4.1.1. Örneklemeye yöntemleri.....	37
4.1.1.1. Olasılıklı olmayan örneklemeye yöntemleri	37
4.1.1.2. Olasılıklı örneklemeye yöntemleri	38
4.1.1.3. Basit rassal örneklemeye	38
4.1.1.4. Kümelere göre örneklemeye	38
4.1.2. Ortalamaların örneklemeye dağılımları	39
4.1.3. Örneklemeye hatası ve standart hata	40
4.2. Anket Yöntemi.....	41
4.2.1. Anket yönteminin türleri.....	41

4.2.2. Kişisel görüşme	42
4.2.3. İstatistiksel tahmin	42
4.2.3.1. Evren ortalaması μ 'nün nokta tahmini	43
4.2.3.2. Evren oranı π 'nin nokta tahmini	44
4.3. Emisyon hesaplamalarının açıklaması.....	45

BÖLÜM 5.

SONUÇLAR	53
5.1. Teknoloji Ve Yakıt Tiplerinin Adapazarı Merkezindeki Dağılımı	54
5.1.1. Teknoloji tiplerinin dağılımı	54
5.1.2. Yakıt tiplerinin dağılımı.....	55
5.1.2.1. Kömür.....	56
5.1.2.2. Doğalgaz.....	58
5.2. Emisyon Envanterleri	60
5.2.1. Doğalgaz kullanımından kaynaklanan emisyonların envanteri	60
5.2.2. Kömür kullanımından kaynaklanan emisyonların envanteri	62
5.2.3. Isınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu oluşan emisyonların toplam değerleri	66
5.2.4. Sadece doğalgaz kullanılsaydı oluşacak emisyonların envanteri	66
5.2.5. Anket yapılan 11 mahalleye ait 2007 yılı emisyon envanteri.....	68

BÖLÜM 6

TARTIŞMA VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR	74
EKLER.....	78
ÖZGEÇMİŞ	83

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	: Yakıt kullanım miktarı
AGDAŞ	: Adapazarı Gaz Dağıtım A.Ş.
AID	: Alt ısıt değer
\bar{C}_{s_k}	: Ortalama kükürt miktarı (kütlesel S/kütlesel yakıt), [kg/kg]
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CORİNAİR	: Hava Emisyonları Esas Envanteri
E	: Emisyon miktarı (ton)
EEA	: Avrupa Çevre Ajansı
E.F. _{SO₂,k}	: SO ₂ için emisyon faktörü (g/GJ)
EF	: Emisyon faktörü (kg/ton)
EMEP	: Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı
ER	:Toplam azaltma verimi, (%),
H _k	: k tipi yakıt için ortalama alt ısıt değeri [MJ/kg]
HY	: Hava yakıt oranı
IG	: Isıl güç (kW)
IKHKKY	: Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
KVS	: Kısa Vadeli Sınır Değerler
m	: Kütle (kg)
M	: Evrenin aritmetik ortalaması
N	: Evren sayısı (hacmi)
n	: Örnekleme sayısı (hacmi)
r	: ilgilendiğimiz türden birimlerin n hacimli örneklemedeki sayısı
p	: İlgilendiğimiz türden birimlerin örneklemedeki oranı
ppm	: Milyonda bir
q	: İlgilenmediğimiz türden birimlerin örneklemedeki oranı
$s_{\bar{x}}$: Örnekleme standart sapması

SAHAKK-İ	: Sakarya Hava Kalitesi Koruma Ve İyileştirme
UVS	: Uzun Vadeli Sınır Değerler
USEPA	: Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı
X	: Değişken
\bar{X}	: Örneklemin aritmetik ortalaması
$\sigma_{\bar{X}}$: Ortalamaların standart sapması (Standart hatası)
σ	: Evrenin standart sapması
σ^2	: Evrenin varyansı
$\bar{\alpha}_{s,k}$: Külde tutulan ortalama kükürt.
λ	: Hava fazlalık katsayısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Yakma üçgeni.....	16
Şekil 3.2. Yanma işlemine girenler ve yanma ürünleri	18
Şekil 3.3.a. Kovalı soba teknik özellikleri	21
Şekil 3.3.b. Kovasız Soba Teknik Özellikleri	21
Şekil 3.4. Alev duman borulu ve katı yakıt yakan kazan örnekleri.....	27
Şekil 3.5. Katı yakıtlı kazanlarda yanma kayıpları	29
Şekil 5.1. Konutlarda kullanılan teknolojilerin oransal dağılımı	54
Şekil 5.2. Konutlarda kullanılan kömür yakma sistemlerinin oransal dağılımı	55
Şekil 5.3. Anket çalışması yapılan 11 Mahallede 2007 yılında Isınma Amaçlı Tüketilen Yakıt Miktarlarının Karşılaştırması	55
Şekil 5.4. Konutlarda kullanılan yakıt tiplerinin hane bazında oransal dağılımı	56
Şekil 5.5. Konutlarda kullanılan kömür tiplerinin oransal dağılımı.....	57
Şekil 5.6. Konutlarda kullanılan kömür tipleri ve teknolojinin oransal dağılımı.....	57
Şekil 5.7. Adapazarı'nda kullanılan doğalgaz ile abone sayılarının karşılaştırması	58
Şekil 5.8. Adapazarı'nda abone başına tüketilen doğalgazın yıllık karşılaştırması	58
Şekil 5.9. Adapazarı'nda abone başına düşen ortalama doğalgaz tüketimini	59
Şekil 5.10. Adapazarı'ndaki doğalgaz kullanımının yıllara göre aylık değişimi	59
Şekil 5.11. Adapazarı için 2007 yılında doğal gaz tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin aylara göre değişimi	61
Şekil 5.12. Adapazarı için 2007 yılında doğal gaz tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin oransal dağılımı	61
Şekil 5.13. Adapazarı için 2007 yılında kömür tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin aylara göre değişimi	64
Şekil 5.14. Adapazarı için 2007 yılında kömür tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin karşılaştırması	65

Şekil 5.15. Adapazarı şehrinde 2007 yılında sadece doğal gaz kullanılsaydı oluşacak emisyonların envanter değerlerinin aylara göre değişimi	67
Şekil 5.16. 2007 yılında sadece doğal gaz kullanılsaydı oluşacak emisyonların karşılaştırması	68
Şekil 5.17. 2007 yılında örnekleme yapılan mahallelerde doğalgaz kullanımı sonucu oluşan emisyonların karşılaştırması.....	69
Şekil 5.18. 2007 yılında örnekleme yapılan mahallelerde kömür kullanımı sonucu oluşan emisyonların karşılaştırması	70

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Yakıt Tiplerine Göre Fazla hava Miktarları.....	19
Tablo 3.2. Katı yakıtlı kalorifer kazanı baca çıkışı Ölçüm ve Emisyon analiz sonuçları	26
Tablo 3.3. Partikül Madde Konsantrasyonu ve İslilik Derecesi	26
Tablo 3.4. Uluslararası Genel Kömür Sınıflaması	31
Tablo 3.5. Genel sınıflandırmada yer alan kömürlerin tanıtıcı özellikleri	31
Tablo 3.6. Amerikan standardı kömür sınıflaması (ASTM, 1981)	32
Tablo 3.7. Adapazarı'nda satışı yapılan kömürün çeşitleri ve özellikleri	33
Tablo 3.8. Türkiye' de kullanılan doğalgazın bileşenleri.....	34
Tablo 3.9. Doğalgazın evsel kullanımda diğer yakıtlarla karşılaştırılması	35
Tablo 4.1. Adapazarı genelinde yakıt tiplerinin kullanımının oransal dağılımı ve miktarları	46
Tablo 4.2. Örnekleme kömür tüketiminin aritmetik ortalaması ve standart Sapması	47
Tablo 4.3. Adapazarı'nda teknoloji kullanım oranları ve ortalama hata	48
Tablo 4.4. Tablo Anket verilerinin kömürün cinsi ve yakma teknolojilerine göre dağılımı.....	49
Tablo 4.5. 2007 Yılında Adapazarı'nda tüketilen yakıt cinslerine göre hane sayılarının karşılaştırması.....	50
Tablo 4.6. Adapazarı'nda 2007 yılında tüketilen yakıt miktarlarının karşılaştırması.....	50
Tablo 4.7. Kömür için emisyon faktörleri	52
Tablo 4.8. Doğalgaz için emisyon faktörleri	52
Tablo 5.1. 2007 yılında doğalgaz kullanımından kaynaklanan emisyonların envanter değerleri	60

Tablo 5.2. Yerli kömürün sobada yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri	62
Tablo 5.3. İthal kömürün sobada yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri	63
Tablo 5.4. Yerli kömürün kaloriferde yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri	63
Tablo 5.5. İthal kömürün kaloriferde yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri	63
Tablo 5.6. Kömür kullanımından kaynaklanan emisyonların toplam değerleri	64
Tablo 5.7. Yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların toplam değerleri	66
Tablo 5.8. Sadece doğal gaz kullanımından kaynaklanan emisyonların envanteri	67
Tablo 5.9. Adapazarı'nda 2007 yılında sadece doğal gaz kullanılsaydı oluşacak emisyonlar ile 2007 yılında tüketilen kömürden kaynaklanan emisyonların karşılaştırması.....	68
Tablo 5.10. Anket Çalışması yapılan 11 mahallede ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu oluşan emisyonların karşılaştırması	69

ÖZET

Anahtar kelimeler: Isınma Kaynaklı Emisyonlar, Emisyon Envanterlemesi

Sakarya ilinin özellikle merkezi topografik ve meteorolojik özelliklerinden dolayı, önlem alınmadığı takdirde hava kirliliğinin yoğun şekilde yaşanabileceği bir yapıya sahiptir. Hava kirliliği özellikle kış aylarında, ısınma amaçlı yakıt tüketimi sebebi ile artış göstermektedir. Isınma amaçlı yakıt tüketiminden kaynaklanan hava kirliliğinin belirlenmesi ve kirliliği önleyici tedbirlerin alınabilmesi için öncelikli olarak bu emisyonların analizi ve envanterlemesi yapılmalıdır. Bu Amaçla, bu çalışmada Sakarya İli Adapazarı ilçesine ait on bir mahallede anket çalışması yapılmış ve bu emisyonlara sebep olan kaynakların türü ve sayısı, kullanılan yakma sistemlerinin (soba, kalorifer, kombi) özellikleri ve sayıları, yakıt tipleri (kömür, doğalgaz) ve miktarları tespit edilmiştir. Elde edilen bu verilerden faydalanılarak evsel ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu atmosfere yılda ne kadar toz (PM), karbondioksit (CO₂), kükürt dioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂) ve karbon monoksit (CO) emisyonunun verildiği hesaplanmıştır. Yapılan anket sonucunda, Adapazarı merkezi genelindeki 91.339 haneden %43,1' inin kombi, %42' sinin soba ve %14,9' unun kömür kaloriferi kullandığı; 2007 yılına ait kömür tüketiminin %2 hata ile 106.023 ton/yıl, doğalgaz tüketiminin ise 41.455.620 m³/yıl olduğu; Adapazarı genelinde, 2007 yılının en çok yakıt tüketilen ayının ise 24.219 ton/ay kömür ve 9.470.000 m³/ay doğalgaz tüketimiyle Aralık ayı olduğu tespitleri yapılmıştır. Ayrıca, Aralık ayında kömür tüketiminden kaynaklanan emisyon değerleri; 783 ton/ay SO₂, 61 ton/ay NO₂, 2.159 ton/ay CO, 196 ton/ay PM ve 51.846 ton/ay CO₂; doğalgaz tüketiminden kaynaklanan emisyonlar ise, 0,14 ton/ay SO₂, 25 ton/ay NO₂, 11 ton/ay, CO, 0,14 ton/ay PM ve 19.760 ton/ay CO₂ olarak hesaplanmıştır.

ANALYSIS AND INVENTORY OF EMISSIONS TO RESULT FROM HEATING IN ADAPAZARI CITY IN 2007

SUMMARY

Keywords: Emissions To Result From Heating, Emission Inventory

Due to topographical and meteorological characteristics, especially the Centrum of Sakarya province has such a structure that it is open to intensive air pollution unless preventive action is taken. Air pollution especially increases in winter due to fuel consumption for heating. In order to define the amount of air pollution deriving from fuel consumption for heating and to take the preventive precautions, analysis and inventory of those emissions have to be done as the first step. For this purpose, in this study a survey is applied to eleven districts of Adapazari town in Sakarya province; and the types and counts of sources causing these emissions, features and numbers of heating systems (stove, central heating, gas-fired kombi boiler), fuel types (coal, natural gas) and their consumption amounts are identified. The annual emission rates of particulate material (PM), carbon dioxide (CO₂), sulphur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂) and carbon monoxide (CO) derived from consumption of the domestic fuels are calculated using these data. As a result of this survey; 91,339 houses in the general of Adapazari are scattered as follows, 43.1 % use gas-fired kombi boiler, 42 % use stove, 14,9 % use central heating with coal. Moreover, the survey also showed that in 2007 the coal consumption was 106.023 tons/year and natural gas consumption was 41.455.620 m³/year with a 2% margin of error and the most consumption has taken place in December with an amount of 24.219 tons/month coal and 9.470.000 m³/month natural gas for the same year. In addition, the emission amounts of December due to coal consumption has been calculated as 783 tons/month of SO₂, 61 tons/month of NO₂, 2.159 tons/month of CO, 196 tons/month of PM and 51.846 tons/month of CO₂; on the other hand emissions due to natural gas consumption has been calculated as 0.14 tons/month of SO₂, 25 tons/month of NO₂, 11 tons/month of PM and 19.760 tons/month of CO₂ for the same month.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Ülkemizde şehirlerin önemli bir bölümünde özellikle kış aylarında hava kirliliğinin arttığı, İl Çevre Orman Müdürlüklerinin her yıl Çevre ve Orman Bakanlığı'na gönderdiği İl Çevre Durum Raporunda tablolar halinde verilen ve hava kalitesi ölçüm istasyonlarından elde edilen veriler ile tespit edilmiştir.[1] Adapazarı Gaz Dağıtım A.Ş.'nin (AGDAŞ) 2007 yılına ait aylık doğalgaz dağıtım miktarlarına (bkz. Ek-4) bakıldığında ise özellikle kış aylarında yakıt tüketiminin arttığı görülecektir. Dolayısıyla yapılan bu iki tespit ile kış aylarında hava kirliliğinin artmasının nedeninin ısınma amacıyla yakıt tüketiminin artması olduğu söylenebilir.

Sakarya ilinin merkez ilçesi olan Adapazarı ilçesi, Sakarya ilinin 4 alt bölgesinden 2. alt bölge olan, güneyde Geyve Boğazı, doğuda Akyazı-Hendek dağları, batıda Kocaeli platosunun uzantısı ve Sapanca Gölü, kuzeyde de Karasu ve Kaynarca ilçeleri ile çevrili, Akova olarak da bilinen Adapazarı Ovası içinde kalmaktadır. Adapazarı, çukur ova özelliği gösterdiğinden rüzgar hızları düşük (yıllık ortalama rüzgar hızı 1,0 m/sn) ve hava sirkülasyonu azdır. Adapazarı'nın toplam nüfusu 412.994 iken şehirde yaşayan nüfus 377.683'tür. İl genelinde nüfus yoğunluğu 173 kişi/km² iken, Adapazarı merkezinde bu oran 760 kişi/km²'ye çıkmaktadır [2].

Yukarıda anlatılan özelliklerinden dolayı, yani topografik yapısı, atmosferik koşulları, konut sayısının fazlalığı ve sıklığı, Adapazarı'nda, hava kirliliğinin artması açısından iyi bir zemin oluşturmaktadır. Dolayısıyla, hava kirliliğini etkileyen yakıt ve yakma sistemlerinin kalitesi gibi diğer faktörlerin iyileştirilmesi hava kirliliği ile mücadele kapsamında önemli bir konu olarak görülmektedir. Ancak bu varsayımların bilimsel bir zemine oturtulabilmesi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi konusunda sağlıklı bir eylem planının oluşturulabilmesi için hava

kirleticilerinin kaynaklarını ve bu kaynaklardan atmosfere verilen türleri ve miktarlarını gösteren sağlıklı ve güncel envanter verilerine ihtiyaç vardır.

Envanter çalışmalarının ülke genelinde değil, bölgesel düzeyde gerçekleştirilmesi ve daha sonra ülke geneline yansıtılması, hem yerel yönetimlerin “Temiz Hava Planı” çalışmalarına yön vermesi açısından hem de halkın bu çalışmalara katılımının sağlanması açısından çok önemlidir.

Bu amaçla, bu çalışmada, hava kirliliğinin en önemli kaynaklarından biri olan evsel ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu oluşan temel kirletici emisyonların, kullanılan yakıtların özellikleri, konutlarda ısınma amaçlı kullanılan teknolojilerin teknik özellikleri, çalışma mekanizmaları ve yanmayı etkileyen unsurları da göz önünde bulundurularak envanterlenmesi ve bu emisyonların genel değerlendirmesinin yapılması hedeflenmektedir. Emisyon envanterinin oluşturulması aşamasında yapılan hesaplamalarda, ülkemize ait bir standart olmadığı için Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından yayınlanan “EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006 Group 2: Non-industrial combustion plants” da bulunan emisyon faktörleri ile “Yıllık Avrupa topluluğu Sera Gazı Envanteri 1990-2005 ve Envanter Raporu 2007” raporunda verilen karbon dioksit (CO₂) emisyon faktörleri değerlerinden faydalanılmıştır[3, 4].

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

Günümüzde Avrupa ve Amerika başta olmak üzere, ülkemiz de dahil pek çok ülkede farklı amaçlarla hazırlanmış ve halen çalışmalarını sürdüren çok sayıda emisyon envanteri bulunmaktadır.

Genellikle büyük organizasyonlar ve araştırma grupları tarafından ülke düzeyinde hazırlanan emisyon envanterleri, birkaç ülkeyi kapsayacak kadar büyük, sadece bir şehrin özelliklerini yansıtmaya kadar da küçük olabilmektedir.

Günümüzde emisyon envanterleri, ülke düzeyinde ve ülkemizde de olduğu gibi küresel ısınmaya sebep olan sera gazlarının miktarlarının belirlenmesinde kullanıldığı gibi, bölgesel düzeyde veya sadece bir kenti kapsayacak şekilde ve yanma sonucu oluşan gazların hazır emisyon faktörleri kullanılarak belirlenmesinde de kullanılmaktadır.

Amerika’ da USEPA (Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı) ve Avrupa’ da EEA (Avrupa Çevre Ajansı) emisyon envanteri konusunda en önemli organizasyonlardır. Emisyon faktörü üretmek çok zor ve ileri teknoloji gerektiren bir süreç olduğundan, bir çok araştırmacı tarafından yapılan emisyon envanterlerinde bu iki organizasyonun ürettiği emisyon faktörleri kullanılmıştır.

USEPA ve EEA dışında Avrupa ve Amerika’ da ülkemiz de dahil pek çok ülkede farklı çalışma grupları tarafından yapılmış, bir çok emisyon envanteri çalışması bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda ayrı ayrı incelenmiştir.

Emily WILTON tarafından, Environment Waikato Regional Council için hazırlanan “Hamilton, Tokoroa ve Te Kuiti: Evsel Isınma Emisyon Envanteri 2001” raporunda Yeni Zelanda’ da bulunan Hamilton, Tokoroa ve Te Kuiti şehirlerinden oluşan bölgede evsel ısınma sonucu oluşan Partikül Madde (PM₁₀), Karbon Monoksit (CO), Kükürt Oksitler (SO_x), Azot Oksitler (NO_x), Uçucu Organik Karbonlar (VOC) ve Karbon Dioksit (CO₂) emisyonlarının envanteri yapılmıştır[5]. Envanter yapılabilmesi için gerekli olan, o bölgede kullanılan, yakma sistemleri ve yakıt cinsleri ve kullanım miktarları hakkında bilgi, bu üç şehirde örnekleme metodu kullanılarak, telefonla yapılan anket çalışması ile belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen yakma sistemleri, yakıt cinsleri ve kullanım miktarları ile emisyon faktörleri kullanılarak emisyon envanteri yapılmıştır. Emisyon envanteri hesaplarında Yeni Zelanda’ya ait 1999 Christchurch Emisyon faktörleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, bu üç yerleşimdeki ortaya çıkan emisyonlar ve yakma sistemleri ile yakıtlara göre oluşan emisyonların karşılaştırmaları yapılmıştır.

Hicran ALTUĞ tarafından, MATRA “Eskişehir ve İskenderun’ da Temiz Hava İçin Elele” Projesi çerçevesinde gerçekleştirilen “Eskişehir Kent Merkezi Yanma Kaynaklı Emisyon Envanteri” çalışmasında fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan kirleticiler (PM, SO₂, CO, VOC’ler, NO_x) esas alınarak, Eskişehir kentsel alanında 2006 senesi için sanayi tesisleri, evsel ısınma ve trafikte tüketilen yıllık yakıt miktarları ve türleri belirlenmiştir[6]. Belirlenen yıllık yakıt tüketim miktarları ile, bu yakıt türleri ve bunların yakıldığı yakma tesisi türlerine ait emisyon faktörlerinin çarpılması ile havaya salınan toplam kirletici emisyon miktarları hesaplanmıştır. Çalışmanın evsel ısınma kaynaklı emisyonlarının Envanterlenmesi kısmında, doğalgaz tüketimi Eskişehir Doğalgaz Dağıtım A.Ş.’ den, taş kömürü ve linyit kömürü tüketimleri ise genel tüketim verileri kullanılarak mahalle bazında yapılan hesaplamalarla elde edilmiştir. Emisyon faktörleri ise USEPA’ nın 1996 ve 1998 yıllarında yayınladığı emisyon faktörlerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın sonunda, ortaya çıkan emisyonların yakıtlara (doğalgaz, kömür) göre oluşan emisyonların karşılaştırmaları yapılmıştır. Ayrıca, evsel ısınma, trafik ve endüstriden kaynaklan emisyonların toplamı CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ile harita üzerine işlenerek hangi bölgelerde kirliliğin yoğunlaştığı gösterilmiştir.

Tolga ELBİR, Aysen MÜEZZİNOĞLU, Abdurrahman BAYRAM, Remzi SEYFİOĞLU, Hulusi DEMİRCİOĞLU tarafından gerçekleştirilen “Ege Bölgesi Hava Kirlenici Emisyon Envanteri” başlıklı çalışmada, Ege Bölgesi’nde yer alan Kütahya hariç tüm iller (İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Denizli, Uşak, Afyon) için mevcut ve ulaşılabilir en iyi bilgi kaynakları yardımıyla emisyon envanterleri hazırlanarak bölgesel ölçekte atmosfere verilen hava kirlenici miktarları ve bunların kaynakları belirlenmiştir[7]. Evsel ısınma kaynaklı emisyonlar bölgede yaşayan nüfus ve 1999 yılına ait ısınma amaçlı tüketilen yakıt miktarları ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma alanı içinde yer alan tüm illerin nüfus değerleri T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü’nün 1997 yılı nüfus sayımı sonuçlarına dayanan istatistiklerinden temin edilmiştir. İl merkezlerinde kış aylarında ısınma amaçlı tüketilen yakıt miktarları ise ilgili yerel yönetimlerin (Belediyeler, İl Çevre Müdürlükleri ve İl Sağlık Müdürlükleri) en son kayıtlarından elde edilmiştir. Çalışmada; yanmadan kaynaklanan kirleniciler (PM, SO₂, CO, VOC’ler, NO_x) esas alınarak, sanayi tesisleri, evsel ısınma ve trafikte tüketilen yıllık yakıt miktarları ve türleri belirlenmiş, emisyon faktörleri (USEPA, 1985) kullanılarak havaya salınan kirlenici miktarları hesaplanmıştır.

Şenay ÇETİN, Savaş AYBERK, Akyan KARADEMİR tarafından gerçekleştirilen “Kocaeli İlinde Konutlardan Kaynaklanan NO_x Emisyon Envanteri” başlıklı çalışmada Kocaeli’nde konutlardan kaynaklanan NO_x Emisyonlarının havaya salınan miktarları hesaplanmıştır[8]. Çalışmada kullanılan nüfus değerleri T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü’nün 2000 yılı nüfus sayımı sonuçlarına dayanan istatistiklerinden, yakıt tüketimleri miktarları ise İl Çevre ve Orman Müdürlüğü’nden ve Belediyelerden elde edilmiştir. Emisyon hesabında kullanılan emisyon faktörleri ise USEPA’ nın 1996 ve 1998 yıllarında yayınladığı tablolardan elde edilmiştir. Bilgiler resmi kurumlardan elde edildiğinden, özellikle ilin merkezinden uzaklaştıkça gerek nüfus gerekse kullanılan yakıt miktarları açısından yeterli bilgiye ulaşamadığından bu bilgiler, ulaşılmayan yerlerde ihmal edilmiştir. Bu olumsuzluk çalışmanın yeterli kalitede olmasını engellemiştir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalardan, sadece resmi kurumlardan (İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Belediyeler vb.) alınan şehre giren yakıt miktarları kullanılarak emisyon envanterleri yapan çalışmalarda, yeterli yakıt kullanım bilgilerine ulaşamadığından kaliteli sonuçlar elde edilememiştir.

Adapazarı İlçesi için yapılan bu çalışmada ise daha önce yapılan envanter çalışmalarından farklı olarak, emisyon envanteri çalışması için gerekli bilgiler mahalle bazında örnekleme ve anket çalışması yapılarak belirlenecektir. Böylece emisyon envanteri yapılan bölgedeki yakıt ve yakma sistemleri ile ilgili genel kullanım alışkanlıkları ortaya çıkarılarak, hangi mahallede veya sokakta, hangi emisyonun hangi miktarda oluştuğu, yakıt ve yakma sistemlerinin bu emisyonlara nasıl bir katkısının olduğunun tespitinin yapılması planlanmıştır.

Bu çalışmada ayrıca daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak evsel ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu oluşan emisyonların miktarlarının belirlenmesi için Avrupa Çevre Ajansı (EEA), EMEP/CORINAIR Emisyon Envanteri Kılavuz kitabından alınan emisyon faktörleri kullanılacak ve SO₂ emisyonu ise kömürün özellikleri (alt ısı değer ve kükürt yüzdesi) ile hangi yakma sisteminde yakıldığı (sobada veya kaloriferde) göz önünde bulundurularak bu kılavuz kitapta belirtilen hesaplama yöntemi ile hesaplanacaktır.

BÖLÜM 3. HAVA KİRLİLİĞİ VE KİRLETİCİLER HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Kirli havayı “Havanın doğal yapısında bulunan esas maddelerin oranlarının değişmesi veya bu doğal yapıya yabancı maddelerin girmesi sonucu insan sağlığını ve huzurunu bozacak ve hayvan, bitki ve eşyaya zarar verecek derecede kirlenmiş hava” olarak tanımlayabiliriz[9].

Hava kirliliği temel olarak; volkanik patlamalar, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan ve insan aktivitelerine bağlı olarak oluşabilen yapay kaynaklardan meydana gelmektedir. İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan yapay kirlilik kaynakları iki şekilde sınıflandırılır.

- I. Sabit Kaynaklar, bunlar ısınma ve üretim amaçlı faaliyetlerin yapıldığı yerlerdir.
- II. Hareketli Kaynaklar ise taşımacılık amacı ile kullanılan araçlardır.

Diğer bir sınıflandırma şekli ise;

- I. Noktasal Kaynaklar,
- II. Alansal Kaynaklar,
- III. Çizgisel Kaynaklar şeklinde yapılabilir.

Bu sınıflandırma şekline göre büyük endüstriyel tesisler noktasal kaynakları, evsel ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu oluşan emisyonun yoğunlukta olduğu kentsel alanlardaki bacalar alansal kaynakları meydana getirir. Taşıt egzozları ise çizgisel kaynak olarak sınıflandırılmaktadır.

3.1. Hava Kirliliğini Etkileyen Unsurlar

Meteorolojik olaylar, topografik yapı, plansız kentleşme ve kullanılan yakıtın özelliği gibi unsurlar hava kirliliğinin oluşması ve yayılması konusunda önemli rollere sahiptirler. Bu unsurlar aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

3.1.1. Hava sıcaklığı

Hava sıcaklığının azalması, ısınma amaçlı yakıt tüketiminin dolayısıyla havaya verilen emisyonların artmasına neden olmaktadır.

3.1.2. Basınç

Basınç, atmosferi oluşturan gazların, cisimlere yaptığı etkidir. Alçak basınçta hava hareketleri yukarı yönde olduğundan, hava kirleticileri daha çabuk dağılır. Yüksek basınçta ise hava hareketleri yukarıdan aşağıya doğrudur. Yüksek basınç olduğu zamanlarda hava bulutsuz, durgun veya hafif rüzgarlı, kararlı hale gelir. Dolayısıyla böyle zamanlarda havaya salınan kirleticilerin uzaklaşma şansları yoktur[10].

3.1.3. Rüzgar

Rüzgar basitçe, hava kütesinin yatay yönde yer değiştirmesi sonucu oluşmaktadır. Rüzgarın yönü, hızı (şiddeti) ve sıklığı (frekansı) oluşan emisyonların yayılması açısından önemlidir.

3.1.4. Yağış

Havadaki su buharının çeşitli koşullarda yoğunlaşarak atmosferden düşmesine yağış adı verilir. Yağışlar, havadaki bazı asılı maddeleri (toz vb.) temizlediği gibi bazen havadaki kükürt dioksit gibi gazlar ile tepkimeye girerek asit oluşumlarına sebep olabilmektedir.

3.1.5. Nem

Hava kirliliğini etkileyen bir diğer atmosferik faktör ise nemdir. Atmosferde bulunan su miktarı nem olarak adlandırılır. Havanın o anda taşıdığı nemin, aynı sıcaklıkta yüklenebileceği en yüksek nem miktarına oranına nispi nem denir. Bu değer yüzde ile ifade edilir.

3.1.6. Diğer faktörler

- Konum ve Topografik Yapı: Hakim rüzgarlara açık olmayan alanlarda, yeterli hava hareketleri olmayacağından, hava kirlenmesinin artması söz konusu olacaktır.
- Plansız Kentleşme ve Yeşil Alanların Yeterli Miktarda Bulunmaması: Kırsal kesimlerden kentlere aşırı göçün getirdiği plansız yerleşimin bir sonucu olarak, yeşil alanların zamanla azalması söz konusu olacaktır.
- Kullanılan Yakıtlar: Hava kirliliğini etkileyen faktörlerin en önemlisi ısınma, üretim veya ulaşım amacı ile kullanılan yakıtların kalitesidir.
- Kullanılan yakıt ve yakma prosesine uygun teknolojilerin seçimi olarak sıralanabilir.

3.2. Kirletici Emisyonlar ve Etkileri

Isınma amaçlı yakıt tüketiminde yakma üçgenindeki aksaklıklar sonucu baca gazında çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen hava kirletici emisyonlar oluşmaktadır.

Havaya karışan kirleticilerin, insanların doğrudan veya dolaylı olarak maruz kalması sonucu vücuda girerek birikmesi ve emilimi sonucunda meydana gelen olumsuz sağlık etkileri hava kirliliğinin en önemli olumsuz etkisidir.

Hava kirliliği, çevrenin bir parçası olan eşyalar üzerinde de olumsuz etki gösterir. Örnek olarak; havadaki nem ile ortamda bulunan kükürt veya azot oksitlerin kimyasal reaksiyonu sonucunda oluşan asitler, binalara ve sanat eserlerini tahrip etmektedir.

Aşırı miktarlarda atmosfere verilen karbondioksitin küresel ısınmayı arttırması, mevsim değişikliklerine neden olması (sera etkisi) ile ekosistemde değişikliğe sebep olması da hava kirliliğinin bir başka olumsuz etkisidir.

Sıklıkla karşılaşılan hava kirleticileri genel olarak aşığıdaki şekilde sıralanabilir[10].

- Partikül maddeler (tozlar ve aerosoller),
- Kükürt oksitler,
- Uçucu organik maddeler,
- Azot oksitler,
- Karbon monoksit,
- Halojenler,
- Radyoaktif maddeler

3.2.1. Karbon monoksit (CO)

Karbon monoksit (CO) renksiz ve kokusuz bir gazdır. Bu özelliğinden dolayı varlığı fark edilmeyen bu kirleticinin yarılanma ömrü de oldukça uzundur[9]. Karbon monoksitin, kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltması sonucunda, kandaki oksijen yetersizliği nedeniyle kan damarlarının çeperlerinde, beyin, kalp gibi hassas organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana gelir. CO alveoller, kapiller ve plasental membranlardan hızla geçer. Hemoglobine oksijenden yaklaşık 250 kat hızlı bir şekilde bağlanarak karboksi hemoglobini (COHb) oluşturur[11]. Toksik etkileri öncelikle beyin, kalp, iskelet kası gibi yüksek düzeyde oksijen kullanan organ ve dokularda oluşur. Hastalık meydana getiren dozu, sekiz saat maruz kalma ile 30 ppm'dir. Öldüren dozu, bir saat maruz kalma ile 120 ppm'dir[12].

3.2.2. Karbon dioksit (CO₂)

Normal havada % 0.03 miktarında bulunur. CO₂ gazının ısı ve hava kirliliğinin etkisiyle havadaki miktarının artması sonucu sera etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu olayın temel nedeni de CO₂'nin kızıl ötesi ışığı absorblamasıdır. İşte bu etkisinden dolayı CO₂, dünya üzerinde gelecekteki yaşamı tehdit eden önemli bir kirletici olarak kabul edilmektedir.

3.2.3. Kükürt dioksit (SO₂)

SO₂ gazı hava kirleticilerinin başında gelmektedir. Kükürt dioksit (SO₂), yakıtla bağlı kirletici olup boyutu yakıtın içerdiği kükürt (S) oranı ile belirlenir. Kükürdün yanması ile önce SO₂ ve daha sonra hava fazlalığına bağlı olarak SO₂ oluşur.

Zararlı etkisi insanlar, hayvanlar, bitkiler ve hatta madeni eşya üzerinde bile görülür. SO₂ gazı, 10 ppm'ine sekiz saat süresince maruz kalınması sonucu zehirleyici olabilmektedir[12]. SO₂'nin insanlar ve hayvanlar üzerindeki en önemli etkisi öksürtücü ve boğazı tahriş edici bir gaz olmasından dolayı solunum sisteminedir. Bitkiler üzerindeki etkisi hem SO₂ gazı olarak, hem de yağmur sularında erimesiyle oluşan asitli suyun toprağa geçmesiyle olur. SO₂'nin rutubetli ve yağmurlu havalarda fabrika bacası gibi madeni eşyalar üzerinde aşındırıcı ve paslandırıcı tahribatı büyüktür.

3.2.4. Azot dioksit (NO₂)

SO₂ gazından sonra en önemli hava kirleticilerinden biri de NO₂'dir. Azot dioksit, solunum yollarında tahriş edici bir etkiye sahiptir. Yüksek konsantrasyonlarda toksiktir. Türk Tabipleri Birliği'nin 2000 yılında yayınladığı "Yatağan'da Hava Kirliliğinin Değerlendirilmesi Raporu"nda [11], normal sağlıklı kişilerin, Azot dioksitin (NO₂) 4,7 µg/m³ (2.5 ppm) üzerinde bir konsantrasyonuna maruz kaldıklarında akciğer fonksiyonlarında bir azalma görüldüğü, 560 µg/m³'üne

yaklaşık 4 saat maruz kalındığında kronik akciğer hastalığı olanlarda solunum şikayetlerinin ortaya çıktığı, astım hastalarında ise çeşitli yakınmalar oluştuğu, azot dioksite uzun süreli maruz kalındığında, akciğerlerde geri-dönüslü ve geri-dönüşsüz birçok etkisi olduğu belirtilmiştir. Aynı raporda ayrıca bakteriyel ve viral enfeksiyonlara karşı direnci düşürdüğü ve uzun süre azot dioksite maruz kalan çocukların solunum sistemi semptomlarında artış ve akciğer fonksiyonlarında azalış olduğunun gözlemlendiği belirtilmiştir.

3.2.5. Kirletici emisyonların sınıflandırılması

a) Kaynaktan çıkışlarına göre:

- Birincil Kirleticiler: Bunlar kaynaktan doğrudan doğruya çıkan bileşiklerdir. Kükürtdioksit (SO₂), Hidrojen Sülfür (H₂S), Azot Monoksit (NO), Azot Dioksit (NO₂), Karbon Monoksit (CO), Karbon Dioksit (CO₂), Hidrojen Florür (HF), Partiküller, vb.

- İkincil Kirleticiler: Atmosferde sonradan oluşan kirletici bileşiklerdir. Kükürt Trioksit (SO₃), Sülfürik Asit (H₂SO₄), Aldehitler, Ketonlar, Asitler, Endüstriyel Duman, vb.

b) Kaynaklarına göre kirleticiler

- Doğal kaynaklardan oluşan kirleticiler: Deniz yosunlarının ortama verdiği gazlar, yanardağ veya orman yangınlarından atmosfere yayılan zararlı bileşikler, doğadaki biyolojik değişimler sırasında açığa çıkan karbon oksitler, metan, vb.

- Yapay kaynaklardan oluşan kirleticiler: Fosil kaynaklı yakıtların (odun, kömür, benzin, fuel-oil gibi) yanması sonucunda ortaya çıkan; Partiküller, Kükürt Dioksit, Azot Oksitleri, Karbon Oksitleri, Kurşun, Hidrokarbonlar, vb.

Özellikle yapay kaynaklardan dış ortama verilen kirleticilerin yıllık miktarları, bir kaç yüz tondan milyonlarca tona kadar ulaşmaktadır. Bunlar ortaya çıktıkları alana ve miktarlarına bağlı olarak, değişen ölçülerde etkiler meydana getirmektedirler.

3.3. Hava Kirliliği İle İlgili Mevzuat

Yukarıda özellikleri ve çevre ve insan sağlığı açısından olumsuzluklarından bahsedilen emisyonlardan dolayı oluşan hava kirliliğinin ve hava kalitesinin yasal tanımı, 1982 anayasası ve buna bağlı olarak 1983 yılında çıkarılan 2872 sayılı Çevre Kanunu ile yapılmıştır. Hava kalitesinin korunması ile ilgili teknik mevzuat ise 1986 yılında çıkarılan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'dir. Hava kalitesi değerleri, 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanılarak hazırlanan bu yönetmelikte Madde 6' da verilmiştir. Bu yönetmelikte "Hava Kalitesi Sınır Değerleri", İnsan sağlığının korunması, çevrede, kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerin, bir arada bulduklarında, değişen zararlı etkileri de göz önüne alınarak tespit edilmiş, konsantrasyon birimleriyle ifade edilen seviyeler olarak tanımlanmış ve farklı zaman ortalamaları ve farklı amaçlar gözetilerek 4 ayrı sınıfta incelenmiştir. Bunlar;

- Uzun Vadeli Sınır Değerleri (UVS):Aşılmaması gereken, bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerlerdir.

- Kısa Vadeli Sınır Değerleri (KVS): Maksimum günlük ortalama değerler veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının % 95'ini aşmaması gereken değerlerdir. Çöken tozlar için farklı olarak aşılmaması gereken maksimum aylık ortalama değerdir.

- Kış Sezonu Ortalaması Sınır Değerleri: Kış aylarında, binaların ısıtılmasıyla ortaya çıkabilen hava kirlenmelerine yol açan hava kirleticiler için Ekim-Mart ayları arasında yerleşim bölgelerinde yapılan ölçümlerin ortalamalarının aşmaması gereken UVS değerleridir.

- Hedef Sınır Değerleri: Mahalli çevre birimleri tarafından geliştirilen hava kalitesini iyileştirme programları çerçevesinde, daha temiz havaya ulaşmak için, yaygın olarak ortaya çıkan hava kirleticileri ile ilgili olarak belirlenmiş hedef değerlerdir.

Hava kirliliğini denetleyen bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile yıllardan beri ihtiyaç duyulan hava kirlenmesi tanımlarının yapılması sağlanmıştır. Ancak gelişen teknolojiler ve ihtiyaçlar karşısında yetersiz kalan 02.11.1986 tarih ve 19269 sayılı Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği üzerine, 7.10.2004 tarihli ve 25606 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği ve 13.01.2005 tarihli ve 25699 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” çıkarılmıştır. Ancak eksiklikleri nedeniyle bu yönetmelikler birkaç kez değişikliğe uğramış ve 22.07. 2006 tarih ve 26236 sayılı resmi gazetede yayımlanan “Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” ve son olarak 7 Şubat 2009 tarih ve 27134 sayılı yönetmelik ile revize edilmiş “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir. En son 6 Haziran 2008 tarihli ve 26898 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği” ile birlikte 2.11.1986 tarihli ve 19269 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği” yürürlükten kaldırılmıştır. 2008 tarihli bu yeni yönetmelikte “Hava Kalitesi Sınır Değerleri” ile ilgili olarak yeni tanımlar yapılmıştır. Bunlar [13];

- Alt bölge: Nüfusu 250.000’den fazla olan bir bölgeyi veya nüfusu 250.000 veya daha az olup hava kalitesinin değerlendirilmesi ve yönetiminin gerekli olduğu kilometrekare başına düşen nüfusun yoğun olduğu bölgeyi,

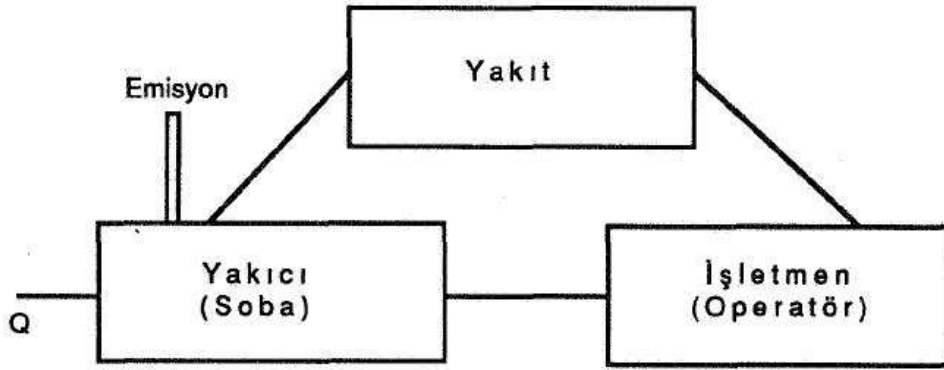
- Hedef değer: Çevre ve/veya insan sağlığı üzerindeki uzun dönemli zararlı etkilerden kaçınmak, bunları önlemek veya azaltmak amacıyla belirlenen ve öngörülen süre sonunda mümkün olan yerlerde ulaşılması gereken seviyeyi,

- Limit değeri: Çevre ve/veya insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerden kaçınmak, bunları önlemek veya azaltmak amacıyla bilimsel olarak belirlenen, öngörülen süre içinde ulaşılabilecek ve ulaşıldıktan sonra da aşılmaması gereken seviyeyi,
- Uyarı eşiği: Aşıldığında, nüfusun geneli için kısa süreli maruz kalmadan dolayı insan sağlığına bir riskin söz konusu olduğu ve ilgili yetkili merci tarafından acil önlemlerin alınacağı seviyeyi,
- Uzun vadeli hedef: Çevre ve insan sağlığının etkin bir şekilde korunması amacı ile uygun önlemlerle ulaşılamayan yerlerde uzun vadede ulaşılabilecek olan seviyeyi,
- Üst değerlendirme eşiği: Altına düşüldüğünde, 8 inci maddeye göre hava kalitesini değerlendirmek için ölçümlerin ve modelleme tekniklerinin birlikte kullanılabilmesi, Ek I'de belirtilen seviyeyi, ifade eder.

Yönetmeliğin Geçici Madde I' inde, yönetmeliğin Ek I'nde verilen limit değerlere ulaşılabilmesi için 31.12.2013 yılına kadar bir geçiş dönemi tanımlanmış ve bu geçiş döneminde uygulanacak geçiş dönemi hava kalitesi standartları belirlenerek yönetmeliğin Ek I A' sında verilmiştir.

3.4. Yanma

Şehir içi bölgelerde, insan faaliyetleri sonucu oluşan emisyonların kaynağı ne olursa olsun hava kirliliğinin en önemli kaynağı yanma olayıdır. Çünkü yanma sonucunda enerji dönüşümü ile birlikte bazı katı ve gaz atıklar meydana gelir ve oluşan bu gaz atıklar (emisyonlar), atıldığı atmosferde birikerek canlı ve cansız varlıklar üzerinde olumsuz etkilere sebep olurlar.



Şekil 3.1. Yakma üçgeni [14]

Yakma sistemlerinde yanmanın, enerji ekonomisi ve çevresel etki yönünden uygun bir biçimde (verimli ve temiz) oluşturulması, yakıt / yakıcı / işletmen (operatör) üçlüsü arasındaki gerekli uyumun sağlanabilmesine bağlıdır. Yakma üçgeni olarak tanımlanan bu sistemin elemanları arasındaki her bir uyumsuzluk ısı üretimini azaltmakta, çevre kirleticisi emisyonlarını artırmaktadır.

Örnek olarak, Izgara üzerinde yakma esasına göre geliştirilen soba ve kazanlarda, verimli ve temiz bir yanmanın sağlanabilmesi için yapısal olarak sabit karbon oranı yüksek, uçucu yanıcı madde oranları çok düşük, uygun tane büyüklüğüne sahip yakıtlar (kok, taş kömürü, briket vb.) kullanılması gerekirken; uçucu madde, nem, kül ve kükürt oranı yüksek ucuz yakıtların (linyit) kullanılması yakma üçgeninde uyumsuzluğa, yanma verimin düşmesine, hava kirleticisi emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. Bunun başlıca nedeni sabit karbonun ızgara üzerinde yakılması gerekirken, yanıcı uçucuların hacimde yakılması zorunluluğunun bulunmasıdır[14].

Baca gazı sıcaklığı da kazan verimi üzerinde direk rol oynar. Baca gazı sıcaklığı yakıt cinsi ve yakıt bileşenlerine bağlıdır. Örneğin, kükürt ve kükürtlü bileşikler içeren yakıtlarda baca gazı sıcaklığı 180° C altına düşürülmemelidir. Aksi halde kükürt havanın içindeki oksijen ve hidrojenle birleşerek sülfürik asit oluşumuna sebep olmaktadır. Ancak doğalgaz içinde kükürt bulunmadığından baca gazı sıcaklığı 56°C' ye kadar düşürülebilir[15].

Mevcut yakma sistemlerinde, havanın içindeki yanma için gerekli olan oksijenin yakıt ile karıştırılması sonucu yanma gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, yakıt ile karıştırılan havanın miktarı yanmanın özelliklerini, yani oluşan ısı miktarını ve diğer yanma ürünlerinin cins ve miktarlarını belirlemektedir.

Bir yanma prosesinde, yakıt ve hava arasındaki ilişki hava-yakıt oranı cinsinden ifade edilir. Hava-yakıt oranı (HY), birim kütle yakıt başına ($m_{\text{yakıt}}$) verilen havanın kütlesi (m_{hava}) olarak tarif edilir ve aşağıdaki gibi yazılır [16].

$$HY = \frac{m_{\text{hava}}}{m_{\text{yakıt}}} \quad (3.1)$$

Yanma işleminde kullanılan hava miktarı, hava fazlalık katsayısı (λ) ile de gösterilir. Hava fazlalık katsayısı, gerçek hava-yakıt oranının ($HY_{\text{Gerçek}}$) stokiyometrik hava-yakıt oranına ($HY_{\text{Stokiyometrik}}$) bölünmesi ile bulunur [15].

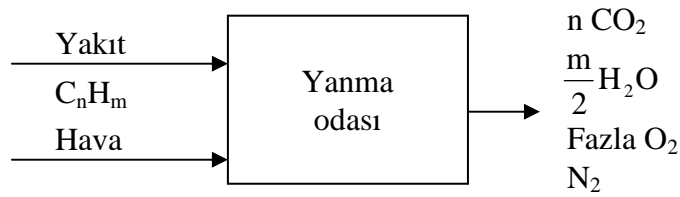
$$\lambda = \frac{HY_{\text{Gerçek}}}{HY_{\text{Stokiyometrik}}} \quad (3.2)$$

Hava fazlalık katsayısı (λ) birden büyük olduğunda, fazla hava kullanıldığı anlaşılır ve karışıma fakir karışım denir. Bu oran birden küçük olduğunda ise yakıtın, stokiyometrik havadan daha fazla olduğu anlaşılır ve zengin karışım olarak ifade edilir [15].

Stokiyometrik hava, yanma veriminin değerlendirilmesinde önemli bir faktördür. Gerçek yanma şartları için bir referans noktası teşkil eder.

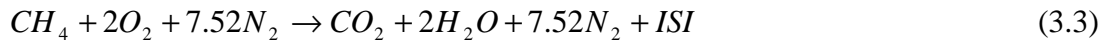
3.4.1. Tam (Stokiyometrik) yanma

Tam yanmada genellikle alev rengi katı ve sıvı yakıtlarda açık sarı – portakal renginde, gaz yakıtlarda ise mavidir. Yanma işlemi sırasında, eğer yakıt içindeki karbonun tümü CO_2 ' ye, hidrojenin tümü H_2O ' ya ve varsa kükürtün tümü SO_2 ' ye dönüşüyorsa yanma tamdır[16].



Şekil 3.2. Yanma işlemine girenler ve yanma ürünleri [16]

Örnek olarak, Metanın tam (stokiyometrik) yanması halinde aşağıdaki yanma denklemi ortaya çıkar.



Tam yanmada, azotun hiçbir kimyasal değişimden geçmediği kabul edilir ve yanma ürünlerinde oksijen bulunmaz. Karbon ve hidrojenin CO_2 ve H_2O ' ya tam yanması için gerekli en az hava miktarına stokiyometrik hava veya % 100 teorik hava denir.

Pratikte yanma şartları ideal olmadığından iyi bir yanmanın oluşabilmesi için teorik havadan daha fazla havaya ihtiyaç vardır. Teorik (stokiyometrik) havadan fazla miktarda kullanılan havaya "Fazla Hava" denir. Gerçekte gerekli olan fazla hava miktarı, yakıt tipi ve kompozisyonuna, fırın, soba, kalorifer kazanı ve brülör gibi yakma sistemlerinin tasarımına ve çalışma koşullarına bağlı olarak değişir[15, 16].

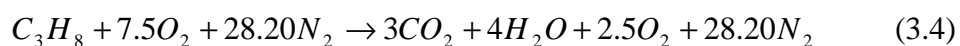
Tablo 3.1. Yakıt Tiplerine Göre Fazla hava Miktarları [17]

YAKIT TİPİ	YAKICI ŞEKLİ	FAZLA HAVA (%)
Kömür	Mekanik ızgaralı	15 - 50
Fuel Oil	Endüstriyel Kazanlarda	10 - 20
Doğal Gaz	Gaz Brülörleri	5 - 10

3.4.2 Fazla hava ile yanma (fakir yanma)

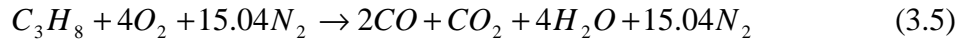
Fazla havanın olduğu hava/yakıt karışımına fakir karışım denir. Gerekenden daha fazla hava ile yanma durumunda alev rengi çok açık ve parlaktır. Baca gazı hemen hemen gözle görülmez. Bu durumda ocak sıcaklığı düşer. Baca gazı sıcaklığı artar. Böylece aynı miktardaki ısıyı elde etmek için daha fazla yakıtı ihtiyaç duyulur. Daha fazla yakıt yakıldığından bacadan daha fazla baca gazı atılır. Bu da daha fazla hava kirliliğine sebep olur. Sonuç olarak, fazla hava ile yanma işleminde de hem ekonomik, hem de çevresel açıdan olumsuz bir durum ortaya çıkmış olur[18].

Teorik (stokiyometrik) olarak gerekli olan hava miktarından fazla miktar kullanıldığında bu değer %100 teorik değerden daha fazla olacaktır. Örneğin %200 teorik hava ($\lambda=2$), tam yanma için gerekli hava miktarının iki katının sağlandığı anlamına gelir ve %100 fazla hava olarak da ifade edilir. Bu durumda oksijen yanma ürünü gazlarında bulunacaktır. %150 teorik hava veya %50 fazla hava verildiğinde, propan için tam yanma reaksiyonu aşağıdaki gibi olur[15].



3.4.3. Az hava ile yanma (zengin yanma)

Yeterli havanın kullanılmadığı yanma reaksiyonlarında hava/yakıt karışımına fakir karışım denir. Az hava ile yanmanın en belirgin özelliği baca gazının çok koyu renkli ve isli olmasıdır. Ayrıca alev rengi de olması gerekenden daha koyu renktedir. Ayrıca baca gazı analiz cihazı ile baca gazı incelendiğinde fazla miktarda Karbon monoksit (CO) görülecektir. Bu durumda ısı geçiş yüzeylerinde is ve kurum birikecek, ısı geçişi zorlaşacaktır. Hem bu nedenle hem de yakılan yakıtın kimyasal enerjisinin tamamı ısıya çevrilemediğinden dolayı yakıt tüketimi artacak ve zehirli bir gaz olan CO gazı, is ve kurum bacadan atıldığından dolayı hava kirliliği oluşacaktır. Bu da bilindiği gibi hem ekonomik, hem de çevresel açısından büyük bir kayıptır. Örnek olarak, %80 teorik hava ($\lambda=0,8$) verildiğinde propan için yanma reaksiyon aşağıdaki gibi olur[15, 18].



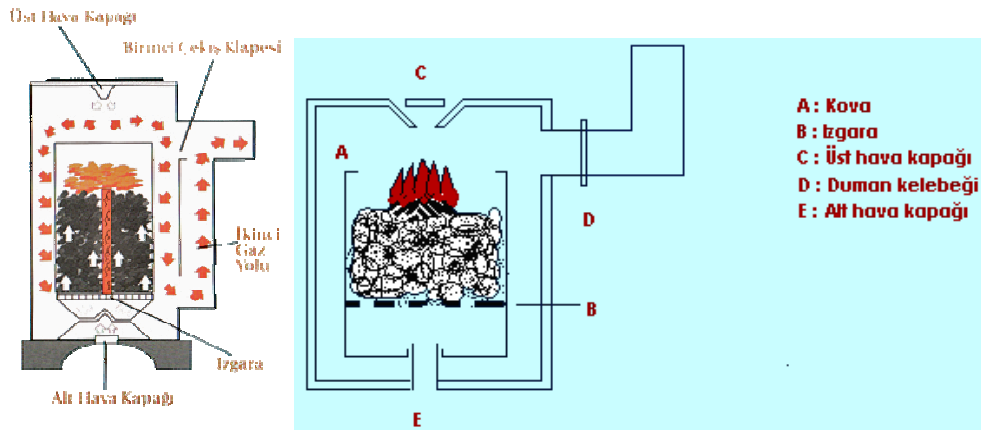
Bu denklem, gerçek yanma proseslerine uygulanamayabilir. Çünkü ürünlerde O_2 olabileceği gibi, diğer maddelerde küçük miktarlarda bulunabilirler. Bununla beraber, kimyasal denklem, bu tip bir reaksiyon için verilen koşullarda hangi ürünlerin beklenebileceği yolunda ilk yaklaşımı elde etmek için kullanılabilir.

3.5. Yerel Isıtma Sistemleri ve Oluşturdukları Emisyonlar

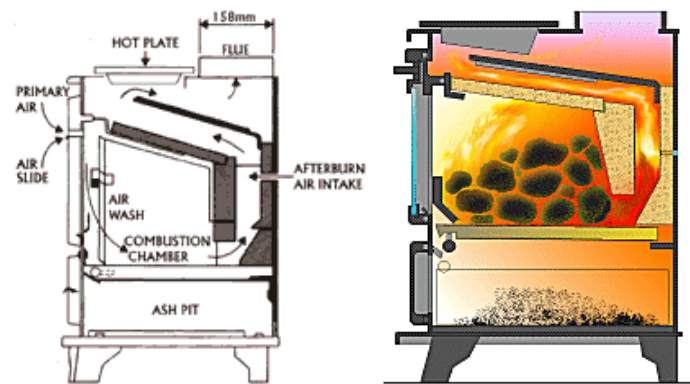
Yerel Isıtmada ısı, ısıtılması istenen hacmin içinde üretilir. Bu nedenle ısıtılacak her yerin ayrı bir ısı üreticisi bulunması gerekir. Her türlü yakıt kullanmak mümkündür. Lokal ısıtıcı olan sobalar, elektrikli ve gazlı ısıtıcılar ile şömüne bu gurubun içindedir.

3.5.1. Sobalar

Günümüzde konutların ısıtılmasında kullanılan sobalar genelde kovalı ve kovasız olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Kovasız sobaların yanma bölgesi çepeçevre tuğla ile örülü iken kovalı sobalarda yanma sobaya yerleştirilen kovanın içinde gerçekleşir. Gerek kovalı gerekse kovasız sobalar yığma tip (kesikli beslemeli) sobalardır. Kovalı sobalarda yakıt yığını üstten tutuşturulurken tuğlalı sobalarda tutuşturma işlemi alttan veya üstten yapılabilmektedir. Her iki durumda da yanma başladıktan sonra zamanla yanma bölgesinin konumu ve yanma koşulları değişmektedir[19].



Şekil 3.3.a. Kovalı soba teknik özellikleri [20]



Şekil 3.3.b. Kovasız Soba Teknik Özellikleri [19]

Sobalardan kaynaklanan hava kirliliği; yakılan yakıt miktarına, yakıt kirletme ve yanma özelliğine, soba türü ve işletme koşullarına, kirletici emisyonların atmosfere verme biçimine, topografik ve meteorolojik koşullara bağlı olarak değişmektedir. Soba tasarımı, yakıt seçimi ve hazırlanması, yer seçimi, vb. gibi faaliyetlerde hava kirliliği sorunu göz önünde tutulmalıdır.

Partikül maddeler (tozlar ve aerosoller), kükürt oksitler, uçucu organik maddeler, azot oksitler, karbon monoksit, halojenler, radyoaktif maddeler gibi emisyonlar soba bacalarından çıkmasına rağmen, bugüne kadar, hava kirliliğinin kontrolünde, 1986 tarihli Hava kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği'nde de olduğu gibi, başlıca iki emisyon grubu üzerinde yoğunlukla durulmuştur. Bunlar partikül madde (PM) ve kükürt dioksit (SO_2)' dir. Ancak 2008 yılının Haziran ayında yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme Ve Yönetimi Yönetmeliği ile NO_2 ve CO emisyonları da önem kazanmıştır.

Partikül madde ve CO emisyonları, yakma üçgenindeki uyum (uygun yakıt, uygun soba tasarımı, uygun işletme koşulları) sağlanarak kontrol edilebilir.

SO_2 emisyonu ise doğrudan yakıtın içerdiği kükürt miktarına ve kısmen külün kükürt tutma özelliğine bağlıdır. Sobalarda baca yapısı ve konumu, emisyonların atmosferde yayılması yönünden uygun olmadığından, emisyonların tamamına yakın bir bölümü yakın çevre için doğrudan bir hava kirletici kaynak biçimine dönüşmektedir[14].

NO_x 'ler, azot monoksit (NO), azot dioksit (NO_2), diazot oksit (N_2O), diazot trioksit (N_2O_3), diazot tetraoksit (N_2O_4), diazot pentaoksit (N_2O_5) olmak üzere 6 farklı gazın karışımıdır. Ancak bunlardan hava kirleticisi olarak en önemlileri NO ve NO_2 dir. Azot oksitlerin kontrolü için alev sıcaklığının kontrolü şarttır.

3.5.2. Kombiler

Kombi hem sıcak su hemde ısıtma amacı ile konutlarda kullanılabilinen bir teknoloji ürünüdür. Kombiler, bireysel kullanıma yönelik sistemlere üyedirler. Kat kalorifer kazanlarında olduğu gibi depolanmış bir su kütesinin ısıtılmasından farklı olarak kombiler şofbenlerdeki gibi bir boru demetinden akan suyun ısıtılması prensibine dayanmakta olup, çok az yer kaplarlar. Sıcak su temini cihaz içindeki boyler veya ani su ısıtıcısı ile sağlanır. Doğal gaz ve LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz), mazot, lpg, elektrik ile çalışabilirler [21].

Bir kombinin çalışması için gerekli olan dış materyaller; elektrik, su, yakıt (mazot, lpg, doğalgaz, elektrik vs) ve ayrıca istenirse konfor araçları(oda termostatu, program saati, termostatik vana telefon modemi vb. eklenebilir.) olarak sıralanabilir.

Adapazarı'nda kombi olarak doğalgaz yakan kombiler tercih edilmektedir. Pahalı olduklarından dolayı mazot ve lpg yakan kombiler tercih edilmemektedir.

Kombiler çalışma prensiplerine göre 3'e ayrılır;

- Bacalı kombi
- Bacalı fan kitli kombi
- Hermetik kombi

Kombiler ateşleme sistemine göre 2'e ayrılır;

- Pilot alevli kombi
- Elektronik ateşlemeli kombi

Kombiler baca gazından yararlanıp yararlanmama durumuna göre 2'e ayrılır;

- Geleneksel / konvansiyonel kombiler (yararlanmayan),
- Yoğuşmalı / kondenzasyonlu kombiler (yararlanan)

Kombiler kapasitelerine göre 3'e ayrılır;

- 17.000 – 20.000 kcal/h kapasiteli,
- 24.000 – 25.000 kcal/h kapasiteli,
- 27.000 – 30.000 kcal/h kapasiteli kombiler

"Temiz enerji" olarak tanımlanan doğalgazın yanmasında bile yanma tepkimesi sonucu bazı kirletici emisyonlar meydana gelebilir. Örneğin, yetersiz hava gibi uygun olmayan işletme koşulları, büyük miktarlarda is, CO ve yanmamış hidrokarbon emisyonlarına sebep olabilir. Ancak doğalgazın yanmasında asıl kirletici emisyon azot oksitlerdir (NO_x) ve bunların miktarı yanma odasının sıcaklığı ve yanma ürünlerinin soğuma hızı ile değişir.

3.6. Merkezi Isıtma Sistemleri Ve Oluşturdukları Emisyonlar

3.6.1. Kazanlar

Yüzeylerinin bir tarafında ısı alan akışkan (su, termik yağ, hava vs.) ile diğer tarafında ısı veren bir yakıtın yakılması neticesinde oluşan alev ve duman gazlarının dolaştığı yollar bulunan basınçlı kapalı kaplara kazan denir[22].

Kazanları değişik kriterlere göre sınıflandırmak mümkündür[22].

1. Isı alan akışkanın özelliklerine göre:

- a) Sıcak su kazanları (kalorifer kazanları)
- b) Kaynar su kazanları
- c) Buhar kazanları

2. Alev – duman gazlarının dolaşım durumuna göre:

- a) Alev borulu, duman borulu, alev-duman borulu kazanlar
 - 1 geçişli (tek geçişli),
 - 2 geçişli,
 - 3 geçişli
- b) Su borulu kazanlar
- c) Alev borulu – su borulu kazanlar

3. Yaktığı yakıtı göre:

- a) Katı yakıt yakan kazanlar
- b) Sıvı yakıt yakan kazanlar
- c) Gaz yakıt yakan kazanlar
- d) Birden fazla yakıt yakan kazanlar
- e) Elektrikle ısı veya buhar üreten kazanlar

4. Yanma hücresinin (ocakının) konumuna göre:

- a) İçten ocaklı kazanlar
- b) Dıştan ocaklı kazanlar
- c) Ön ocaklı kazanlar
- d) Arka ocaklı kazanlar

3.6.2. Katı yakıtlı kazanlar

Isıtma Tesisatı için gerekli ısı ülkemizde, ekonomik ve teknolojik nedenlerle üç geçişli, alev duman borulu ve katı yakıt yakan kazanlarda genelde linyit yakılarak sağlanmaktadır.

Tablo 3.2. Katı yakıtlı kalorifer kazanı baca çıkışı Ölçüm ve Emisyon analiz sonuçları [23]

ÖLÇÜM KODU	Çetlik Isı-300b	Çetlik Isı-120a	Çetlik Isı-60a	Çetlik Isı-30a
ÖLÇÜM TARİHİ	23.03.2007	26.04.2007	24.03.2007	24.04.2007
Yakıt miktarı (max)	13,6 kg/saat	4.16 kg/saat	3,75 kg/saat	2.1 kg/saat
Yakıtın ısı miktarı (alt ısı)	7000 kcal/kg	6200 kcal/kg	6200 kcal/kg	6200 kcal/kg
Hava beslemesi	Fan az açık	Fan açık	Fan açık	Fan açık
Tesis ısı gücü (kapasite) kcal/saat (KW)	300.000 (349,0)	120.000 (140,0)	60.000 (70,0)	30.000 (35,0)
Gaz Sıcaklığı	149,3 °C	250,2 °C	170 °C	245,1 °C
Nem miktarı (%)	1,68	3,42	2,37	2,18
Baca kesit alanı (Ölçüm noktası)	754,7 cm ²	132,7 cm ²	177 cm ²	133 cm ²
Yanma verim (%)	85,7	88,2	92,5	86
Yanma kaybı (%)	14,3	11,2	7,7	14
PARAMETRELER	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
Gaz Hızı (m/sn)	2,1	2,3	2,2	1,8
Gaz Debisi (Nm ³ /saat)	570,1	109,9	140	86,01
Toz konsantrasyonu (mg/Nm ³)	132	143	142	146
İslilik (ringelman)	1	1	1	1
O ₂ Konsantrasyonu (%)	14,3	8,4	8,1	9,3
Toz Emisyonu kg/saat)	0,075	0,016	0,02	0,023
CO konsantrasyonu (mg/Nm ³)	2928	3303	3793	3524
CO Emisyonu (kg/saat)	1,671	0,363	0,531	0,303
SO ₂ konsantrasyonu (mg/Nm ³)	275	256	248	454
SO ₂ Emisyonu (kg/saat)	0,157	0,109	0,035	0,039
NO _x konsantrasyonu (mg/Nm ³)	34	187	113	117
NO ₂ Emisyonu (kg/saat)	0,019	0,021	0,016	0,01
CO ₂ Konsantrasyonu	6,0	11,1	10,2	10,2

Tablo 3.3. Partikül Madde Konsantrasyonu ve İslilik Derecesi [13]

Yakma Tesisinin Isıl Gücü (kW)	Ölçüm Yöntemi	Oksijen İçeriği Hacimce (%)	Partikül Madde Konsantrasyonu (mg/Nm ³)	İslilik Derecesi (Ringelman Skalası)
15<IG≤1000	Ek-3.A.2	8	150	1



Şekil 3.4. Alev duman borulu ve katı yakıt yakan kazan örnekleri

Tablo 3.2.’ de Çetık Isısan firmasına ait Katı yakıtlı kat kaloriferlerinin bağımsız konutlar, villalar, apartman daireleri, işyerleri ve ofisler için 20.000–120.000 kcal/h kapasite aralığında ürettiği ve %88 verimliliğe sahip oldukları belirtilen modellerinin, ithal linyit kömürü kullanılarak, Selçuk Üniversitesi tarafından yapılan ölçüm ve emisyon analiz sonuçları verilmiştir.

Selçuk Üniversitesi tarafından yapılan emisyon ölçümleri sonucunda ortaya çıkan emisyon değerlerinin, 1 Mart 2008 tarih ve 26803 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan yönetmelik ile değişik 13 Ocak 2005 tarih ve 25699 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen ve Tablo 3.3’ te verilen “Isıl gücü $15 < IG \leq 1000$ kW olan katı yakıtlı yakma tesislerinde, yönetmeliğin 5 inci maddesinin (a) bendinde belirtilenler ile aynı maddenin (b) bendinin (1) numaralı alt bendinde belirtilen yakıtların kullanılması halinde bacadan atılan partikül madde konsantrasyonu ve islilik derecesi sınır değerleri” ni sağladığı görülmektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken konu analizlerin ithal linyit kömürü kullanılarak yapılmasıdır. İthal linyit kömür ile yerli linyit kömür karşılaştırıldığında, İthal linyit kömürün yerli linyite göre kalorisini yüksek, kükürtü ve külü daha düşüktür (Bkz Tablo 3.7).

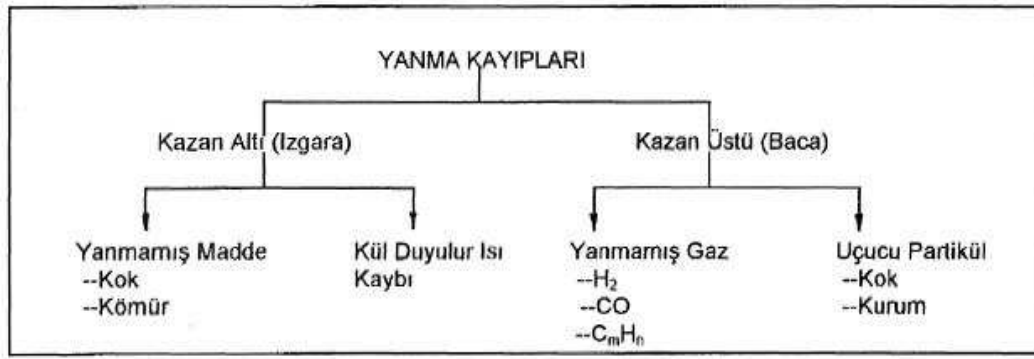
Her ne kadar son yıllarda, yukarıdaki gibi, kalorifer kazanı üreticileri tarafından geliştirilmiş ve yönetmelikteki standartları sağladığı analizler ile tespit edilen modeller kullanılsa da ısınmak için gerekli ısı tüm şehirlerimizde olduğu gibi Sakarya ilinde de ekonomik ve teknolojik nedenlerle üç geçişli alev duman borulu kazanlarda genelde linyit yakılarak sağlanmaktadır.

Taşkömürü ve kok kömürü gibi yakıtlar esas alınarak tasarlanmış olan mevcut kalorifer kazanlarının yanma odası hacmi ve ısı transferi yüzeyleri, düşük ısı değerli linyitler için gereğinden fazla büyük olmaktadır. Nem, kül, ve yanıcı uçucu oranı yüksek, homojen tane özelliği taşımayan linyitler bu kazanlarda yakıldığında, yanma özelliğine sahip yanıcı uçucular tam olarak yakılamamaktadır. Bu ise yanma veriminin düşmesine, eksik yanmadan kaynaklanan gaz ve partikül şeklinde hava kirleticisi yoğun emisyonların oluşmasına neden olmaktadır. Bu tür yakma sistemlerinde verimli ve temiz bir yanmanın sağlanabilmesi için uygun tane büyüklüğüne sahip, taşınabilir, depolanabilir özellikte, nem kül, kükürt oranları bakımından yönetmelikle belirlenen sınır değerler içinde bulunan yakıtlara gereksinim vardır [24].

Katı yakıt yakan kazanlardan açığa çıkan emisyonların başlıcaları kükürt dioksit, azot oksitler, Partikül madde ve karbon monoksittir. Yanma sonucu ortaya çıkan azot oksit emisyonları, yakma havasının ve yakıtın içerdiği azottan kaynaklanırlar. Azot oksit oluşumu özellikle 1000 °C ve üzerideki sıcaklıklarda artış gösterdiğinden etkin bir Azot oksit kontrolü için alev sıcaklığının kontrolü şarttır. CO emisyonu ise karbon ve hidrokarbonların eksik yanması sonucu oluşmaktadır. Tam yanma şartlarının sağlanması CO emisyonunun azaltılması için en etkili yöntemdir.

Partikül emisyonları, yanma odasında tam yanma koşullarının sağlanamaması dolayısıyla oluşan uçucu kül, kurum ve yakıt külünün baca çekişi ile baca gazına karışmasıyla oluşur.

Çevresel etki yönünden yakma sistemlerini incelediğimizde, tam yanmayı sağlayacak bir yakma ve ısı transfer mekanizması, CO, C_mH_n ve partikül emisyonlarını düşürürken, azalan yakıt tüketimiyle sistemin çevreye attığı ve yakıttan kaynaklanan SO₂, NO_x emisyonlarının yıllık toplam miktarlarının da "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği"nde belirtilen sınır değerlerin altına düşmesi sağlanır. Katı yakıtlı kazanlarda yanma kayıpları Şekil 3.5' te verilmiştir.



Şekil 3.5. Katı yakıtlı kazanlarda yanma kayıpları [24]

Kazanların yanma davranışında külün içerdiği yanmamış kömür ile, baca gazının içerdiği CO, C_mH_n ve uçucu partikül bileşikleri etkili olmaktadır. Ayrıca kömür gazlarının ve katranın tam yanmamasıyla oluşan ara maddeler şunlardır [12];

- 1) Doymamış hidrokarbonlar: etilen, aldehytler ve organik asitler.
- 2) Aromatik hidrokarbonlar: benzol ve homologları, naftalin, antrasen, piren v.b.
- 3) Asit karakterli aromatikler: fenoller, krezoller.
- 4) Bazik karakterli aromatikler: piridin ve homologları.

3.7. Yakıtlar

Yakıtlar katı, sıvı ve gaz olarak sınıflandırıldığı gibi doğal ve yapay olarak da sınıflandırılabilir. Katı yakıtların doğal olanları antrasit, taşkömürü, linyit, şist, turba ve grafit; yapay olanları ise kok, semi-kok, petrokok, mangal (odun) kömürü ve briketlerdir. Sıvı yakıtların doğal olanı, ham petrol; yapay olanları fuel-oil, motorin, gazyağı, jet benzini, benzin, katran vb. petrol ve kömür damıtma ürünleridir. Gaz yakıtların doğal olanı doğalgaz, yapay olanlar ise petrol ürünü metan gazı, yüksek fırın hava gazı ve jeneratör gazlarıdır. Çamur çürütme ünitelerinin atık gazları ve çöp depolama alanlarından çıkan gazlar da bu sınıfta yer alır. Bunlardan başka bütan ve propan karışımı LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) ve LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) gaz yakıtlardır [20].

Yukarıdaki yakıt türlerinin dışında bir de yenilenebilir (yani fosil nitelikte olmayıp da kısa sürede yeniden üretilen) biyokütle türleri de enerji üretiminde kullanılabilir. Türkiye’de büyük miktarda bulunan odun, talaş, kağıt ve bez kırıntısı, zeytin artıkları (prina), diğer preslenmiş ve yalın haldeki tohum ve meyve kalıntıları, tarlada kalan tarımsal ürün artıkları, deri parçaları, hatta kentsel çöpler yerel olarak yakıt yerine kullanılabilir. Ancak bu tarz yakıtların yakılması için çıkacak emisyonların limit değerlerin altında kalmasını sağlayacak nitelikte yakma sistemlerine ihtiyaç duyduklarından tercih edilmemektedirler.

Enerji üretiminde çok çeşitli yakıtlar kullanılabilmesine rağmen, ülkemizde ve şehrimizde ısınma amaçlı olarak genellikle, daha az maliyetle elde edilebilen ve emisyon tedbiri gerektirmeyen veya basit tedbirlerle emisyonları kontrol altına alınabilen yakıtlar olan doğalgaz ve kömür tercih edilmektedir. Dolayısıyla bu bölümde sadece kömür ve doğalgaz ile ilgili bilgi verilmiştir.

3.7.1. Kömür

Kömür; karbon, hidrojen, kükürt, azot, oksijen, kül oluşturan inorganik bileşikler ve mineral maddelerden oluşan kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapıya sahip bir maden ve kayadır.

Kömürleşme süreci ve yataklanma, nem içeriği, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler yönünden kömürler çok çeşitlilik gösterirler. Bu durum birçok ülkede kömürlerin birbirine benzer özellikler ve yakın değerler temelinde sınıflandırılmasını zorunlu kılmıştır [25].

Uluslararası Kömür Kurulu'nca birçok ülkeden temin edilen numuneler üzerinde yapılan çalışmalar ve Uluslararası Standartlar Örgütü' nün (ISO) desteği ile değişik tipte kömürlerin kullanım amaçlarına göre uluslararası sınıflandırması yapılmıştır. Bu sınıflamada; kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma ve kekleşme özellikleri temel alınarak, kömürler sert (taşkömürü) ve kahverengi (alt-bitümlü ve linyit) kömürler olarak iki ayrı sınıfa ve bunların alt sınıflarına ayrılmışlardır. Uluslararası Genel Kömür Sınıflandırması Tablo 3.4' te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Uluslararası Genel Kömür Sınıflaması [25]

A. SERT KÖMÜRLER	B. KAHVERENGİ KÖMÜRLER
1. KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER (Yüksek fırınlarda kullanıma uygun kok üretimine izin veren kalitede) 2. KOKLAŞMAYAN KÖMÜRLER a) Bitümlü kömürler b) Antrasit	1. ALT BİTÜMLÜ KÖMÜRLER (4.165-5.700 KCal/kg arasında kalorifik değerlerde olup topaklaşmaz) 2. LİNYİT (4.165 KCal/kg' ın altında kalorifik değerde olup topaklaşmaz)

Tablo 3.5. Genel sınıflandırmada yer alan kömürlerin tanıtıcı özellikleri [25]

TAŞKÖMÜRÜ		KAHVERENGİ KÖMÜRLER	
LİNYİT	ALT BİTÜMLÜ	BİTÜMLÜ	ANTRASİT
Kahverengi	Siyah	Koyu siyah	Parlak siyah
Kırılgan, çabuk toz halinde ufalanma	Oksidasyonla veya kurutma sonucunda ince parçalar ve toz halinde ufalanma	Blok şeklinde kırılma	Merceksi kırılma
Masif, odunsu veya üniform kilsli doku	Masif	Bantlı ve kompakt	Sert ve dayanıklı
Isıl Değer: 4610 Kcal/kg' ın altında	Isıl Değer: 4610-6390 Kcal/kg arasında	Isıl Değer: 5390-7700 Kcal/kg arasında	Isıl Değer: 7.000 Kcal/kg' ın üstünde
Uçucu madde miktarı ve nem içeriği yüksek	Uçucu madde ve nem içerikleri bitümlü kömürlerden daha yüksek	Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük	Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük
Düşük karbon içeriği	Sabit karbon içeriği bitümlü kömürlerden düşük	Sabit karbon içeriği yüksek	Sabit karbon içeriği yüksek

Kaynak: Mervit R. D., Coal Exploration, Mine Planning and Development.

Tablo 3.6. Amerikan standardı kömür sınıflaması (ASTM, 1981) [25]

SINIF	ALT GRUP	Sabit Karbon Sınırları* (%)		Uçucu Mineral Madde Sınırları* (%)		Isı Değeri (Kcal/ l/kg)		NEM İÇERİĞİ (% Ağırlık)
		>=	<	>	<=	>=	<	
ANTRASİT	1. Meta-antrasit	98			2	7.780		5-1
	2. Antrasit	92	98	2	8	7.780		5-1
	3. Semi-antrasit	86	92	8	14	7.780		5-1
BİTÜMLÜ KÖMÜRLER	1. Düşük uçuculu	78	86	14	22	7.780		5-1
	2. Orta uçuculu	69	78	22	31	7.780		5-1
	3. Y. uçuculu-A		69	31		7.780		5-1
	4. Y. uçuculu-B		69	31		7.220	7.780	15-2
	5. Y. uçuculu-C		69	31		5.835	7.220	5-1
ALT BİTÜMLÜ KÖMÜRLER	1. Alt bitümlü-A		69	31		5.835	6.390	30-12
	2. Alt bitümlü-B		69	31		5.275	5.835	30-12
	3. Alt bitümlü-C		69	31		4.610	5.275	30-12
LİNYİT	1. Linyit-A		69	31		3.500	4.610	52-30
	2. Linyit-B		69	31			3.500	52-30

(*) Kuru mineral maddesiz bazda

3.7.2. Kömürün içerdiği safsızlıklar

Nem: Kömür, yerindeyken, bünyesinde bulunan neme, yatak nemi denir. Nem, kömürün yüzeyinde olduğu gibi, kömür içindeki çatlak ve gözeneklerde de bulunabilir.

Kül: Kömürün yanmasından sonra, yanmayan maddelerden oluşan artığa kül denir. Kömürde iki türlü kül bulunur: Bünye külü ve harici kül. Bünye külü, kömürdeki toplam külün % 2-3' ünü oluştururlar. Harici kül ise, kömüre kömürleşme esnasında veya kömürleşmeden sonra kömür damarları içindeki çatlak ve kırıklar boyunca karışan kil, şist, kumtaşı, kireçtaşı ve benzerleri yabancı maddelerdir. Harici kül, kömür yıkama yöntemleriyle belli bir oranda azaltılabilir.

Kükürt: Bütün kömürler kükürt içerirler. Kükürt, kömürlerde Organik, piritik ve sülfat kükürdü olarak üç formda olabilir. Organik kükürt, kömürün organik materyalinin bir parçasıdır. Bu nedenle, kömürden fiziksel yöntemlerle uzaklaştırılması mümkün değildir. Sülfat kükürdü, kömürde toplam kükürdün çok az

bir kısmını oluşturur. Jips (CaSO_4) halinde bulunduğu gibi, kömürün hava ile uzun süre teması sonucu FeSO_4 olarak da bulunabilir. Piritik kükürt ise, pirit ve markasit minerallerine bağlı olarak bulunur. Kömür içerisinde bantlar, damarlar, mercekler, küresel tanecikler halinde türlü şekil ve biçimlerde dağılırlar. Piritik kükürt, kömürden flotasyon veya diğer zenginleştirme yöntemleriyle temizlenebilir [25].

3.7.3. Sakarya ilinde satılan kömür çeşitleri

- İthal sibiryalı linyit kömürü
- İstanbul linyit kömürü (zenginleştirilmiş)
- Tunçbilek linyit kömürü
- Soma linyit kömürü

Tablo 3.7. Adapazarı'nda satışı yapılan kömürün çeşitleri ve özellikleri [13,26-29]

Analizler	İthal (Sibirya)	İstanbul	Soma	Tunçbilek	IKHKY Sınır Değerleri	
					İthal	Yerli
Nem (%)	1,94 – 4,95	25	16,96 – 17,51	14,69 – 17,74	Maks. 13	Maks. 25
Kül (%)	3,23 – 9,08	5 – 8	12,02 – 13,86	13,25 – 16,81	Maks. 16	Maks. 25
Uçucu Madde (%)	15,00 – 25,88	16 – 21	34,93 – 35,34	31,36 – 31,57	12 – 33	-
Toplam Kükürt (%)	0,30 – 0,50	1 – 0,15	1,03 – 1,05	1,85 – 1,93	Maks. 1	Maks. 2
Alt Isıl Değer (Kcal/kg)	6393 – 7711	4.000	4.487 – 4.648	5.015 – 5.320	6400 (-200)	4800 (-200)
Fiyat (YTL) 2007 Yılı	250 – 400	150 – 225	200 – 340	200 – 300	-	-

3.7.4. Doğalgaz

Fosil yakıt olan doğalgaz genelde sıra dağ yamaçlarında, petrol yatakları ile birlikte veya serbest olarak bulunur. Bugün üretilen doğalgazın %40 kadarı petrol ile aynı

yataklardan, %60 kadarı ise petrolün olmadığı yataklardan sağlanmaktadır. Doğalgaz yanıcı, kokusuz, renksiz ve havadan hafif bir gazdır. Metan, etan, propan, azot ve az miktarda karbondioksit içerir. Çıktığı yere göre az miktarda karbondioksit, azot ve kükürtlü hidrojen ve metan dışındaki diğer hidrokarbonlar da bulunabilir. Havadan hafif olan doğalgaz basınç altında sıvılaştırılarak, depolanabilir. Genellikle borularla, basınç ayarlı (tazyikli) taşınır. Kullanıma sunulurken kaçakların anlaşılması için ilave koku maddeleri katılır [30].

Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma dergisi' nde yayınlanan bir makalede doğalgazın incelenmesi sonucunda doğalgazın yoğunluğu ortalama $0,7219 \text{ kg/m}^3$ olarak tespit edilmiştir[28]. Ayrıca, doğalgaz ile ilgili birçok kaynakta da doğalgazın yoğunluğu $0,7 - 0,8 \text{ kg/m}^3$ arasında olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, doğalgaz kullanım miktarının kömür kullanım miktarı ile karşılaştırılabilmesi için yapılan birim çevirmesi işleminde doğalgazın yoğunluğu $0,75 \text{ kg/m}^3$ olarak alınmıştır.

Tablo 3.8. Türkiye' de kullanılan doğalgazın bileşenleri [31]

TÜRKİYE'DE KULLANILAN DOĞALGAZIN BİLEŞENLERİ		
BİLEŞENLER	KİMYASAL FORMÜL	ORANLARI (%)
Metan	CH ₄	Min 85
Etan	C ₂ H ₆	Max 7
Propan	C ₃ H ₈	Max 3
Bütan	C ₄ H ₁₀	Max 2
Azot	N ₂	2,6
Karbondioksit	CO ₂	Max 3
Diğerleri		0,4

Türkiye'de de sınırlı bir miktarda doğalgaz çıkmakta ve kullanıma sunulmaktadır. Türkiye, doğal gazı esas olarak Rusya ve İran'dan boru hatlarıyla, Cezayir ve Nijerya'dan sıvılaştırılmış olarak (LNG) deniz yoluyla satın almaktadır. Ayrıca Azerbaycan ve Türkmenistan ile doğalgaz temini için anlaşmalar yapılmıştır.

Tablo 3.9. Doğal Gazın evsel kullanımda diğer Yakıtlarla karşılaştırılması [30]

	Kömür	Fueloil	Doğal Gaz
Karbon Oranı %	77.4	84.58	73.98
Hidrojen Oranı %	1.4	10.90	24.57
Kükürt Oranı %	1.0	4.00	-
Kül Oranı %	8.0	-	-
Nem Oranı %	7.0	-	-
Isıl Değeri KJ/kg (kcal/kg)	29,600 (7080)	39.220 (9380)	49.085(11780)
Baca gazındaki buhar oranı %	1.8	8.1	16.9
Baca gazındaki SO ₂ oranı (ppm)	1.644	5.5	-
Baca gazı su çığ Noktası ° C	35	49	56
Ocak Yüğü KJ/m ³ h	0.4-1.2 . 10	1.2-3.1.10	1.6-4.10
Ocak sıcaklığı yaklaşık °C	900	1200	1500
Teorik özgül hava miktarı	6.3 Nm ³ /kg	10.4 Nm ³ /kg	9.3 Nm ³ /kg
Gerçek özgül hava miktarı	10.1 Nm ³ /kg	13.0 Nm ³ /kg	10.3 Nm ³ /kg
Teorik özgül duman miktarı	6.7 Nm ³ /kg	0.8 Nm ³ /kg	10.7 Nm ³ /kg
Gerçek özgül duman miktarı	10.5 Nm ³ /kg	13.4 Nm ³ /kg	11.6 Nm ³ /kg
Hava fazlalığı	1.4-2.0	1.2-1.3	1.05-1.1
Alev ışıınım katsayısı	0.55-9.8	0.45-0.8	0.3-0.5

BÖLÜM 4. YÖNTEM

Çalışmada; çok aşamalı kümelere göre örnekleme yöntemi ile alt küme olarak seçilen 11 mahalle ve bu mahallelere ait 92 sokakta, rassal (tesadüfi) örnekleme metodu kullanılarak belirlenen toplam 517 hanede anket çalışması yapılarak elde edilen verilerle, Adapazarı bütününe genelleme yapılmış ve evsel ısınma amaçlı yakıt kullanan hane sayısı, yakma sistemleri ile yakıtların kullanım oranları ve yakıtların tüketim miktarları bulunmuştur. Ayrıca Doğalgaz tüketimi ile ilgili olarak gerekli bilgiler AGDAŞ' tan sağlanmıştır. Son olarak bulunan bu tüketim miktarları ile yakıt türleri ve bunların yakıldığı yakma tesisi türlerine göre Avrupa Çevre Ajansı' na ait "EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006 Group 2: Non-industrial combustion plants" tan alınan emisyon faktörleri ile "Yıllık Avrupa topluluğu Sera Gazı Envanteri 1990-2005 ve Envanter Raporu 2007" raporunda verilen karbon dioksit (CO₂) emisyon faktörleri kullanılarak toplam emisyon miktarları hesaplanmıştır [3, 4].

4.1. Örnekleme Yöntemi

Bilimsel araştırmalarda doğru karar vermek için doğru bilgilere ulaşmak ve elde edilen bilgileri genelleştirmek ihtiyacı vardır. Ancak bu çalışma yapılırken zaman, para vb. imkanlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Belli kurallara göre, belli bir evrenden seçilmiş ve seçildiği evreni temsil yeterliği kabul edilen küçük kümeye Örneklem denir. Araştırmalar çoğunlukla örneklem kümeler üzerinde yapılır ve elde edilen sonuçlar ilgili evrenlere genellenir [33]. Örneklem alınmasında örneklemin alındığı evreni temsil etmesi önemlidir. Alınan örneklemin evreni temsil yeterliği bulunmadığında örnekleme hatası olur [34]. Bu nedenle örneklem büyüklüğünün belirlenmesi önemlidir.

En uygun örneklem büyüklüğü, araştırmanın amaçlarına göre ve mevcut sınırlandırıcı faktörlere göre değişir. Bu faktörler şu şekilde sıralanabilir [35].

1. Örneklem oranının önceden belirlenmesi.
2. Araştırmanın tamamlanma zamanı.
3. Mali kaynakların miktarı.
4. Çalışan sayısı.
5. İstatistiksel olarak kabul edilebilen hatanın büyüklüğü ve güvenilirlik derecesi.

Örneklem oluşturulurken, tanımlanan evreni oluşturan birimler arasında fark gözetilir, yani bütün birimlere eşit seçilme şansı verilmez ise bu türden birim seçimine keyfi seçim adı verilir. Örneklemi teşkil etmek üzere seçim yapılırken evreni oluşturan birimler arasında herhangi bir ayrıcalık gözetilmez, yani hepsine eşit seçilme şansı verilirse rassal seçim yapılmış olur.

4.1.1. Örneklem yöntemleri

Örneklem yöntemleri, örneklem birim seçiminde uygulanan usulün keyfi (iradi) ve tesadüfi (rassal) oluşuna göre olasılıklı olmayan örneklem yöntemleri ve olasılıklı örneklem yöntemleri biçiminde sınıflandırılır[36].

4.1.1.1. Olasılıklı olmayan örneklem yöntemleri

Araştırmayı planlayan, örneklem uygulamasını yapan kişinin/kişilerin istekleri ve subjektif değer yargıları örneklem seçilecek birimlerin tespitinde örneklem hacminin belirlenmesinde etkili oluyorsa yapılan örneklem olasılıklı olmayan örneklem olarak isimlendirilir[36].

4.1.1.2. Olasılıklı örnekleme yöntemleri

Yaygın olarak kullanılan ve rassal örnekleme yöntemleri olarak da bilinen olasılıklı örnekleme yöntemlerinde ise evreni oluşturan her bir birim hesaplanabilen bir olasılıkla örnekleme alınır. Örnekleme birim seçme işlemi yansız bir işlemdir. Örnekleme seçilen her birim evrene geri verilir ya da verilmez. Örnekleme oluştururken bilinen olasılıklar örneklem istatistiklerinden yararlanarak evren parametreleri için bir tahmin yapılmasında kullanılmaktadır[36].

4.1.1.3. Basit rassal örnekleme

Üzerinde araştırma yapılacak evrenin özelliklerini yansıtacağı düşünülen bir grup birimin (örneğin) evrenden seçilmesi ve gözlemlerin bu birimler üzerinde yapılması kaçınılmaz olduğunda başvurulabilecek en basit örnekleme yöntemi “Basit Rassal Örnekleme” dir [36].

4.1.1.4. Kümelere göre örnekleme

Evren hacmi çok büyük ve birimler geniş bir coğrafi alana yayılmış olduğunda örneklem evrendeki birimlerden rassal seçim yöntemi yaparak değil de, bu birimlerden oluşturulan gruplardan rassal seçim yapmak suretiyle oluşturulması daha etkili olabilir. Bu durumda kümelere göre örnekleme yöntemini uygulamak faydalı olur. Kümelere göre örnekleme uygulamasında aşağıdaki işlem sırası izlenir[36]:

- Evren, birimlerin herhangi bir özelliği itibariyle değil, coğrafi özellikler itibariyle belirli sayıda kümeye ayrılır. Örneğin, Marmara bölgesindeki sanayii kuruluşları birer küme sayılır. Sanayideki üniteler ise alt küme olarak tanımlanabilir.
- En son tanımlanan alt kümelere belirli (m) sayıda küme rassal olarak seçilir. Rassal olarak seçilen alt kümelere bütün birimler örnekleme oluşturur. Bu kümelere birimlerin sayısı örneklem hacmini ifade eder.

Tanımlanan alt küme sayısına bağlı olarak, kümelere göre örnekleme yöntemi, tek kademeli ve çok kademeli örnekleme yöntemleri şeklinde sınıflandırılır.

Üzerinde araştırma yapılacak birimler kümelerine ayrılır, bu kümelerden rassal örnekleme ile m sayıda küme seçilir ve bu m sayıda kümenin bütün birimleri üzerinden bilgi derlenirse, yapılan örnekleme tek kademeli küme örnekleme olarak tanımlanır. Çok kademeli kümelerine göre örnekleme yöntemi ise araştırmacının geniş bir fiziki alana yayılmasını önleyerek örnekleme maliyetini düşürür, denetimi artırır ve zaman kazandırır. Bu yöntemde eşit seçilme şansı birimlerde (gözlem birimlerinde) değil birinci, ikinci vb. örnekleme birimlerine verildiği için örnekleme hatasının arttığı kabul edilir [36].

4.1.2. Ortalamaların örnekleme dağılımları

Evrenin özelliklerini belirleyen en önemli parametre aritmetik ortalama (μ) dır. Ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan bir evrenden her seferinde n hacimli oluşturulacak örneklem için aritmetik ortalama (\bar{X}) hesaplandığında varsaydığımızda, meydana gelecek dağılıma örneklem ortalaması (\bar{X}) rassal değişkeninin dağılımı adı verilir. Bu dağılımın ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir:

- Örneklem aritmetik ortalamasının (\bar{X}) beklenen değeri evren ortalamasına (μ) eşittir. Bu $E(\bar{X}) = \mu$ şeklinde gösterilir.

- Ortalamaların örnekleme dağılımının standart sapması (Standart hata) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (4.1)$$

Burada evren, sonsuz evren ise veya büyük hacimli sonlu evren ise ($N-n / N-1$) yaklaşık olarak 1'e eşit olacaktır. Bu durumda $\sigma_{\bar{x}}$ aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.2)$$

- Dağılımı normal olan evrenin standart sapması bilinmiyorsa ve örneklem hacmi yeterli büyüklükte ($n \geq 30$ birim), ise, \bar{X} 'ların dağılımı normal olur. $E(\bar{X}) = \mu$ ' dir.
- Örneklem standart sapması ($s_{\bar{x}}$), σ 'nın yansız tahminidir; $E(s) = \sigma$ şeklinde ifade edilir. Bu sonuca göre ve $n/N \geq 0,05$ ise $s_{\bar{x}}$ aşağıdaki şekilde hesaplanır,

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (4.3)$$

$n/N < 0,05$ olması durumunda ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır [32].

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4.4)$$

Bu bilgilere göre örneklem aritmetik ortalaması (\bar{X}), evren aritmetik ortalaması (μ) için yansız bir tahminleyicidir. Bu tahminleyicinin sapmasız standart sapması ($\sigma_{\bar{x}}$) evren standart sapması (σ) ile doğru, örneklem hacmi (n) ile ters orantılıdır.

4.1.3. Örneklem hatası ve standart hata

Örneklemden örnekleme değişen değerler alan istatistiklerin evren parametre değerlerine göre gösterdikleri sapmalara ($\hat{\theta} - \theta$ lara) örneklem hatası, rassal hata adı verilir. Örneklem hataları negatif, sıfır ve pozitif değerleri alabileceği için bunların ortalaması kareli ortalama ile hesaplanır ve elde edilen değer hesaplanan örneklem istatistiğinin standart hatası olarak tanımlanır. Standart hata aslında bir örneklem

istatistiğine ait dağılımın değişkenliğinin bir ölçüsü olan standart sapmadır. Standart hata için verilen bu tanım sadece kuramsal bir tanımdır. Çünkü örneklem istatistiğinin dağılımı genellikle bilinmez. Uygulamada bu dağılıma ait bir tek örneklem istatistiği bilinir [36].

Standart hata değeri örneklem istatistiği değerinin evren parametre değerinden ortalama ne kadar saptığını gösterir. Standart hata değerinin sıfıra yaklaşması tahminin güvenilir olduğunu gösterir. Standart hata giderilemeyeceğine göre, tahminlerin pratik bakımdan yararlı olması için, bu tür hatanın belli bir düzeyin üzerine çıkmaması, sınırlandırılabilmesi gerekir. Standart hatanın değeri, örneklem hacmi ile ters yönde, evren veya örneklem değişkenliği ile doğru yönde ilişkilidir. Evren veya örneklem değişkenliği veri durumunda olduğundan, değiştirilemez. Standart hatanın küçültülmesi için örneklem hacminin artırılması gerekir [36].

4.2. Anket Yöntemi

Araştırmanın en önemli aşamalarından biri de veri ve bilgi toplama yöntem ve aracının seçilmesidir. Birçok alanda yapılan araştırmaların veri kaynağı olan insandan doğrudan bilgi alma yöntemlerinden biri de ankettir. Anket yöntemi seçilirken maliyetler, hata ve araştırmanın amacı göz önünde bulundurulmalıdır [36].

4.2.1. Anket yönteminin türleri

Anket yönteminde kullanılacak iletişim biçimine göre anket türleri üçe ayrılabilir.

- Mektupla (ya da posta ile) anket
- Telefonla anket
- Kişisel görüşme

Araştırmacı, araştırmanın amacını göz önünde tutarak hangi anket türünü kullanacağını belirlemelidir. Anket yöntemi türlerinin her birinin üstün ve zayıf yönleri vardır. Anket türü kararlaştırılırken bu yönleri dikkatlice değerlendirilmelidir.

4.2.2. Kişisel görüşme

Bu tür anket uygulamasında, görüşmecinin (anketör) bir ya da birden fazla cevaplayıcı ile fiziksel olarak bir arada bulunduğu bir ortamda, sorular sorularak bunlara yanıtlar alır ve anket formunda bulunan sorulara verilen yanıtlar, genellikle görüşmeci tarafından doldurulur. Görüşmeci, cevaplayıcının bulunduğu yere gider ve anketi uygular. Kişisel görüşmenin başarılı olabilmesi onun iyi yönetilmesine bağlıdır. Öncelikle bir ön hazırlık çalışması yapılarak görüşmeci hazır hale getirilir. Cevaplayıcı hakkında yeterli bilgiler elde edilmeye çalışılır ve amaçlar ortaya çıkartılır. İkinci olarak, ortam hazırlanır ve konuyla ilgili cevaplayıcıya yaklaşımın nasıl olabileceği planlanır. Üçüncü aşamada görüşmenin ilkeleri belirlenir ve uygulanır. Son olarak ise, görüşme sonucu görüşmecinin kendisi, cevaplayıcı ve elde edilen yanıtlar hakkında değerlendirmeler yapılır [36].

4.2.3. İstatistiksel tahmin

Bilindiği gibi bir tahmin sürecinde üzerinde araştırma yapılacak N hacimli evrenden rassal seçimle n hacimli örneklem oluşturulur. Sonra bu örnekleminin X_1, X_2, \dots, X_n gözlem değerlerini kullanacak istatistikler hesaplanır. Hem örneklem hem de evren için bilgi üreten bir istatistiğe "tahminleyici" bir tahminleyicinin hesaplanan değerine "tahmin" adı verilir.

4.2.3.1. Evren ortalaması μ 'nün nokta tahmini

Bir X değişkenin örneklem aritmetik ortalaması (\bar{x}) aynı değişkenin evren aritmetik ortalaması μ 'nün tahminleyicisidir. \bar{x} 'yü μ 'ye eşit olan tahmin sürecine μ 'nün nokta tahmini adı verilir. Bilindiği gibi örneklem aritmetik ortalaması \bar{x} aşıağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [33].

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad i=1,2,\dots,n \quad (4.5)$$

Eşitlikte görüldüğü gibi \bar{x} 'nin hesaplanması örneklem gözlem değerine bağlıdır. Örneklem oluşturulmadan önce \bar{x} bir rassal değişkendir ve μ 'nün nokta tahminleyici olarak isimlendirilir. Örneklem oluşturulduktan sonra hesaplanan \bar{x} değeri μ 'nün bir nokta tahminidir. Bu değer \bar{x} 'nin örnekleme bölünmesini ortalaması veya aynı anlama gelen, \bar{x} 'nin beklenen değeri olarak gösterilir.

Basit rassal örnekleme uygulandığında, \bar{x} 'nin örnekleme dağılımının aritmetik ortalaması daima evren aritmetik ortalaması μ 'ye eşittir [36].

$$E(\bar{x}) = \frac{1}{n} E[x_1 + x_2 + \dots + x_n] \quad \text{ve} \quad E\{x\} = \mu \quad (4.6)$$

Bu, \bar{x} , μ 'nün gerçek değeri olduğu anlamına gelmez. Ancak, \bar{x} , μ 'ye eşit alınabilir ve " \bar{x} μ 'nün yansız kestiricisidir" denir. Bu tahmin yapılırken işlenecek hatanın ortalama büyüklüğü standart hata ile ölçülür. Rassal örneklem hacmi yeterli büyüklükte, $n/N \leq 0,05$ veya $n \geq 30$ birim ise, bütün evrenler için; evren dağılımı normal ise, herhangi bir örneklem hacmi için \bar{x} 'nin örnekleme dağılımını normal ortalaması μ standart sapması [36]:

Evren değişikliği σ biliniyorsa,

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.2)$$

Evren değişikliği bilinmiyorsa, örneklem değişkenliği $s = \sigma$ alınarak

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4.4)$$

eşitlikleri ile hesaplanır. $s_{\bar{x}}$ eşitliğinde s , σ ' nın yansız kestiricisidir. Örneklem standart sapması σ ' nın yanlı kestiricisi ise, $s_{\bar{x}}$ aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanır.

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (4.3)$$

4.2.3.2. Evren oranının (π) nokta tahmini

Örnekleme uygulamalarının pek çoğunda evren oranı (π) hakkında bilgi elde edilmesi istenir. Bir basit rassal örneklemden bir evren oranı hakkında bilgi elde edileceği zaman; ilgilendiğimiz türden birimlerin n hacimli örneklemedeki sayısı (r) ile örneklem hacmi (n) arasındaki oranına bakılır. Bu oran p ile gösterilir ve aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$p = \frac{r}{n} \quad (4.7)$$

Evrendeki ve dolayısıyla örneklemedeki birimler ilgilendiğimiz ve ilgilenmediğimiz türden iki kategoriye ayrılmaktadır. İlgilenmediğimiz türden birimlerin örneklemedeki oranı $q = 1 - p$ dir. Örneklem oranı p bir rassal değişkendir. Rassal örneklem hacmi

yeterli büyüklükte ($n/N \leq 0.05$ veya $n \geq 30$) ise veya evren sonsuz ise, p 'nin örnekleme dağılımı normal dağılıma sahip olur. Bu bölünmenin ortalaması ve standart hatası sırasıyla aşağıdaki gibi yazılır.

$$\text{Ortalama: } E \{ p \} = \pi \quad , \quad \text{Standart hata: } \sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (4.8)$$

Normal dağılım yaklaşımı kullanılabilmesi için hem $n.p \geq 5$ hem de $n(1-p) \geq 5$ şartının sağlanması yeterli olabilir.

4.3. Emisyon hesaplamalarının açıklaması

Bu çalışmada, emisyonların hesaplanması için aşağıdaki basamaklar izlenmiştir.

1. Yapılan anket çalışmasına klima, elektrikli ısıtıcı vb. elektrik enerjisi kullanan ısıtıcılar dahil edilmemiş, doğalgaz ve kömür tüketimleri ile ilgili veriler toplanmıştır. Anket çalışması ile elde edilen kömür ve doğalgaz kullanan hane sayıları ve

n : örneklem sayısı (anket yapılan hane sayısı)

r : doğalgaz kullanan hane sayısı

p : Doğalgaz kullanım oranı

q : kömür kullanım oranı olmak üzere

$p = \frac{r}{n}$ $q = 1 - p$ formülü kullanılarak ortalama yakıt kullanım oranları bulundu.

2. $\sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ formülü kullanılarak Standart hata bulundu.

Tablo 4.1. Adapazarı genelinde yakıt tiplerinin kullanımının oransal dağılımı ve miktarları

Mahalle Adı	Hane Sayısı	Yakıt Tipi (Hane Sayısı)		Kullanım oranları (%)	
		Kömür	D.Gaz	Kömür	D.Gaz
Cumhuriyet	116	8	108	6,90	93,10
Hızırtepe	49	21	28	42,86	57,14
Şirinevler	34	22	12	64,71	35,29
Maltepe	31	23	8	74,19	25,81
Kemal Paşa	58	43	15	74,14	25,86
İstiklal (Merkez)	66	41	25	62,12	37,88
İstiklal (Serdivan)	15	7	8	46,67	53,33
Yenicami	19	19	0	100	0
Akıncılar	43	43	0	100	0
Papuççular	54	52	2	96,30	3,70
Semerciler	32	15	17	46,88	53,13
Toplam	517	294	223	56,9	43,1
Adapazarı Genel	91.339	51.972	39.367	Ort. Hata	±2,2
				st. Sapma	± 2009

3. Anket ile elde edilen mahalle başına kömür tüketim miktarları ve kömür kullanan hane sayısı kullanılarak her mahallenin kömür tüketiminin aritmetik ortalaması bulundu. Bulunan bu aritmetik ortalamalar kullanılarak anketin genel aritmetik ortalaması bulundu (Tablo 4.2).

$$(\bar{X} = 2,04 \text{ ton/yıl.hane})$$

4. Mahallelerin kömür tüketim miktarlarının aritmetik ortalamaları ve Adapazarı'nın genelinde tüketilen kömür miktarının aritmetik ortalaması (\bar{X}) ile

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad \text{formülü kullanılarak ortalamanın standart sapması } (\sigma = 0,71)$$

bulundu.

Tablo 4.2. Örneklemede kömür tüketiminin aritmetik ortalaması ve standart sapması

Mahalle Adı	Kömür Kullanan Hane Sayısı	Sobalı Hane Sayısı	Kaloriferli Hane Sayısı	Tüketilen Kömür Miktarı (ton/yıl)		Tüketilen Kömür Miktarı (ton/yıl)	Kömür Tüketimi Aritmetik Ortalaması (ton/yıl.hane)
				Soba	Kalorifer		
Cumhuriyet	8	0	8	0,0	16	16	2,00
Hızırtepe	21	21	0	41,5	0	41,5	1,98
Şirinevler	22	22	0	28,5	0	28,5	1,30
Maltepe	23	23	0	41,5	0	41,5	1,80
Kemal Paşa	43	18	25	26,0	36	62	1,44
İstiklal (Merkez)	41	11	30	18,0	49	67	1,63
İstiklal (Serdivan)	7	7	0	15,5	0	15,5	2,21
Yenicami	19	14	5	57,0	20,5	77,5	4,08
Akincılar	43	43	0	98,0	0	98	2,28
Papuççular	52	43	9	88,0	18	106	2,04
Semerciler	15	15	0	26,0	0	26	1,73
Toplam	294	217	77	440	139,5	579,5	2,04
Standart Sapma, σ							0,71

5. Adapazarı geneli için ortalama $\mu = \bar{X} = 2,04$ ton/yıl.hane olarak kabul edilmiştir.

n:örneklemedeki kömür kullanan hane sayısı:294,

N:Adapazarında kömür kullanan hane sayısı: 51.972 olmak üzere;

$n / N = 294/51971 = 0.0056 < 0.05$ olduğundan evren (Adapazarı geneli) değişikliği (S) bilinmediğinden σ , S' nin yansız kestiricisi olarak alındı ve işlenen hatanın büyüklüğü:

$S_{\bar{x}} = \sigma / \sqrt{n}$ formülünden $S_{\bar{x}} = 0,041$ ton/yıl olarak bulundu.

Sonuç olarak, Adapazarı genelinde; kömür tüketim ortalaması; $2,04 \pm 0,041$ ton/yıl olarak bulundu.

6. 1. ve 2. basamaklardaki yöntemler kullanılarak %2,6 ortalama hata ile soba kullanım oranı %73,8 ve kalorifer kullanım oranı %26,2 olarak bulundu.

Tablo 4.3. Adapazarı'nda teknoloji kullanım oranları ve ortalama hata

Mahalle Adı	Kömür Hane Sayısı	Sobalı Hane Sayısı	Kaloriferli Hane Sayısı	Teknoloji Kullanım Oranı (%)	
				Sobalı	Kaloriferli
Cumhuriyet	8	0	8	0	100
Hızıztepe	21	21	0	100	0
Şirinevler	22	22	0	100	0
Maltepe	23	23	0	100	0
Kemal Paşa	43	18	25	41,9	58,1
İstiklal (Merkez)	41	11	30	26,8	73,2
İstiklal (Serdivan)	7	7	0	100	0
Yenicami	19	14	5	73,7	26,3
Akıncılar	43	43	0	100	0
Papuççular	52	43	9	82,7	17,3
Semerciler	15	15	0	100	0
Toplam	294	217	77	73,8	26,2
Adapazarı Geneli	51.972	38.355	13.617	Ortalama Hata	% 2,6

7. Adapazarı genelinde; kömür tüketim ortalaması; $2,04 \pm 0,041$ ton/yıl, Soba kullanan hane sayısı 38.355, kalorifer kullanan hane sayısı 13.617 olduğundan,

2007 yılında tüketilen kömür miktarları %2 hata ile

Sobada tüketilen kömür miktarı 78.244 ton/yıl

Kaloriferde tüketilen kömür miktarı 27.778 ton/yıl ve

Toplamda 106.023 ton/yıl olarak bulundu.

8. Tablo 4.4' te anket çalışması sonucu elde edilen, sobada ithal kömür yakan, sobada yerli kömür yakan, kaloriferde ithal kömür yakan ve kaloriferde yerli kömür yakan hanelerin sayıları verilmiştir. Bu değerler ile 1. ve 2. basamaklardaki işlemler kullanılarak, tablo 3.5' teki kullanım yüzdeleri ve kullanan hane sayıları %2,3 ortalama hata ile bulundu.

Tablo 4.4. Tablo Anket verilerinin kömürün cinsi ve yakma teknolojilerine göre dağılımı

Mahalle Adı	Kömür Hane Sayısı	Sobalı Hane Sayısı	Kaloriferli Hane Sayısı	Sobalı		Kaloriferli	
				İthal hane	Yerli hane	İthal hane	Yerli hane
Cumhuriyet	8	0	8	0	0	0	8
Hızırtepe	21	21	0	4	17	0	0
Şirinevler	22	22	0	4	18	0	0
Maltepe	23	23	0	1	22	0	0
Kemal Paşa	43	18	25	6	12	25	0
İstiklal (Merkez)	41	11	30	2	9	0	30
İstiklal (Serdivan)	7	7	0	0	7	0	0
Yenicami	19	14	5	2	12	2	3
Akıncılar	43	43	0	5	38	0	0
Papuççular	52	43	9	3	40	4	5
Semerciler	15	15	0	1	14	0	0
Toplam	294	217	77	28	189	31	46

Tablo 4.5. 2007 Yılında Adapazarı'nda tüketilen yakıt cinslerine göre hane sayılarının karşılaştırması

Mahalle Adı	Kömür cinsi ve teknoloji kullanım oranları (%)							
	Sobalı		Kaloriferli		Sobalı		Kaloriferli	
	İthal hane	Yerli hane	İthal hane	Yerli hane	İthal hane	Yerli hane	İthal hane	Yerli hane
Cumhuriyet	0	0	0	8	0	0	0	100
Hızırtepe	4	17	0	0	19,05	80,95	0	0
Şirinevler	4	18	0	0	18,18	81,82	0	0
Maltepe	1	22	0	0	4,35	95,65	0	0
Kemal Paşa	6	12	25	0	13,95	27,91	58,14	0
İstiklal (Merkez)	2	9	0	30	4,88	21,95	0	73,17
İstiklal (Serdivan)	0	7	0	0	0	100	0	0
Yenicami	2	12	2	3	10,53	63,16	10,53	15,79
Akıncılar	5	38	0	0	11,63	88,37	0	0
Papuççular	3	40	4	5	5,77	76,92	7,69	9,62
Semerciler	1	14	0	0	6,67	93,33	0	0
Toplam	28	189	31	46	12,9	87,1	40,3	59,7
Adapazarı Geneli	4.948	33.407	5488	8129				

9. Ek.4' te verilen 2007 yılı doğalgaz tüketim miktarlarını gösteren liste (AGDAŞ, 2007) Adapazarı Gaz Dağıtım A.Ş.' den alındı.

10. Hesaplanan toplam kömür tüketim miktarı, doğalgazın aylık tüketim oranlarında aylara bölündü. Bu hesaplama yapılırken Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım, Aralık aylarında diğer aylara göre çok daha fazla doğalgaz tüketimi olduğu görüldüğünden ısınma amaçlı yakıt tüketiminin bu aylarda gerçekleştiği varsayımı ile bulunan toplam kömür tüketim miktarı bu aylara paylaştırıldı. Diğer aylarda ise ısınma amaçlı yakıt tüketimi olmadığı kabul edildi. Ayrıca, aylık verilerin karşılaştırılması açısından doğalgaz tüketim değerlerinin birimi doğalgazın yoğunluğunun 0,75 kg/m³ olduğu kabulü ile m³' ten kg' a çevrildi. Sonuç olarak tablo 4.6' daki değerler elde edildi.

Tablo 4.6. Adapazarı'nda 2007 yılında tüketilen yakıt miktarlarının karşılaştırması

2007 YILI TÜKETİM MİKTARLARI						
YAKIT	DOĞALGAZ	KÖMÜR				
		KÖMÜR	SOBALI		KALORİFERLİ	
			YERLİ	İTHAL	YERLİ	İTHAL
Kullanım Oranları (%)	43,1	56,9	64,3	9,5	15,7	10,5
AYLAR	TON	TON				
Ocak	3.621	12.348	7.937	1.176	1.931	1.304
Şubat	5.432	18.524	11.907	1.764	2.897	1.956
Mart	4.529	15.445	9.928	1.470	2.416	1.631
Nisan	3.499	11.931	7.669	1.136	1.866	1.260
Mayıs	1.148	0	0	0	0	0
Haziran	672	0	0	0	0	0
Temmuz	538	0	0	0	0	0
Ağustos	720	0	0	0	0	0
Eylül	116	0	0	0	0	0
Ekim	1.797	6.128	3.939	583	958	647
Kasım	5.111	17.429	11.203	1.659	2.726	1.841
Aralık	7.103	24.219	15.568	2.306	3.788	2.558
Yıllık Top.	34.286	106.023	68.150	10.094	16.583	11.196

11. Emisyon envanterinin oluşturulması aşamasında yapılan hesaplamalarda, ülkemize ait bir standart olmadığı için Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından yayınlanan Emisyon Envanteri Kılavuz Kitabı'nda ve Sera Gazı Envanter Raporu'nda bulunan emisyon faktörleri değerlerinden faydalanılmıştır [3, 4].

Bu kılavuz kitapta, kömür ile ilgili emisyon faktörleri tablolarında, SO₂ emisyon faktörü değeri hesaplanırken kömürün kükürt içerdiği %1,2 ve alt ısıl değerinin 5.731 kCal/kg olduğu varsayılmıştır [3]. Ancak, Adapazarı'nda satışı yapılan kömürün çeşitleri ve özellikleri bu değerlerden farklılık göstermektedir. Adapazarı'nda satışı yapılan kömürün özellikleri tablosuna (Bkz. Tablo 3.10) bakıldığında kömürün kükürt miktarları ve alt ısıl değerlerinin çok farklı değerlerde olduğu görülecektir. Bu nedenle, Adapazarı'nda satışı yapılan kömürlere ait SO₂ emisyon faktörü hesaplanırken Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen ithal kömür için alt ısıl değer (AID): 6400 KCal/kg ve içerdiği kükürt (S): %1; yerli kömür için alt ısıl değer (AID): 4800 KCal/kg ve içerdiği kükürt (S): %2 değerleri kullanıldı. Bu değerler, Avrupa Çevre Ajansı'nın yayınladığı kılavuz kitapta [3] verilen aşağıdaki eşitlikte yerine konularak, yerli ve ithal kömür için SO₂ emisyon faktörleri hesaplandı.

$$EF_{SO_2,k} = 2 \cdot \overline{Cs}_k \cdot (1 - \overline{\alpha}_{s,k}) \cdot \frac{1}{H_k} \cdot 10^6 \quad (4.9)$$

$E.F.SO_2,k = k$ tipi yakıtlar ve SO₂ için emisyon faktörü (g/GJ)

$\overline{Cs}_k = k$ tipi yakıtta ortalama kükürt miktarı (kütlesel S/kütlesel yakıt [kg/kg])

$H_k = k$ tipi yakıt için ortalama alt ısıl değeri [MJ/kg]

$\overline{\alpha}_{s,k} =$ külde tutulan ortalama kükürt. Ulusal verilerde olmadığından bu değer 0,1 olarak alındı.

Bu çalışmada yakıt olarak kömür ve doğalgaz kullanıldığından ve yakma sistemi olarak, kömür yakımı için soba ve orta boy kazan (50 kW - 1 MW), doğalgaz yakımı için de ısıl gücü <50 kW'ın altında olan küçük kazan (kombi) kullanıldığından emisyon faktörleri Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' de görüldüğü şekilde belirlendi.

Tablo 4.7. Kömür için emisyon faktörleri

Kirlenimler	İthal kömür için emisyon faktörleri (kg/ton)		Yerli kömür için emisyon faktörleri (kg/ton)	
	Soba	Orta boy kazanlar (50 kW ile 1 MW arası)	Soba	Orta boy kazanlar (50 kW ile 1 MW arası)
SO ₂	17,98	17,98	35,93	35,93
NO ₂	2,68	4,28	2,01	3,21
PM10	12,04	5,08	9,03	3,81
CO	133,76	53,50	100,32	40,13
CO ₂	2.675,20		2.006,40	

Tablo 4.8. Doğalgaz için emisyon faktörleri

Doğalgaz için emisyon faktörleri (kg/ton)		
Kirlenici	Ev Sobası	Küçük kazanlar ≤ 50 kW
SO ₂	0,02	0,02
NO ₂	2,46	3,45
PM10	0,02	0,02
CO	1,48	1,48
CO ₂	2782,06	2782,06

12. Bulunan yakıt tüketim miktarları ile emisyon faktörleri;

E = Emisyonlar;

A = kullanım miktarı;

EF = Emisyon faktörü

ER =toplam azaltma verimi, (%), (ısınma amaçlı kullanılan soba, kazan ve kombilerde emisyon azaltıcı herhangi bir sistem kullanılmadığından ER=0 olarak alınmıştır.) olmak üzere,

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \quad (4.10)$$

formülü kullanılarak Adapazarı'nda ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucunda atmosfere atılan SO₂, NO₂, CO, PM ve CO₂ emisyonlarının miktarları belirlendi.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR

Anket çalışması, çok aşamalı kümelere göre örnekleme yöntemi ile alt küme olarak seçilen 11 mahalle ve bu mahallelerin alt kümesi olan 92 sokakta, rassal (tesadüfi) örnekleme metodu kullanılarak belirlenen toplam 517 hanede yapılmıştır. Anket yapılan hane sayısının (örneklem büyüklüğünün) belirlenmesinde çalışmanın süresi ve maddi imkanlar sınırlayıcı olmuştur. Anket sonunda elde edilen sonuçlar örneklem hataları ile birlikte verilmiştir. Seçilen mahallelerin dağılımı ise Ek 2' de görüldüğü gibidir.

Bu bölümde, 2007 yılı Kasım ayında 11 mahallede kişisel görüşme yöntemi ile yapılan toplam 517 adet anketin sonuçları derlenmiş, istatistiksel bilgi olarak kullanılmak üzere tablo haline getirilmiştir (Ek 3).

Anket çalışmasından elde edilen bu veriler, Adapazarı Belediyesi'nden alınan gerçek hane sayıları da kullanılarak Adapazarı genelinde kullanılan yakma sistemleri (teknolojileri), yakıt cinsleri ve kullanım miktarlarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Belirlenen yakma sistemi cinsleri ve yakıt cinsleri ile bunların kullanım oranları ve miktarları ile emisyon faktörleri kullanılarak, ortaya çıkan emisyonların miktarları hesaplanmıştır.

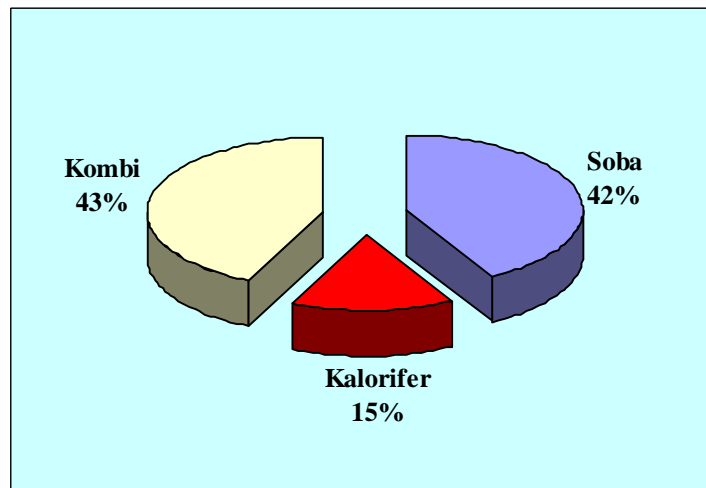
2007 yılında yapılan ankette yer alan "Hava kirliliğinden rahatsız mısınız?" sorusuna toplam 517 hanenin 352' si evet derken sadece 85' i hayır demiştir.

5.1. Teknoloji Ve Yakıt Tiplerinin Adapazarı Merkezindeki Dağılımı

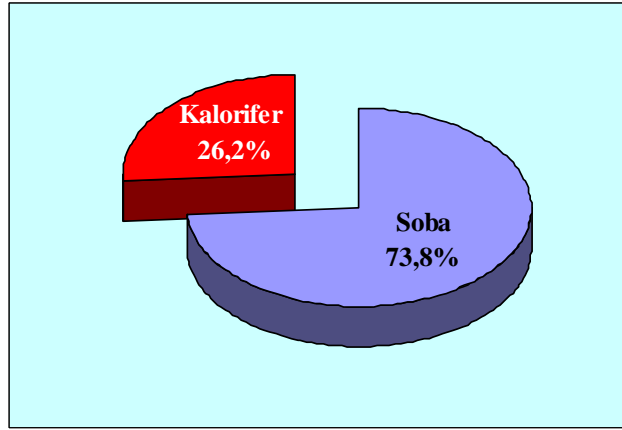
5.1.1. Teknoloji tiplerinin dağılımı

Klima ve elektrikli ısıtıcılar gibi elektrik kullanan ısıtma sistemleri yapılan anket çalışmasına dahil edilmemiştir. Ayrıca, anket çalışması yapılan 293 haneden 32'sinin doğalgazı merkezi ısıtma sistemi ile kullandığı tespit edilmiştir. Ancak, doğalgazın kombiler (≤ 50 kW) veya orta boy kazanlar (50 kW ile 1 MW arası) ile yakılmasının, emisyon hesaplamaları yapılması için kullanılan emisyon faktörlerinin seçimini etkilemediğinden ve orta boy kazan kullanımının kombi kullanımına oranla az olduğu (%10) göz önünde bulundurularak, orta boy kazan (50 kW ile 1 MW arası) kullanımı hesaplara katılmamıştır.

11 mahallede yapılan ankette elde edilen veriler değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 5.1.' de görüleceği üzere Adapazarı halkı bireysel ısıtma sistemlerini tercih etmektedir. Bu da emisyon salınımlarının kontrol altına almasını zorlaştırmaktadır.



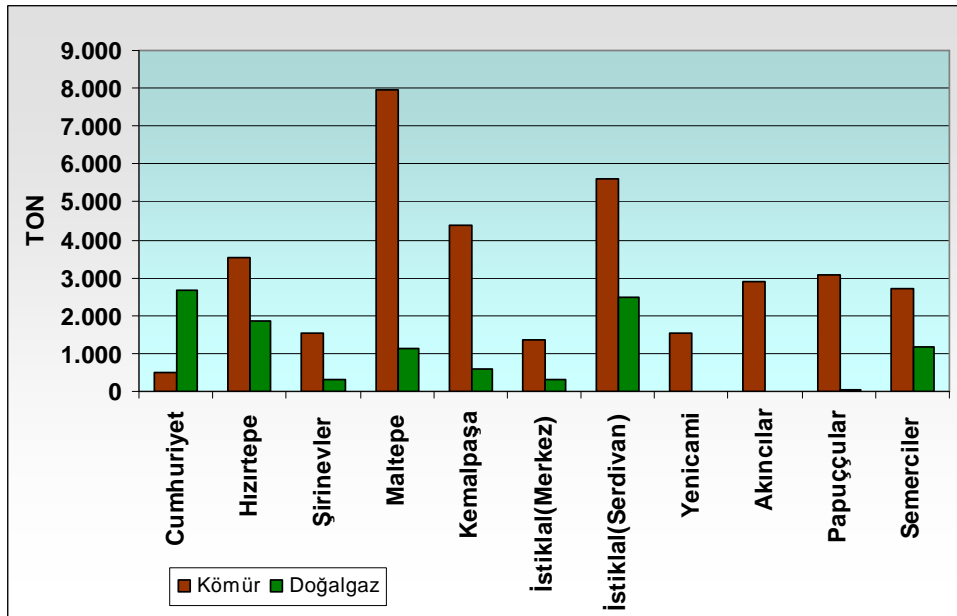
Şekil 5.1. Konutlarda kullanılan teknolojilerin oransal dağılımı



Şekil 5.2. Konutlarda kullanılan kömür yakma sistemlerinin oransal dağılımı

5.1.2. Yakıt tiplerinin dağılımı

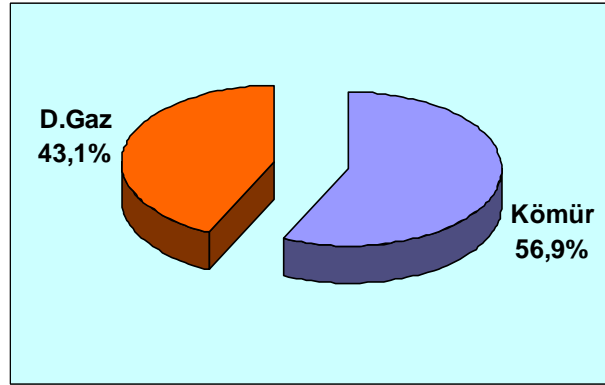
Örnekleme yapılan 11 mahallede 2007 yılında tüketilen yakıt miktarları karşılaştırıldığında en çok kömür tüketilen mahallenin 7.951 ton ile Maltepe Mahallesi, en çok doğalgaz tüketilen mahallenin ise 2.674 ton ile Cumhuriyet Mahallesi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.3. Anket çalışması yapılan 11 mahallede 2007 yılında ısınma amaçlı tüketilen yakıt miktarlarının karşılaştırması

Örnekleme sonucunda yakıt kullanım oranı, Şekil 5.4' te görüleceği üzere, %2,2 standart hata ile %56,9 kömür ve %43,1 doğalgaz olarak bulunmuştur. Bu oranlar Adapazarı geneline yansıtıldığında 91.339 hanenin 51.972' sinin kömür, 39.367'sinin doğalgaz kullandığı ortaya çıkmaktadır.

Bu sonuçlara bakıldığında, 2007 yılı itibariyle yakıt kullanım oranları birbirine yakın olsa da Adapazarı'nda yakıt olarak kömürün doğalgaza göre daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Ancak bu oranın doğalgazın şehre yayılmasının tamamlanması durumunda doğalgaz lehine artacağı düşünülmektedir.



Şekil 5.4. Konutlarda kullanılan yakıt tiplerinin hane bazında oransal dağılımı

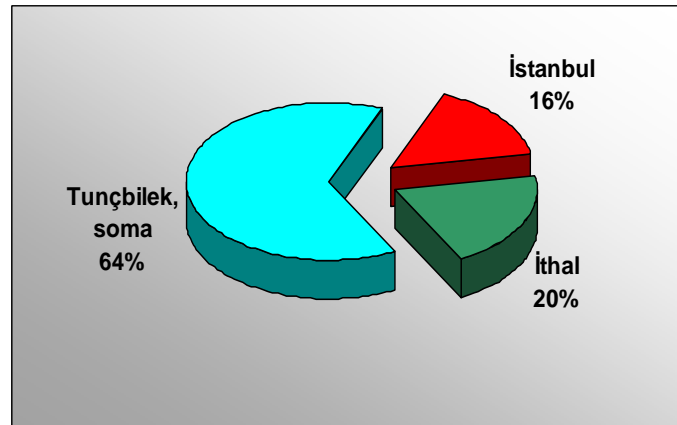
5.1.2.1. Kömür

11 mahallede yapılan anket çalışmasında “Yakıt Miktarı” başlığına verilen cevaplar değerlendirilmiş ve anket çalışması yapılan 517 haneden 294' ünün toplamda 579,5 ton/yıl kömür tükettiği tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 4.2).

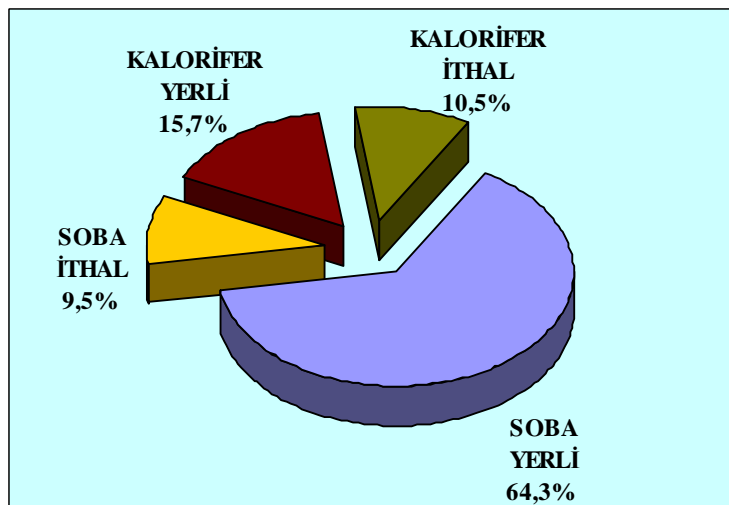
Yapılan anket çalışması ve hesaplamalar sonucunda, Adapazarı genelinde; kömür tüketim ortalaması; $2,04 \pm 0,041$ ton/yıl, kömür yakımı için soba kullanan hane sayısının 38.355, kalorifer kullanan hane sayısının 13.617 olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 4.3).

Bu sonuçlara göre 2007 yılında tüketilen kömür miktarları %2 hata ile sobada tüketilen kömür miktarı 78.244 ton/yıl kaloriferde tüketilen kömür miktarı 27.778 ton/yıl ve toplamda 106.023 ton/yıl olarak bulunmuştur. Şekil 5.6' da da görüleceği gibi kömür kullanan hanelerin %64,3' ü sobada yerli kömür yakmayı tercih etmiştir.

Ankette sorulan yakıt tipleri ile ilgili soruya cevap olarak, ankete katılan 517 hanenin % 16' istanbul kömür, %64' ü Tunçbilek ve Soma kömürü olmak üzere %80' i yerli kömür kullandıklarını belirtmişlerdir.



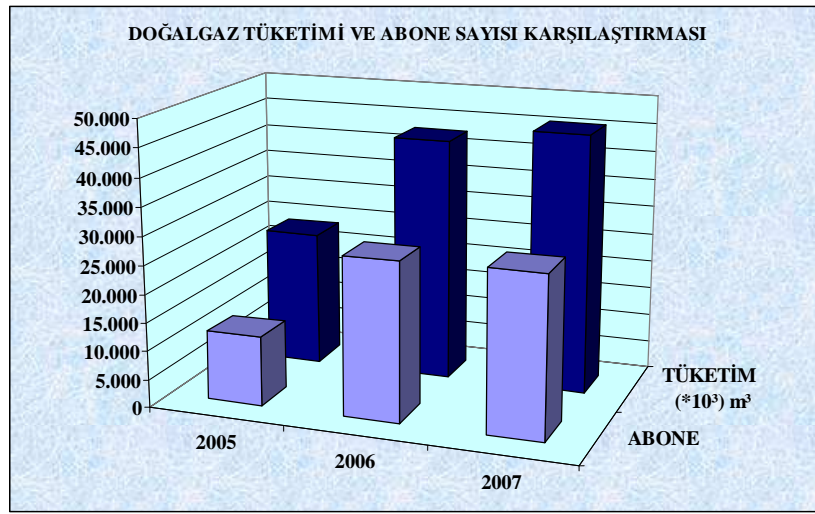
Şekil 5.5. Konutlarda kullanılan kömür tiplerinin oransal dağılımı



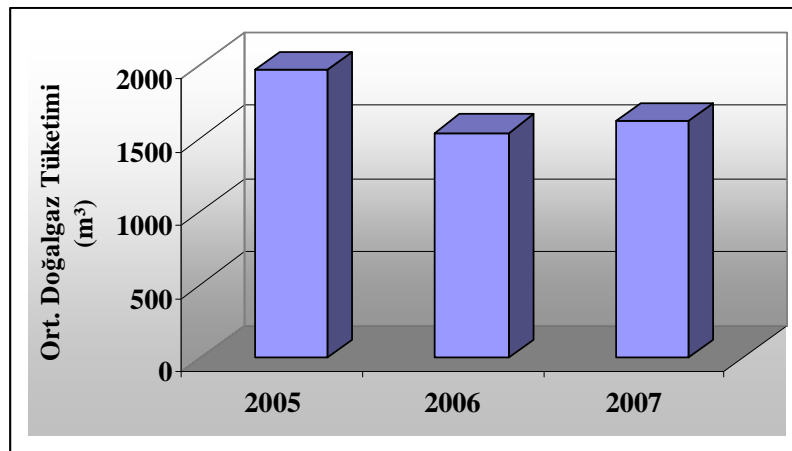
Şekil 5.6. Konutlarda kullanılan kömür tipleri ve teknolojinin oransal dağılımı

5.1.2.2. Doğalgaz

Doğalgaz tüketim miktarı, daha doğru sonuç vermesi açısından, anket çalışmasından elde edilen tüketim verilerinden değil AGDAŞ' tan (Adapazarı Gaz Dağıtım Anonim Şirketi) alınan gerçek doğalgaz verilerinden faydalanılarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak 2007 yılı içerisinde Adapazarı genelinde 45.714.000 m³/yıl doğalgaz tüketildiği tespit edilmiştir.

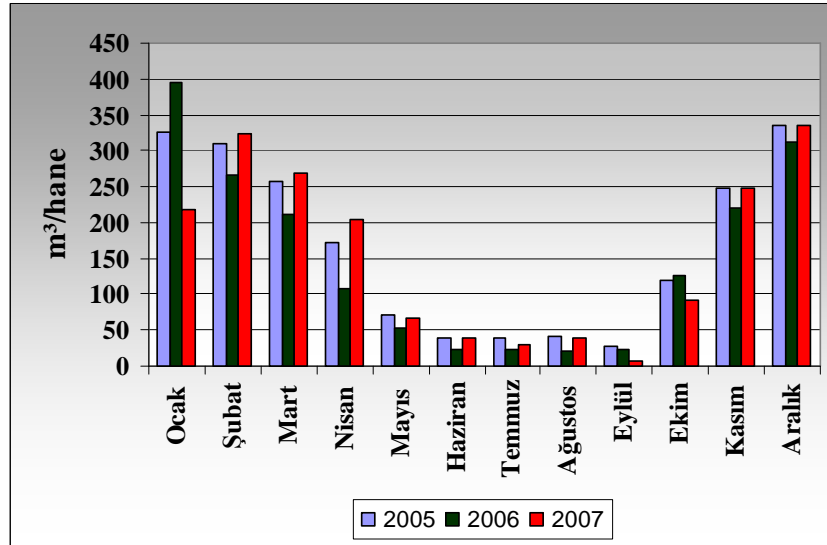


Şekil 5.7. Adapazarı'nda kullanılan doğalgaz ile abone sayılarının karşılaştırması

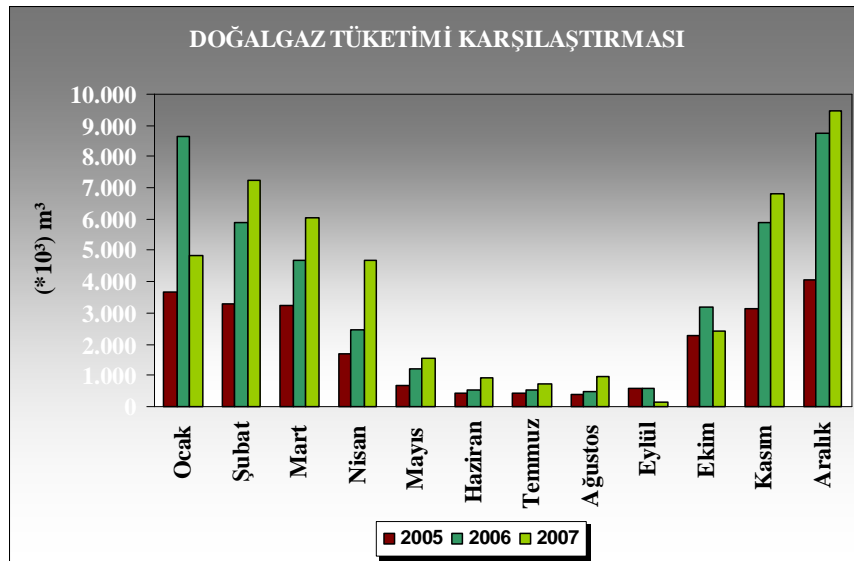


Şekil 5.8. Adapazarı'nda abone başına tüketilen doğalgazın yıllık karşılaştırması

Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'e bakıldığında 2006 yılında abone başına tüketilen doğalgaz miktarı düşmesine rağmen abone sayısı arttığından dolayı doğalgaz tüketiminin arttığı; 2007 yılında ise abone sayısının neredeyse yerinde saydığı, ancak abone başına tüketilen doğalgaz miktarı arttığından dolayı doğalgaz tüketiminin arttığı görülmektedir.



Şekil 5.9. Adapazarı'nda abone başına düşen ortalama doğalgaz tüketimini



Şekil 5.10. Adapazarı'ndaki doğalgaz kullanımının yıllara göre aylık değişimi

Şekil 5.9 ve şekil 5.10'a bakıldığında abone başına ortalama doğalgaz tüketimleri arttıkça aylık tüketimlerin de arttığı görülmektedir. Yıllık abone başına ortalama doğalgaz tüketimlerine bakıldığında değerlerin, havaların soğumaya başlamasıyla (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım, Aralık ayları) tutarlı bir şekilde arttığı ve diğer aylarda havaların ısınmasıyla azaldığı görülmektedir. Kış aylarında ortaya çıkan yakıt tüketimindeki bu belirgin artış, ısınma amaçlı yakıt tüketimi ile Adapazarı şehrindeki hava kirliliği arasında önemli bir bağ olduğunu göstermektedir.

5.2. Emisyon Envanterleri

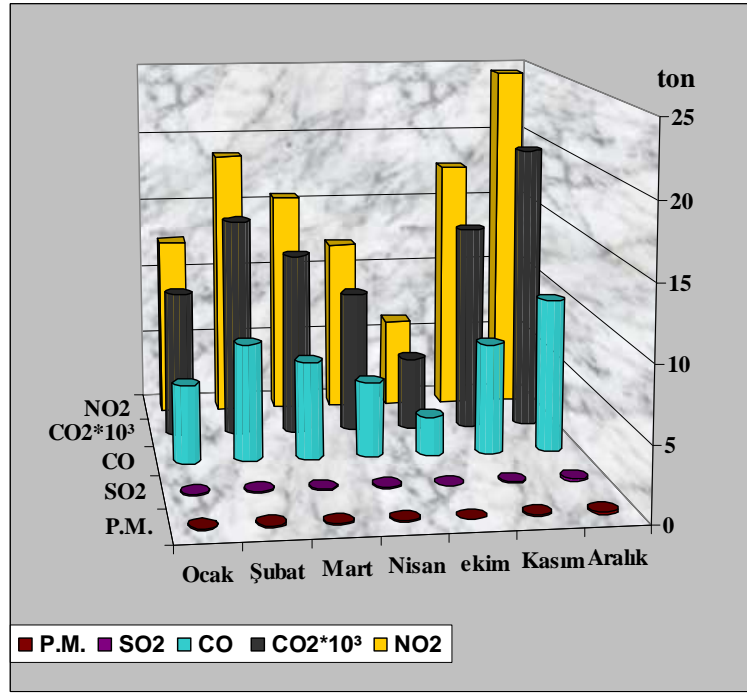
Bu bölümde, 2007 yılındaki doğal gaz ve kömür tüketim oranları ve yakıt tüketimi miktarları kullanılarak Adapazarı İlçesinde ortaya çıkan emisyonların (SO₂, NO₂, CO, PM ve CO₂) envanter değerleri hesaplanmıştır.

Emisyon hesaplarında ülkemize ait bir standart olmadığı için Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından yayınlanan “EMEP/CORINAIR Emisyon Envanteri Klavuzu–2006” da bulunan yakma sistemleri ve yakıtlara göre belirlenmiş emisyon faktörleri tabloları ve Eşitlik (4.10) kullanılmıştır (Bkz. Tablo 4.7 ve Tablo 4.8).

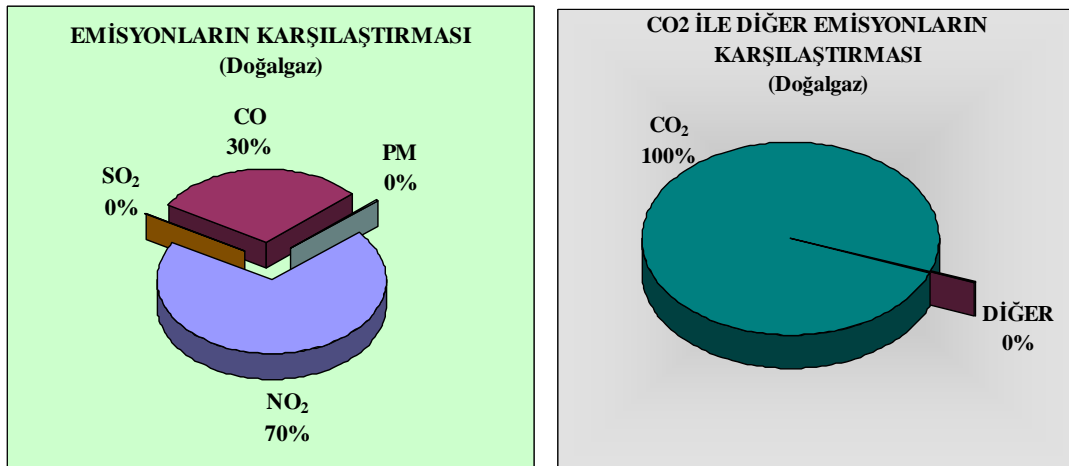
5.2.1. Doğalgaz kullanımından kaynaklanan emisyonların envanteri

Tablo 5.1. 2007 yılında doğalgaz kullanımından kaynaklanan emisyonların envanter değerleri

Formül E= A x E.F.	E.F. (kg/ton)	SO ₂	NO ₂	CO	PM	CO ₂
		0,02	3,45	1,48	0,02	2.782,06
AYLAR	A (ton)	ton	ton	ton	ton	ton
Ocak	3.621	0,07	12,49	5,36	0,07	10073,84
Şubat	5.432	0,11	18,74	8,04	0,11	15112,85
Mart	4.529	0,09	15,63	6,70	0,09	12600,65
Nisan	3.499	0,07	12,07	5,18	0,07	9733,73
Ekim	1.797	0,04	6,20	2,66	0,04	4999,36
Kasım	5.111	0,10	17,63	7,56	0,10	14219,80
Aralık	7.103	0,14	24,50	10,51	0,14	19759,58
Toplam	31.092	0,62	107,27	46,02	0,62	86.499,81



Şekil 5.11. Adapazarı için 2007 yılında doğal gaz tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin aylara göre değişimi



Şekil 5.12 Adapazarı için 2007 yılında doğal gaz tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin oransal dağılımı

Şekil 5.11' de CO₂ değerleri karşılaştırma yapılabilmesi açısından gerçek CO₂ değerlerinin 10³ e bölünmüş halidir. Gerçek değerler Tablo 5.1' deki gibidir. Şekil 5.12' de ise CO₂ dışındaki diğer emisyonların oransal dağılımları ve diğer emisyonların CO₂ emisyonu ile oransal karşılaştırması yapılmıştır.

Yukarıdaki tablo ve şekillerde 2007 yılında ısınma amaçlı kullanılan doğalgazın kombide yakılması sonucu oluşan kirletici emisyonların envanteri yapılmış ve emisyonların aylık ve yıllık miktarları karşılaştırılmıştır.

Buna göre, mevcut doğalgaz tüketim miktarları göz önünde bulundurulduğunda, doğalgazın kombiler ile yakılması durumunda yok denecek kadar az PM ve SO₂ emisyonunun oluştuğu, CO₂ emisyonundan sonra en etkili emisyonun NO₂ emisyonu olduğu görülmektedir.

5.2.2. Kömür kullanımından kaynaklanan emisyonların envanteri

Kömür kullanımından kaynaklanan emisyonların miktarları, kömürün cinsleri ve yakma sistemlerine göre belirlenen emisyon faktörleri ile anket çalışması ve hesaplamalar sonucu bulunan yakıt tüketim miktarları ve (4.10) eşitliği kullanılarak tespit edilmiştir. Bulunan değerler, Tablo 5.2, Tablo 5.3, Tablo 5.4, Tablo 5.5' te verilmiştir. 2007 yılında ısınma amaçlı kömür tüketimi sonucu oluşan kirletici emisyonların toplam miktarı ise bu tablolarda verilen değerler toplanarak Tablo 5.6' da verildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 5.2. Yerli kömürün sobada yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri

Formül	E.F.	SO ₂	NO ₂	CO	PM	CO ₂
E= A x E.F.	(Kg/ton)	17,98	2,68	133,76	12,04	2675,20
AYLAR	A (ton)	ton	ton	ton	ton	ton
Ocak	7.937	285,17	15,95	796,22	71,67	15924,41
Şubat	11.907	427,81	23,93	1194,50	107,52	23889,91
Mart	9.928	356,70	19,95	995,94	89,65	19918,70
Nisan	7.669	275,54	15,41	769,34	69,25	15386,78
Ekim	3.939	141,52	7,92	395,14	35,57	7902,83
Kasım	11.203	402,53	22,52	1123,91	101,17	22478,22
Aralık	15.568	559,35	31,29	1561,77	140,58	31235,32
Toplam	68.150	2448,63	136,98	6836,81	615,39	136736,16

Tablo 5.3. İthal kömürün sobada yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri

Formül	E.F.	SO ₂	NO ₂	CO	PM	CO ₂
E= A x E.F.	(Kg/ton)	17,98	2,68	133,76	12,04	2675,20
AYLAR	A (ton)	ton	ton	ton	ton	ton
Ocak	1.176	21,14	3,15	157,24	14,15	3144,85
Şubat	1.764	31,71	4,73	235,90	21,23	4717,92
Mart	1.470	26,44	3,94	196,68	17,70	3933,66
Nisan	1.136	20,42	3,04	151,93	13,68	3038,67
ekim	583	10,49	1,56	78,03	7,02	1560,70
Kasım	1.659	29,84	4,45	221,96	19,98	4439,13
Aralık	2.306	41,46	6,18	308,43	27,76	6168,54
Toplam	10.094	181,49	27,05	1350,17	121,53	27003,47

Tablo 5.4. Yerli kömürün kaloriferde yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri

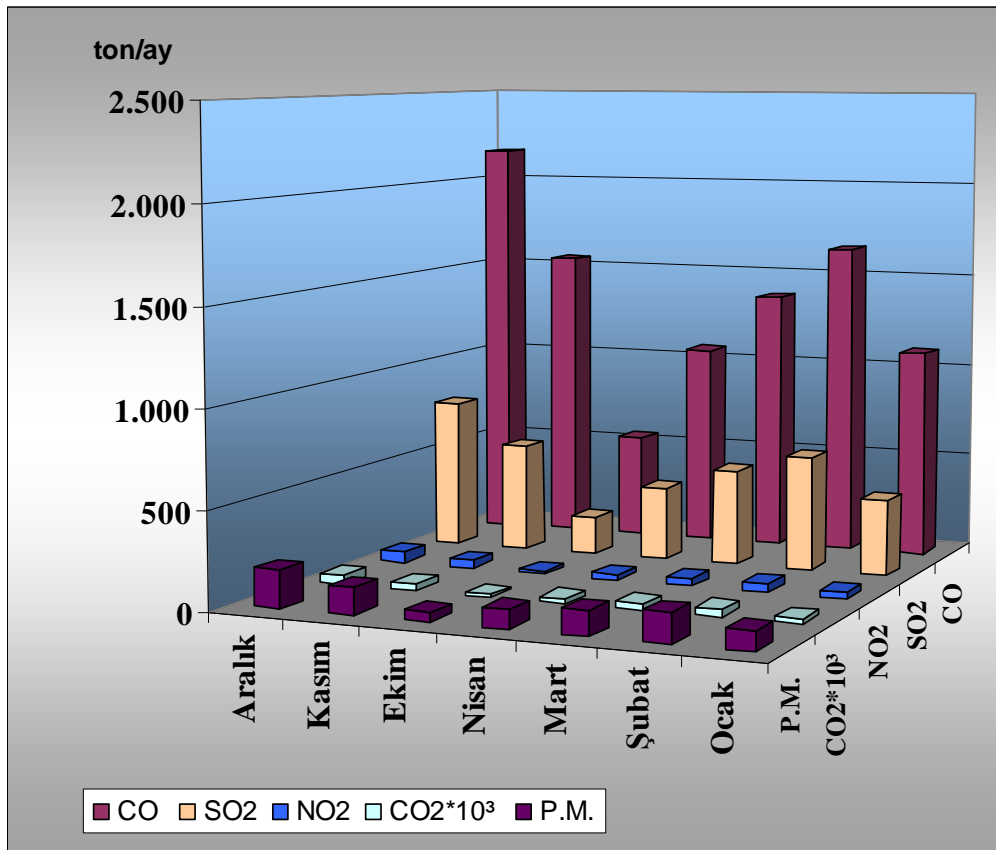
Formül	E.F.	SO ₂	NO ₂	CO	PM	CO ₂
E= A x E.F.	(Kg/ton)	35,93	3,21	40,13	3,81	2006,40
AYLAR	A (ton)	ton	ton	ton	ton	ton
Ocak	1.931	69,39	6,20	77,50	7,36	3874,90
Şubat	2.897	104,10	9,30	116,27	11,04	5813,15
Mart	2.416	86,80	7,75	96,94	9,20	4846,84
Nisan	1.866	67,05	5,99	74,89	7,11	3744,08
ekim	958	34,44	3,08	38,46	3,65	1923,00
Kasım	2.726	97,95	8,75	109,40	10,39	5469,64
Aralık	3.788	136,11	12,16	152,02	14,43	7600,52
Toplam	16.583	595,83	53,23	665,48	63,18	33272,13

Tablo 5.5. İthal kömürün kaloriferde yakılmasından kaynaklanan emisyonların envanteri

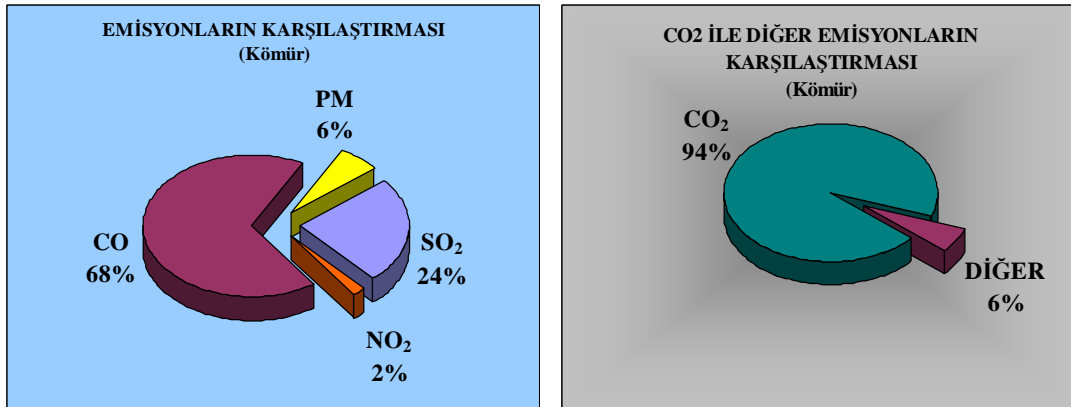
Formül	E.F.	SO ₂	NO ₂	CO	PM	CO ₂
E= A x E.F.	(Kg/ton)	35,93	3,21	40,13	3,81	2006,40
AYLAR	A (ton)	ton	ton	ton	ton	ton
Ocak	1.304	23,44	5,58	69,76	6,62	3488,18
Şubat	1.956	35,17	8,37	104,65	9,94	5232,99
Mart	1.631	29,32	6,98	87,26	8,29	4363,12
Nisan	1.260	22,65	5,39	67,40	6,40	3370,42
ekim	647	11,63	2,77	34,62	3,29	1731,09
Kasım	1.841	33,09	7,88	98,47	9,35	4923,77
Aralık	2.558	45,98	10,95	136,83	12,99	6841,98
Toplam	11.196	201,30	47,92	598,99	56,88	29951,54

Tablo 5.6. Kömür kullanımından kaynaklanan emisyonların toplam değerleri

AYLAR	A (ton)	SO ₂	NO ₂	CO	PM	CO ₂
		ton	ton	ton	ton	ton
Ocak	12.348	399,14	30,88	1100,72	99,80	26432,33
Şubat	18.524	598,79	46,33	1651,31	149,73	39653,97
Mart	15.445	499,26	38,63	1376,82	124,84	33062,32
Nisan	11.931	385,66	29,84	1063,56	96,44	25539,94
Ekim	6.128	198,08	15,33	546,26	49,53	13117,62
Kasım	17.429	563,41	43,59	1553,73	140,88	37310,76
Aralık	24.219	782,90	60,58	2159,04	195,76	51846,35
Toplam	106.023	3427,25	265,18	9451,44	856,98	226963,30



Şekil 5.13. Adapazarı için 2007 yılında kömür tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin aylara göre değişimi



Şekil 5.14 Adapazarı için 2007 yılında kömür tüketiminden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinin karşılaştırması

Şekil 5.13' te verilen CO₂ değerleri karşılaştırma yapılabilmesi açısından gerçek CO₂ değerlerinin 10³' e bölünmüş halidir. Gerçek değerler Tablo 5.6' daki gibidir. Şekil 5.14' te ise CO₂ dışındaki diğer emisyonların oransal dağılımları ve diğer emisyonların CO₂ emisyonu ile oransal karşılaştırması verilmiştir.

Yukarıdaki tablolar ve şekillerde 2007 yılında ısınma amaçlı kullanılan yerli ve ithal kömürün soba ve kalorifer kazanlarında yakılması sonucu oluşan kirletici emisyonların envanteri yapılmış ve emisyonların aylık ve yıllık miktarları karşılaştırılmıştır.

Buna göre, mevcut kömür tüketim miktarları göz önünde bulundurulduğunda, kömürün soba ve kalorifer kazanlarında yakılması sonucunda 2007 yılı içerisinde kış sezonu boyunca 226.963 ton/yıl CO₂, 857 ton/yıl PM, 265 ton/yıl NO₂, 3.427 ton/yıl SO₂, 9.451 ton/yıl CO emisyonunun olduğu tespit edilmiştir. Şekil 5.13' te CO₂ emisyonundan sonra en etkili emisyonların CO ve SO₂ emisyonları olduğu görülmektedir. Şekil 5.14' e bakıldığında ayrıca, kömür tüketimi sonucu ortaya çıkan CO₂ dışındaki diğer emisyonların miktarının CO₂ emisyonu miktarı ile karşılaştırıldığında doğalgaz tüketimine göre daha fazla olduğu görülmektedir. (Bu oran doğalgaz tüketiminde neredeyse 0 iken kömürde %6 seviyelerine çıkmıştır.)

5.2.3. Isınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu oluşan emisyonların toplam değerleri

Tablo 5.7. Yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların toplam değerleri

KULLANIM ORANLARI (%)	A (ton/yıl)	SO ₂ (ton/yıl)	NO ₂ (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	PM (ton/yıl)	CO ₂ (ton/yıl)
	DOĞALGAZ					
43,1	31.092,00	0,62	107,27	46,02	0,62	86.499,81
KÖMÜR						
56,9	106.023,00	3.427,25	265,18	9.451,44	856,98	226.963,30
DOĞALGAZ VE KÖMÜR						
Toplam	137.115,00	3.427,87	372,45	9.497,46	857,61	313.463,11

Adapazarı'nda ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucunda, 2007 yılı kış sezonunda, 313.463 ton/yıl CO₂ çıktığı, CO₂ den sonra en yüksek miktarın 9.497 ton/yıl ile CO emisyonuna ait olduğu tespit edilmiştir.

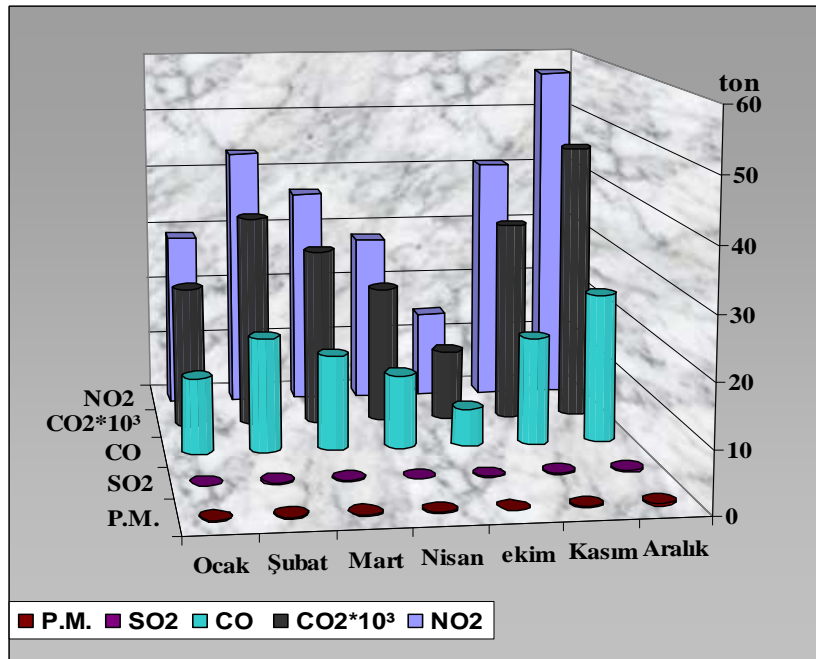
Doğalgaz ve kömür kullanımından kaynaklanan emisyonların karşılaştırıldığı Tablo 5.7.'ye bakıldığında, kullanım oranları (%43,1 doğalgaz, %56,9 kömür) neredeyse eşit olmasına rağmen kullanılan kömür miktarının ve kömürden kaynaklanan emisyonların, doğal gazın tüketim miktarından ve emisyonlarından çok daha fazla olduğu görülmektedir.

5.2.4. Sadece doğalgaz kullanılsaydı oluşacak emisyonların envanteri

Adapazarı' nın tamamı doğalgaz kullandığında oluşacak emisyonların envanterinin yapılabilmesi için öncelikle, orantı hesabı ile mevcut durumdaki aylık tüketim miktarlarından şehrin tamamının kullanacağı aylık doğalgaz tüketim miktarları bulunmuştur. Sonrasında Tablo 5.8' de de görüleceği gibi emisyon envanteri formülü ve emisyon faktörleri kullanılarak emisyon miktarları hesaplanmıştır.

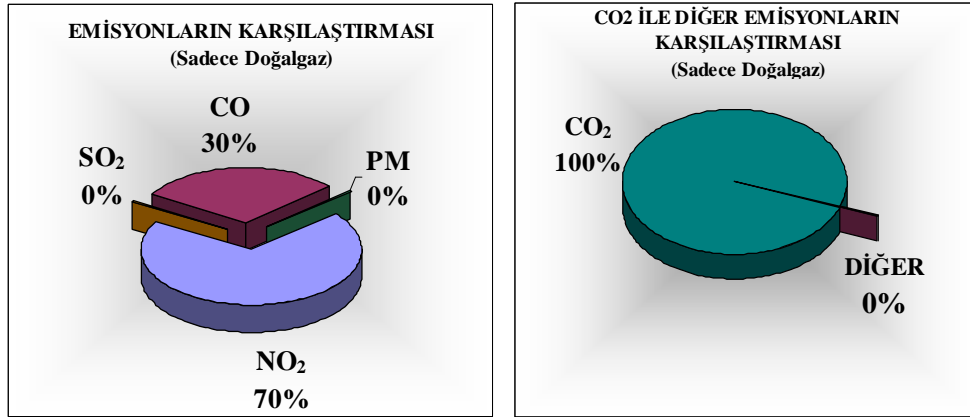
Tablo 5.8. Sadece doğal gaz kullanımından kaynaklanan emisyonların envanter değerleri

Formül	E.F.	SO ₂	NO ₂	CO	PM	CO ₂
E= A x E.F.	Kg/ton	0,02	3,45	1,48	0,02	2782,06
AYLAR	A (ton)	ton	ton	ton	ton	ton
Ocak	8.401	0,17	28,98	12,43	0,17	23373,18
Şubat	12.604	0,25	43,48	18,65	0,25	35064,61
Mart	10.509	0,21	36,26	15,55	0,21	29235,84
Nisan	8.118	0,16	28,01	12,01	0,16	22584,07
ekim	4.169	0,08	14,38	6,17	0,08	11599,45
Kasım	11.859	0,24	40,91	17,55	0,24	32992,59
Aralık	16.479	0,33	56,85	24,39	0,33	45845,90
Toplam	72.139	1,44	248,88	106,77	1,44	200.695,61



Şekil 5.15. Adapazarı şehrinde 2007 yılında sadece doğal gaz kullanılsaydı oluşacak emisyonların envanter değerlerinin aylara göre değişimi

Şekil 5.15'te verilen CO₂ değerleri karşılaştırma yapılabilmesi açısından gerçek CO₂ değerlerinin 10³ e bölünmüş halidir. Gerçek değerler Tablo 5.8' deki gibidir. Şekil 5.16' te ise CO₂ dışındaki diğer emisyonların oransal dağılımları ve diğer emisyonların CO₂ emisyonu ile oransal karşılaştırması verilmiştir.



Şekil 5.16. 2007 yılında sadece doğal gaz kullanılıyorsa oluşacak emisyonların karşılaştırması

Tablo 5.9. Adapazarı'nda 2007 yılında sadece doğal gaz kullanılıyorsa oluşacak emisyonlar ile 2007 yılında tüketilen kömürden kaynaklanan emisyonların karşılaştırması

2007 YILI EMİSYON DEĞERLERİ							
	Kullanım Oranları (%)	A (ton/yıl)	SO ₂ (ton/yıl)	NO ₂ (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	PM (ton/yıl)	CO ₂ (ton/yıl)
Sadece Doğalgaz	100	72.139	1,44	248,88	106,77	1,44	200.695,61
Fark (%)		31,96	99,96	6,15	98,87	99,83	11,57
Kömür	56,9	106.023	3.427,25	265,18	9.451,44	856,98	226.963,30

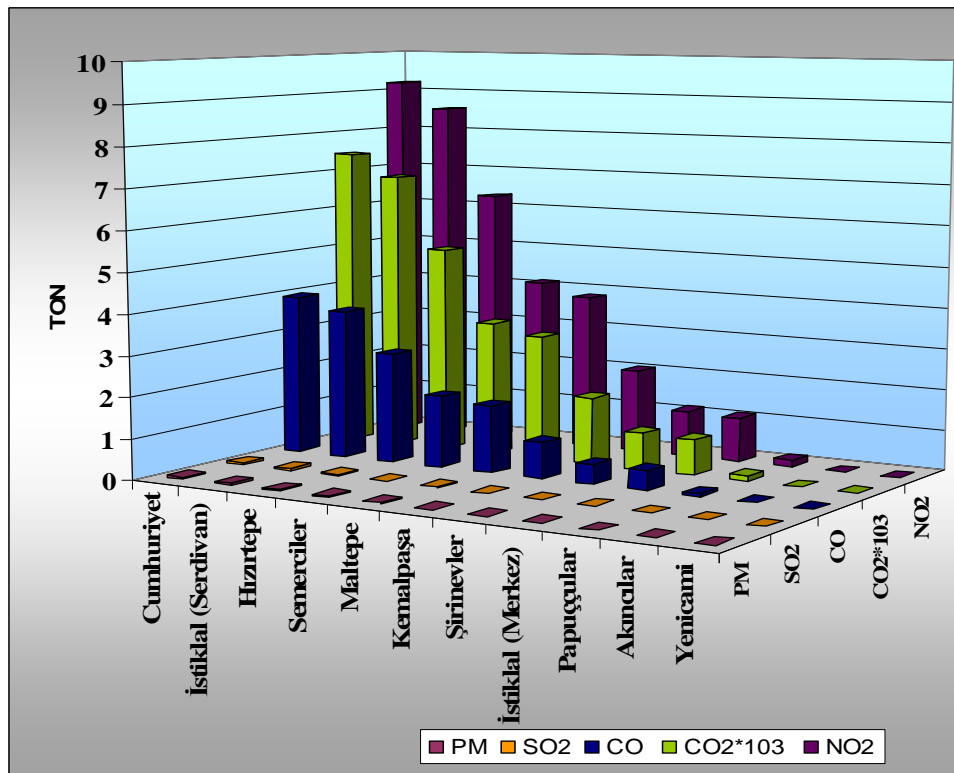
Tablo 5.9 incelendiğinde, Adapazarı'nda sadece doğalgaz kullanıldığında oluşan emisyonlar ile mevcut kömür tüketimi sonucu oluşan emisyonlar arasında, CO₂ ve NO₂ emisyonları hariç, büyük farklılıklar görülmektedir. Örneğin, sadece doğalgaz kullanıldığında SO₂ ve CO emisyonlarının neredeyse %100 azaldığı görülmektedir.

5.2.5. Anket yapılan 11 mahalleye ait 2007 yılı emisyon envanteri

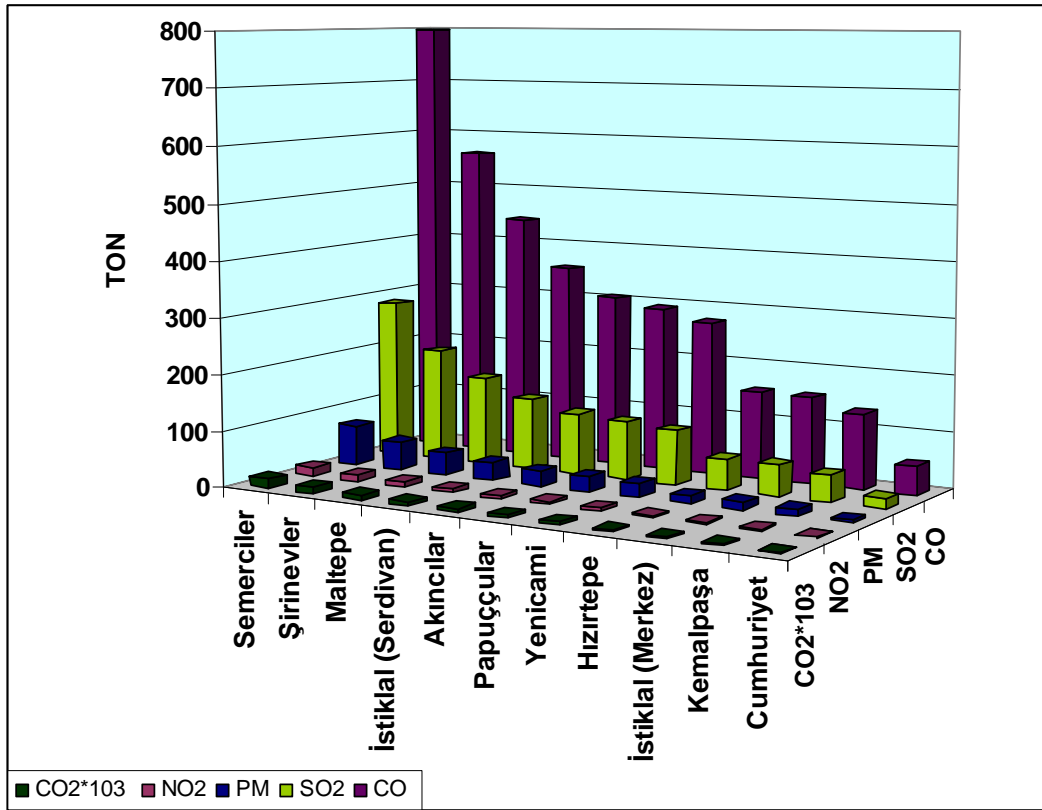
Anket yapılan 11 mahalleye ait emisyonları gösteren Tablo 5.10' da, yakıt tüketimi tercihlerine göre oluşan emisyon miktarlarının değiştiği görülecektir. Örneğin, 2007 yılında, 3.186 haneden oluşan ve % 93' ünün doğalgaz kullandığı Cumhuriyet Mahallesi' nde SO₂ emisyon miktarı toplam 18,45 ton/yıl iken, 3106 haneden oluşan ve %3,7' sinin doğalgaz kullandığı Pabuççular Mahallesi'nde ise SO₂ emisyon miktarı 110 ton/yıl olarak tespit edilmiştir.

Tablo 5.10. Anket Çalışması yapılan 11 mahallede ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu oluşan emisyonların karşılaştırması

Mahalle	Kullanım oranı (%)		Kullanım miktarı (ton)		SO ₂		NO ₂		CO		PM	
	Kömür	D.Gaz	Kömür	D.Gaz	Ton/yıl							
	Kömür	D.gaz	Kömür	D.Gaz	Kömür	D.gaz	Kömür	D.gaz	Kömür	D.gaz	Kömür	D.gaz
Cumhuriyet	6,90	93,10	512	2.674	18,40	0,05	1,03	9,23	51,37	3,96	4,62	0,05
Hızırtepe	42,86	57,14	3.550	1.832	127,54	0,04	7,13	6,32	356,10	2,71	32,05	0,04
Şirinevler	64,71	35,29	1.552	328	55,78	0,01	3,12	1,13	155,74	0,49	14,02	0,01
Maltepe	74,19	25,81	7.951	1.113	285,67	0,02	15,98	3,84	797,61	1,65	71,79	0,02
Kemalpaşa	74,14	25,86	4.407	596	158,33	0,01	8,86	2,05	442,06	0,88	39,79	0,01
İstiklal (Merkez)	62,12	37,88	1.336	315	48,01	0,01	2,69	1,09	134,05	0,47	12,07	0,01
İstiklal (Serdivan)	46,67	53,33	5.610	2.482	201,57	0,05	11,28	8,56	562,79	3,67	50,66	0,05
Yenicami	100	0	1.548	0	55,63	0	3,11	0	155,33	0	13,98	0
Akıncılar	100	0	2.911	0	104,59	0	5,85	0	292,04	0	26,29	0
Papuççular	96,30	3,70	3.060	46	109,95	0	6,15	0,16	306,98	0,07	27,63	0
Semerciler	46,88	53,13	2.725	1.196	97,92	0,02	5,48	4,13	273,42	1,77	24,61	0,02
Toplam	56,87	43,13	35.162	10.582	1263,38	0,21	70,68	36,51	3527,5	15,66	317,51	0,21



Şekil 5.17. 2007 yılında örnekleme yapılan mahallelerde doğalgaz kullanımı sonucu oluşan emisyonların karşılaştırması



Şekil 5.18. 2007 yılında örnekleme yapılan mahallelerde kömür kullanımı sonucu oluşan emisyonların karşılaştırması

2007 yılı ısınma amaçlı yakıt tüketim miktarlarının karşılaştırıldığı Tablo 5.10, Şekil 5.17 ve Şekil 5.18 incelendiğinde, kirletici emisyonların miktarının en fazla olduğu mahallenin kömürün en çok tüketildiği mahalle olan Maltepe Mahallesi olduğu, kirletici emisyonların miktarının en az olduğu mahallenin ise kömür tüketimi en az olan Cumhuriyet Mahallesi olduğu görülecektir.

Şekil 5.17 ve Şekil 5.18' e bakıldığında ayrıca, CO₂ emisyonu hesaba katılmadığı durumda, kömür tüketimi sonucu oluşan miktarı en yüksek ilk üç emisyonun CO, SO₂, ve PM olduğu, doğalgaz tüketimi sonucu oluşan emisyonun ise NO₂ olduğu ve miktarının da kömür tüketimi sonucu oluşan NO₂ ile neredeyse aynı olduğu görülecektir.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan ayrılmasını sağlayan en önemli özelliği, emisyon envanteri çalışması için gerekli bilgilerin mahalle bazında örnekleme ve anket çalışması yapılarak belirlenmiş olmasıdır. Anket çalışması ile emisyon envanteri yapılan bölge ile ilgili genel kullanım alışkanlıkları ortaya çıkarılmış ve hangi mahallede veya sokakta hangi emisyonun hangi miktarda oluştuğu, yakıt ve yakma sistemlerinin bu emisyonlara nasıl bir katkısının olduğu tespit edilebilmiştir. Fakat, yapılan literatür taramasında bulunan bazı çalışmalarda, sadece şehre giren yakıt miktarları kullanılarak emisyon envanterleri yapıldığından, yeterli kalitede sonuçlara ulaşamadığı görülmüştür. Dolayısıyla kullanılan yakıtın cinsinin, kullanılan teknolojinin ve kullanım alışkanlıklarının anket yöntemiyle belirlenmesinin, özellikle bölgesel envanter çalışmalarında daha belirleyici ve hedefe yönelik sonuçlar ortaya koyacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada ayrıca daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak emisyon faktörleri, kömürün özellikleri (alt ısı değer ve kükürt yüzdesi) ile hangi yakma sisteminde yakıldığı (sobada veya kaloriferde) göz önünde bulundurularak Avrupa Çevre Ajansı (EEA), EMEP/CORINAIR Emisyon Envanteri Kılavuz kitabından alınmıştır. SO₂ emisyonunun miktarı ise kömürün özellikleri (alt ısı değer ve kükürt yüzdesi) ile hangi yakma sisteminde yakıldığı (sobada veya kaloriferde) göz önünde bulundurularak bu kılavuz kitapta belirtilen hesaplama yöntemi ile hesaplanmıştır.

Bu çalışmada halkın, yakıt olarak ister doğalgaz ister kömür tercih edilsin, yakma sistemi konusundaki tercihinin büyük oranda yerel ısıtma sistemleri (soba, kombi) yönünde olduğu görülecektir (Bkz. Şekil 5.1). Ancak, Soba ve kombi gibi yerel ısıtma sistemlerinde, teknik ve ekonomik açıdan bacada hava kirletici emisyonlarını

azaltıcı tedbirler alınmadığından, yakma sisteminin ve yakıtın standartlara uygun olması ve yakıcı hatalarının en aza indirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, Adapazarı'nda özellikle kış aylarında meydana gelen ve ısınma amaçlı yakıt tüketiminden kaynaklandığı bu çalışmada da tespit edilen hava kirliliğinin giderilmesi ve hava kalitesinin arttırılabilmesi için öncelikli ve acil olarak ısınma amaçlı yakıt tüketiminde, dağıtım ağı her geçen gün genişleyen doğalgazın tercih edilmesi sağlanmalıdır. Bunun için başta AGDAŞ olmak üzere tüm ilgililer doğalgazın kullanımını özendirici gerek hizmet yönünden gerekse ekonomik yönden avantajlar sunmalı, halkın bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır. Böylece mevcut sorunların kısa vadede giderilmesi sağlanabilir. Ancak, uzun vadede, çıkabilecek emisyonları azaltıcı tedbirler alınmalıdır. Bunlar;

- Binaların ısı yalıtımlarının yapılması
- Mevzuatta verilen standartlara uygun yakıtların kullanılması
- Kullanılan yakıt ve standartlara uygun yakma sistemlerinin kullanılması
- Yakma sistemi ve yakıtı göre uygun yakma tekniklerinin kullanılması
- Merkezi yakma sistemlerinin kullanılması

Olarak sıralanabilir.

Yukarıdaki tedbirlere bakıldığında, bu tedbirlerin tamamen insan hatalarından kaynaklanan sorunlara yönelik olduğu görülebilir. Bu nedenle hava kirliliğinin engellenmesi ve hava kalitesinin arttırılması için halkın, teneffüs ettiği havanın temiz olmasının ne kadar önemli olduğunun farkına varması ve yapılması gerekenlerle ilgili olarak bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Emisyon envanterlerinin amacının da hava kirletici kaynaklarının belirlenerek bu kaynaklardan atmosfere verilen kirleticilerin miktarlarının saptanması ve bu sayede hava kirliliğinin engellenmesi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için daha iyi projeler ve çözüm önerilerinin üretilmesini sağlamak olduğu düşünüldüğünde, Adapazarı için yapılan bu envanter çalışmasının tüm Sakarya iline, daha da geliştirilerek (örneğin Coğrafi Bilgi Sistemi ile görsel hale getirilmesi) daha entegre ve çok katılımlı bir sistemle yansıtılması,

yereldeki hava kalitesinin belirlenmesi açısından çok önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca, Sakarya' daki hava kalitesinin belirlenmesi ve mevcut hava kalitesinin insanlar üzerindeki etkilerinin gerçek veriler ile tespit edilerek bu tespitlerin halka duyurulması konusunda sürdürülebilir çalışmalar yapılması Sakarya ilinde hava kirliliği ile yapılan mücadeleye büyük katkı sağlayacaktır.

Yukarıda belirtilen hedefler doğrultusunda, Valilik, Büyükşehir Belediyesi ve Sakarya Üniversitesi tarafından bir adım atılmış ve Sakarya Üniversitesi' nin yürüttüğü SAHAKK-İ (Sakarya Hava Kalitesi Koruma Ve İyileştirme) Proje grubu oluşturulmuş ve çeşitli projeler üretilerek çalışmalara devam edilmektedir. Ancak, SAHAKK-İ proje grubunun etkin bir şekilde çalışabilmesi için Sakarya Valiliği ve Büyükşehir Belediyesi tarafından gerek bilgi paylaşımı gerekse maddi yönden katılımın sağlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı “İl Çevre Durum Raporları” Ankara, http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/cevredurum.htm, 01.02.2009
- [2] T.C. Sakarya Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü “Sakarya İl Çevre Durum Raporu” Sakarya, 2007 http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/sakaryaicd2007.pdf, 01.02.2009
- [3] Avrupa Çevre Ajansı (EEA), “EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006 Group 2: Non-industrial combustion plants”, Kongens Nytorv 6, 1050 Copenhagen K Denmark, <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4/page011.html>, 15.02.2009
- [4] Avrupa Çevre Ajansı (EEA), “Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2005 and inventory report 2007” Submission to the UNFCCC Secretariat Ver. 27 May 2007: 174-179 http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_7/Full-report-Annual-European-Community-greenhouse-gas-inventory-1990-2005-and-inventory-report-2007.pdf, 15.02.2009
- [5] WILTON, E., “Hamilton, Tokoroa and Te Kuiti: Domestic Heating Emission Inventory 2001”, Environment Waikato, Hamilton East, 2002, <http://www.ew.govt.nz/PageFiles/2590/tr02-21.pdf>, 16.02.2009
- [6] ALTUĞ, H., ÖZDEN, Ö., DÖĞEROLU, T., KARA, S., “Eskişehir Kent Merkezi Yanma Kaynaklı Emisyon Envanteri”, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir, 2007, <http://e-kutuphane.cmo.org.tr/pdf/392.pdf>, 16.02.2009
- [7] ELBİR, T., MÜEZZİNOĞLU, A., BAYRAM, A., SEYFİOĞLU, R., DEMİRCİOĞLU, H. “Ege Bölgesi Hava Kirletici Emisyon Envanteri”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi Cilt: 3, Sayı: 2, Sh. 21-27, Mayıs 2001, <http://web.deu.edu.tr/fmd/s8/8-3.pdf>, 11.10.2008
- [8] ÇETİN, Ş., AYBERK, S., KARADEMİR, A., “Kocaeli İlinde Konutlardan Kaynaklanan NO_x Emisyon Envanteri”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi Cilt: 6 Sayı: 3 Sh. 113-123, Ekim 2004, <http://web.deu.edu.tr/fmd/s18/18-08.pdf>, 11.10.2008


- [9] Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, “Hava Kirliliğine Genel Bakış” Ankara: 5-13 <http://www.rshm.gov.tr/hki/hki.htm>, 26.12.2007
- [10] MÜEZZİNOĞLU,A., “Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları”, Dokuz Eylül Yayınları, 19, 25, 89, 130-136, İzmir,2005
- [11] Türk Tabipleri Birliği, “Yatağan’da Hava Kirliliğinin Değerlendirilmesi Raporu” Muğla, 2000, <http://www.ttb.org.tr/eweb/yatagan/icin.html>, 23.10.2007
- [12] BAYRI, F. “Ankara Şehrinde Hava Kirlenmesi” Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, 26 Ekim 1964:67-71, http://www.mta.gov.tr/mta_web/kutuphane/mtadergi/63_9.pdf, 23.10.2007
- [13] 6 Haziran 2008 Tarih ve 26898 Sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
- [14] DURMAZ, A. “Sobalarda Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği ve Azaltılması”, <http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/11295.pdf>, 22.10.2007
- [15] SÖĞÜT,O, “Gemi Makinaları I Dersi Ders Notları”, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi,İTÜ 2008: 15-16, <http://www.gidb.itu.edu.tr/staff/sogut/gem311/Notes/gemak5.pdf>, 05.08.2008
- [16] ÇENGEL.Y.A. “Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik”, Literatür Yayıncılık,İstanbul, 1996, 662-668
- [17] Tamga Endüstriyel Kontrol Sistemleri Ltd.Şti., “Atık Baca Gazından Isı Geri Kazanımı Ve Otomasyonu” Otomatik Kontrol Semineri Adana, 16-18 Mayıs 2007, <http://www.tamga.com.tr/images/seminer.pdf>, 22.10.2007
- [18] BP Petrolleri A.Ş. “Kazanlar”, İstanbul, 2007,http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/retail/retail_turkey/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/a/abp_kazanlar_tr.pdf, 03.04.2008
- [19] ÖZTÜRK, M., “Soba Satın Alınırken Dikkat Edilecek Hususlar”, Ankara, 2004,<http://www.cevreorman.gov.tr/SobaKullanimi.html>, 22.10.2007
- [20] YAKTAŞ, “Kovalı Sobalarda Yakma Tekniği”, <http://www.yaktaskomur.com/faydali-bilgiler.php>, 22.10.2007
- [21] ECA ısı grubu teknik yayınları
- [22] METİN,B.,Kazanların Tanımı Ve Kazan Dairesinin Düzenlenmesi, Üniversal Isı Cihazları A.Ş.,S.27, <http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/11037.pdf>, 22.10.2007
- [23] Selçuk Üniversitesi, “Çetik Isı Sanayiye Ait Katı Yakıt Yakma Sistemi Yanma ve Verimlilik Raporu” Konya,2007, http://www.cetikisisan.com.tr/images/product/pdf/7_1.pdf, 23.10.07

- [24] TOPAL, H., Durmaz, A., “Isıtma Tesisatında Yapısal Kazan Tadilatının Emisyonlar ve Yakıt Tüketimine Etkisi” II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 10-14 Ekim 1995, İzmir TMMOB Makine Müh. Odası 1995, <http://Arsiv.Mmo.Org.Tr/Pdf/10278.Pdf>, 23.10.2007
- [25] Devlet Planlama Teşkilatı. “Dpt Sekizinci Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu Raporu” Ankara, 2001 [Http://Www.Dpt.Gov.Tr/Portal.aspx?Portalref=3](http://Www.Dpt.Gov.Tr/Portal.aspx?Portalref=3), 24.10.2007
- [26] Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü, “Kömür Analiz Raporu” Kütahya, 2008, <http://www.gli.gov.tr/analiz.html>, 05.02.2009
- [27] Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü, http://www.eli.gov.tr/laboratuvar/lab_analz.pdf, 05.02.2009
- [28] Milten Holding, “Kömür Analiz Raporu”, İstanbul,2008 <http://www.miltenmaden.com/komurdetay.aspx>, 05.02.2009
- [29] Gürhan Kömür Nakliyat İnş. Gıda San. Tic. Ltd. Şti., “İthal Kömür Analiz Raporları”, İstanbul, 2008 <http://www.gurhankomur.com>, 05.02.2009
- [30] DURSUN, M., “Binalarda Doğalgaz Isıtma Sistemleri” Lisans Tezi, TC Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Haziran, 2007, http://Www.Batul.Deu.Edu.Tr/Mak/Bitirmetezleri/Bproje/Bahar/Mehmet_Emin_Dursun_1999508025.Pdf, 25.10.2007
- [31] YETİŞKİN, Y., EKMEKÇİ, İ., “Türkiye Şartlarında Sıkıştırılmış CNG’li Araçların Kullanımının İrdelenmesi”, Mühendis ve Makine, 49, 586, 22, Kasım 2008, http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/067e2650cd701ae_ek.pdf?dergi=410, 05.02.2009
- [32] ARIN,S., AKDEMİR,S., “Seralarda Doğal Gazın Isıtma Amacıyla Kullanılabilirliği” Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi, B Serisi, Cilt 3, No 1, 2002: 89-99, <http://www.trakya.edu.tr/Enstituler/FenBilimleri/Dergi/arsiv/2002-1/12Sel.pdf>, 05.02.2009
- [33] KARASAR, N. (2005). Bilimsel araştırma yöntemi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım: 109-116
- [34] BALCI, A. (2005). Sosyal bilimlerde araştırma. Ankara: Pegema Yayıncılık: 91
- [35] ARIKAN, R. “Araştırma teknikleri ve rapor hazırlama”, Asil Yayın, Ankara, 2004: 129,152
- [36] ÖZDAMAR, K., ODABAŞI, Y., HOŞCAN, Y., BİR, A., İFTAR, G., ÖZMEN, A., UZUNER, Y., Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri, BİR, A., T.C. Anadolu Üniversitesi, Ünite 3-5-7-8, Anadolu Üniversitesi, 1999, <http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/a0300.html>, 20.10.2007

EKLER

Ek A. Anket Formu

T.C.
ADAPAZARI BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı



MAHALLE:
SOKAK:
NO:

1) DAİRENİN NUFÜSÜ:

2) YAKIT

A) KULLANILAN YAKIT TİPİ

DOĞALGAZ	KÖMÜR
	CİNSİ:
	BİRİM FİYATI:

B) KULLANILAN TEKNOLOJİ

SOBA	KÖMÜRLÜ	DOĞALGAZLI

KALORİFER	MERKEZİ SİSTEM	KAT KALORİFERİ
A) KÖMÜRLÜ		
B) DOĞALGAZLI		

KOMBI	MARKA

3) GÜNDE KAÇ SAAT ISITICI KULLANIYORSUNUZ:

24 SAAT	
16 SAAT	
SABİT DEĞİL	

4) AYLIK / YILLIK YAKIT MİKTARI:

KÖMÜR	TON	DOĞALGAZ	m ³ /30gün	TUTAR
AYLIK		AYLIK		
YILLIK		YILLIK		

5) YAKIT KULLANIM ALANI:

EV	m ²	ODA SAYISI

TÜM EV	
SADECE OTURULAN YERLER	

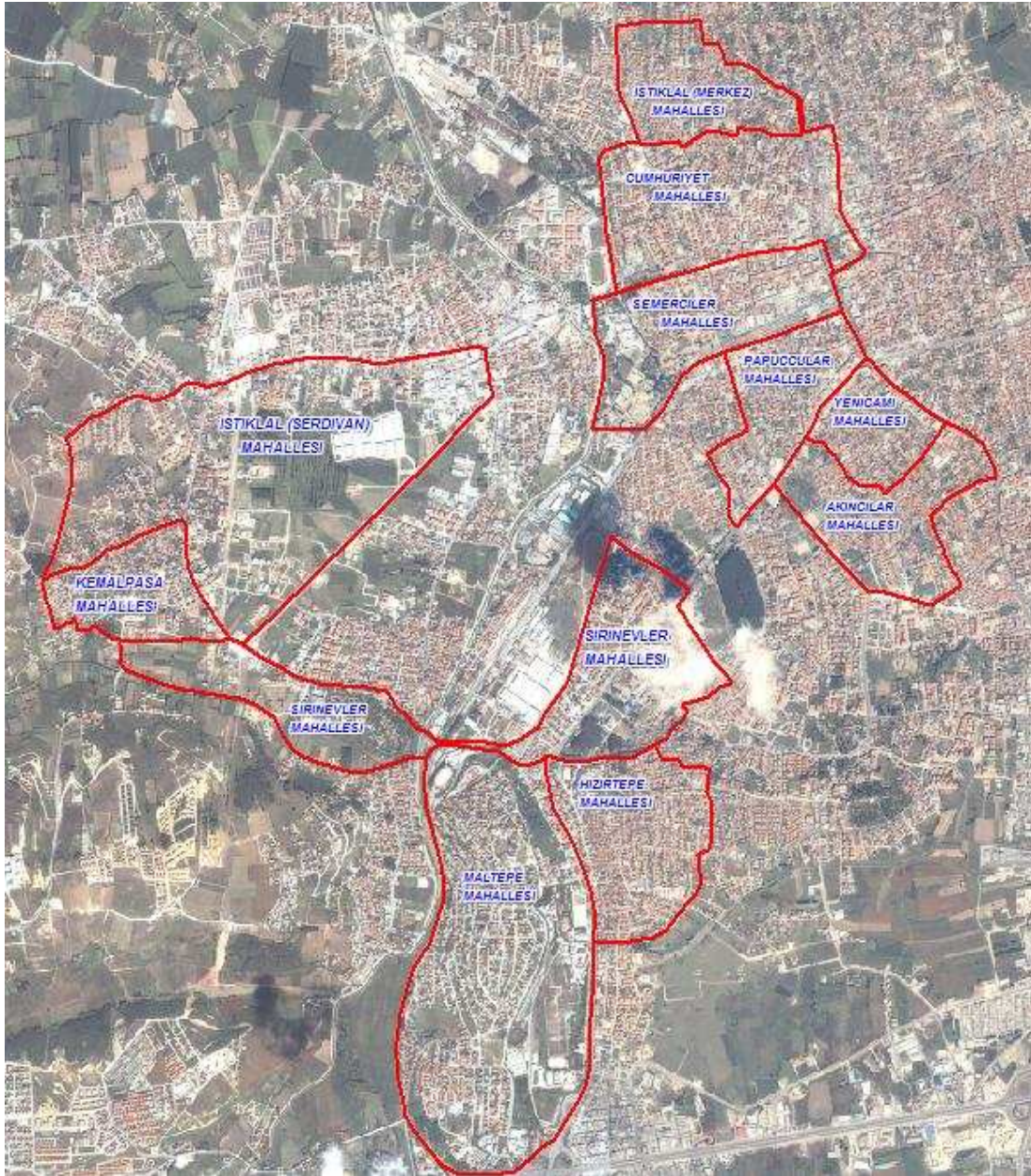
6) EVİNİZDE NE KADAR SÜRE VAKİT GEÇİRİYORSUNUZ:

7) HAVA KİRLİLİĞİNDEN RAHATSIZ OLUYORMUSUNUZ (KIŞ AYLARINDA)

EVET	
HAYIR	

Tel : 0 264 273 41 52 Fax : 0 264 277 37 28 54100/SAKARYA
Yorgalar Mezarlığı yanı

Ek B. Anket Çalışması Yapılan Mahallelerin Adapazarı'na Dağılımı



Ek C.1. 2007 Yılında 11 Mahallede Yapılan Anketin Sonuçları

Tablo C.1. 2007 Yılında 11 Mahallede Yapılan Anketin Sonuçları

Mahalle Adı	Sokak Sayısı	Hane Sayısı	Kişi Sayısı	Komut Tipi		Yakıt Tipi		Istima Tipi			Isıtıcı Kullanma Süresi (Saat)		Hava Kirliliğinden Rahatsız mısınız?	
				Apartman Dairesi	Müstakil Hane	Kömür	D. Gaz	Soba (Kömür)	Kalorifer (Kömür)	Kombi (D. Gaz)	16	24	Evet	Hayır
Cumhuriyet	6	116	254	113	3	8	108	0	8	108	40	92	29	7
Hızırtepe	6	49	139	44	5	21	28	21	0	28	27	22	38	11
Şirinevler	6	34	103	22	12	22	12	22	0	12	23	11	28	6
Maltepe	5	31	95	29	2	23	8	23	0	8	24	7	23	8
Kemal Paşa	4	58	204	53	5	43	15	18	25	15	40	18	52	6
İstiklal (Merkez)	5	66	154	61	5	41	25	11	30	25	12	54	63	3
İstiklal (Serdivan)	9	15	58	7	8	7	8	7	0	8	6	9	10	5
Yenicami	6	19	108	11	8	19	0	14	5	0	11	8	12	7
Akuncılar	21	43	197	4	39	43	0	43	0	0	26	17	39	4
Papuççular	12	54	170	33	21	52	2	43	9	2	36	18	39	15
Semerciler	12	32	114	16	16	15	17	15	0	17	11	21	19	13
Toplam	92	517	1596	393	124	294	223	217	77	223	256	277	352	85

Ek C.2. 2007 Yılında 11 Mahallede Yapılan Anketin Sonuçları (Devam)

Tablo C.2. 2007 Yılında 11 Mahallede Yapılan Anketin Sonuçları (Devam)

Mahalle Adı	Kömür Cinsine Göre Dağılım (hane)			Kullanılan Kombi Markaları (Adet)											
	İthal	Tunçbilek, soma	İstanbul	Vallant	Baymak	ECA	DemirDöküm	Viessman	Alarko	Arçelik	Ferrol	Aniston	Bosch		
Cumhuriyet	0	8	0	15	2	83	2	6	0	0	0	0	0		
Hızırtepe	4	11	6	0	0	0	27	0	1	0	0	0	0		
Şirinevler	4	14	4	5	0	2	5	0	0	0	0	0	0		
Maltepe	1	16	6	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kemal Paşa	31	7	5	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0		
İstiklal (Merkez)	2	23	16	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0		
İstiklal (Serdivan)	0	6	1	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1		
Yenicami	4	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Akancılar	5	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Papuççular	7	41	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Semerciler	1	13	1	9	4	0	0	4	0	0	0	0	0		
Toplam	59	188	47	32	26	92	35	10	1	2	1	1	1		

Ek D. AGDAŞ 2007 Yılı Doğalgaz Tüketim Verileri

Tablo D. 2007 Yılı Aylık Bölge Bazında Doğalgaz Tüketim Dağılımı (m³)

BÖLGE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
01 CAMİLİ-1	309.449	292.514	299.965	195.143	52.846	46.901	33.366	43.506	343	200.065	373.459	491.601
02 KARAMAN	556.809	758.437	654.998	452.862	186.596	158.969	130.471	119.555	273	314.549	646.444	872.413
03 CAMİLİ-2	111.138	159.628	168.397	100.220	32.214	28.585	11.892	17.325	151	54.170	149.948	226.464
04 KORUCUK	140.009	249.431	197.285	154.820	62.082	36.263	17.810	56.525	142	138.762	282.221	430.868
05 İSTİKLAL (SERDİVAN)	501.991	597.386	496.149	399.105	111.704	59.816	38.886	57.261	303	199.725	559.031	758.388
06 KEMALPAŞA	215.724	389.292	325.704	302.822	127.919	48.883	39.303	43.761	246	138.199	356.179	501.316
07 BAHÇELİEVLER	142.877	150.225	166.551	109.978	21.937	16.319	17.853	15.986	26	28.787	137.628	280.117
08 ÜNİVERSİTE	21.077	184.906	158.083	155.557	33.725	11.071	12.420	9.455	5.921	37.236	228.342	203.278
09 BEŞKÖPRÜ	98.558	258.780	233.229	176.493	93.666	47.091	51.413	79.437	84	85.431	263.564	356.537
10 MALTEPE	199.439	387.713	306.820	187.931	38.994	25.324	15.162	23.221	330	63.271	271.368	421.334
11 YILDIZTEPE- HIZIRTEPE	443.484	625.183	472.357	376.328	115.812	66.538	51.260	52.363	150	111.953	359.219	573.306
12 DİLMEN	294.763	454.609	334.847	268.627	80.276	46.585	35.907	46.614	251	83.277	393.020	502.261
13 MİTHATPAŞA- ŞİRİNEVLER	479.040	873.653	695.015	582.672	186.043	51.105	41.883	134.633	11.900	239.429	723.908	838.038
14 ARABACI ALANI	137.572	245.210	213.972	173.501	55.327	33.611	19.306	29.490	7.632	53.036	308.977	346.330
15 CUMHURİYET	694.244	944.976	727.871	633.615	212.857	132.006	131.988	125.345	1.181	370.799	923.618	1.423.732
15 ERENLER	267.728	374.206	295.153	212.598	75.378	61.550	28.850	59.033	165	89.964	334.525	530.006
16 YEŞİLTEPE	19.231	49.389	40.349	36.096	11.805	5.946	5.025	6.106	22	16.298	50.300	86.307
17 OZANLAR	174.429	216.321	225.109	129.742	27.870	16.174	31.519	34.999	124.939	147.516	367.763	528.381
18 KARAOĞMAN	6.566	10.251	12.975	6.534	1.616	1.377	1.104	2.523	107	9.992	22.341	38.044
19 TEKELER	13.989	20.741	14.021	10.705	2.001	2.050	1.921	3.263	17	13.308	62.703	61.407
20 KORUKENT								5.321		10.316	40.173	49.512
TOPLAM	4.828.117	7.242.851	6.038.850	4.665.349	1.530.668	896.164	717.339	960.401	154.183	2.395.767	6.814.588	9.470.128

ÖZGEÇMİŞ

B. Bülent ODABAŞ, 06.02.1977 de Adapazarı' nda doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Adapazarı'nda tamamladı. 1994 yılında Sakarya Özel Tansel Lisesi' nden mezun oldu. 1995 yılında başladığı Eskişehir Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü 2000 yılında bitirdi. 2002 – 2003 yılları arasında Kutlutan Arıtma Hizmetleri'nde çevre mühendisi olarak çalıştı. Bu süre içerisinde şirketin yürüttüğü su ve atıksu arıtma sistemleri hakkındaki danışmanlık hizmetlerini gerçekleştirdi. 2004 yılı ocak ayında çalışmaya başladığı Sakarya Büyükşehir Belediyesi, Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı, Çevre Koruma ve Geliştirme Şube Müdürlüğü' nde çevre mühendisi olarak emisyon, kömür ve gürültü başta olmak üzere tüm çevresel denetimlerin gerçekleştirilmesi ve çevre bilincinin artırılması amacıyla yapılan eğitimlerinin yürütülmesi konusunda görev yapmaktadır.