

**ESKİŞEHİR'DE KONUTSAL ISITMA
SİSTEMLERİ, ENERJİ KULLANIMI VE
EMİSYON KAYNAKLARININ MAHALLELER
BAZINDA DAĞILIMLARININ
HARİTALANDIRILMASI**

Zeynep Pınar ÖZTÜRK
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği
Anabilim Dalı
Eylül-2001

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Z.Pınar Öztürk'ün "Eskişehir'de Konutsal Isıtma Sistemleri, Enerji Kullanımı ve Emisyon Kaynaklarının Mahalleler Bazında Dağılımlarının Haritalandırılması" başlıklı Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 04.09.2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı)	Yard. Doç. Dr. Tuncay DÖĞEROĞL
Üye	Yard. Doç. Dr. Müfide BANAR
Üye	Yard. Doç. Dr. Nezihe AZCAN

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 14.09.2001 tarih ve ...27/2..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESKİŞEHİR'DE KONUTSAL ISITMA SİSTEMLERİ, ENERJİ KULLANIMI VE EMİSYON KAYNAKLARININ MAHALLELER BAZINDA DAĞILIMLARININ HARİTALANDIRILMASI

Z. PINAR ÖZTÜRK

**Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tuncay DÖĞEROĞLU
İkinci Danışman: Prof. Dr. Serap Kara**

2001, 76 sayfa

Konutsal ısınmadan kaynaklanan emisyonların hava kirliliğine katkısı ülkemizde diğer Avrupa ülkelerine göre yüksektir. Kırsal kesimden kente göçün hızla artması ve yeni yerleşim alanlarının oluşması ile birlikte hava kalitesinin de azalması kaçınılmazdır. Özellikle kış aylarında konutsal ısınma kaynağına bağlı olarak yoğunlaşan hava kirliliğinin önlenmesi için etkili bir hava kalitesi yönetimi oluşturmak gereklidir.

Etkin bir hava kalitesi yönetimi sistemi oluşturmak adına yapılacak çalışmalara alt yapı hazırlamak amacıyla; bu çalışmada, Eskişehir merkez ilçede bulunan 27 mahalleye ait bina bazında kat sayısı, konut sayısı, ısıtma sistemi ve yakıt türünü içeren veriler değerlendirilerek yanmadan kaynaklanan karbon monoksit, azot oksitler, kükürt oksitler, partikül maddeler ve hidrokarbon emisyonları emisyon faktörleri kullanarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımı ile konumlandırılarak haritalar halinde sunulmuştur.

Mevcut yakıt tüketimine dair bilgilerin eksik olması, açık ortamda ölçülen kirletici çeşidinin az olması, artan nüfus ile birlikte hava kalitesinin ne yönde değişeceği açısından yeterli projeksiyonların yapılmasına engeldir. Ayrıca konutsal ısıtma amaçlı kullanılacak yakıt türlerinin ve bu yakıtların verimli yakılmasını sağlayacak sistemlerin araştırılmasına ve Eskişehir'de mevcut jeotermal kaynakların bu açıdan değerlendirilmesine ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Konutsal Isınma, Hava Kirliliği, Emisyon, CBS,Envanter

ABSTRACT**Master of Science Thesis****RESIDENTIAL HEATING SYSTEMS, ENERGY UTILIZATION AND
MAPPING THE DISTRIBUTION OF EMISSIONS BETWEEN
DISTRICTS IN ESKİŞEHİR****Z. PINAR ÖZTÜRK****Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Environmental Engineering Program****Supervisor: Assist. Prof. Dr. Tuncay DÖĞEROĞLU
Co-Supervisor: Prof. Dr. Serap KARA****2001, 76 pages**

The contribution of residential heating to air pollution in Turkey is relatively higher than other European countries. Decrease of air quality is unavoidable due to the increased immigration from rural fields to urban areas which lead to the formation of new settlements. Thus, to form an effective air quality management system to avoid air pollution, especially intense in winter time, is urgently required.

This work intended to form a base for the work of air quality management. The data of 27 districts, including information on number of storeys, number of residence, heating system and fuel used for each building; is utilized in order to estimate emissions of carbon monoxide, nitrogen oxides, sulfur oxides, particulate matter and hydrocarbons by emission factors. Emissions are mapped by Geographic Information Systems softwares and evaluated.

To make projections about the change in air quality due to the increase in population, more data about consumed fuel quantity and more measurements of air pollutant concentrations are needed. In addition, fuel types, which can be adopted residential heating systems must be researched in accordance with the optimization of present systems as well as the capacity of geothermal sources in Eskişehir.

Key Words: Residential Heating, Air Pollution, Emission, GIS, Inventory

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Nazım Plan ve Stratejik Planlama Merkezi tarafından yapılan 2000 yılı numarataj çalışması sonucu elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi ile ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada gerek arazide gerekse büroda çalışan tüm arkadaşlara teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Ayrıca tezimin yazım aşamasında ellerindeki kaynakları benimle paylaşan ve her türlü yardımı esirgemeyen Çevre Koruma Daire Başkanlığında çalışan meslektaşlarıma da teşekkür ederim.

Tüm çalışma boyunca büyük bir sabır ile bana yardım eden ve bu çalışmaya büyük emeği geçen sevgili ikinci danışman hocam Prof. Dr. Serap KARA'ya teşekkür ederim.

Görevli olarak gittiği İtalya'dan sürekli çalışmalarımı takip ederek beni destekleyen, Eskişehir'de ailesi ile geçirebileceği saatleri, hafta sonları ve akşam üstleri de dahil olmak üzere, evinde benimle çalışarak paylaşan sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. Tuncay DÖĞEROĞLU'na ve ailesine teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Son olarak aileme bana gösterdikleri maddi manevi destek için çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
SİMGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. YANMADAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİ ve KONUTSAL ISITMADA UYGULAMALAR.....	3
2.1. Yakıtlar.....	3
2.1.1. Katı yakıtlar (Kömür)	4
2.1.2. Gaz yakıtlar.....	5
2.2. Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirleticileri.....	6
2.2.1. Karbon monoksit.....	7
2.2.2. Azot oksitler.....	7
2.2.3. Kükürt oksitler.....	8
2.2.4. Partiküller (PM)	9
2.2.5. Hidrokarbonlar	10
3. HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ.....	11
3.1. Hava Kirliliği Kontrolü.....	11
3.1.1. Kirletici kaynakların kontrolü.....	12
3.1.2. Emisyon standartları.....	12
3.2. Hava Kalitesinin İzlenmesi.....	13
3.2.1. Hava kalitesi standartları.....	13
3.2.2. Emisyon envanterleri.....	14
3.2.3. Ölçüm istasyonları.....	15
3.2.4. Meteorolojik koşulların izlenmesi.....	16
3.3. Türkiye’de Uygulanan Hava Kirliliği Mevzuatı.....	17

4. ESKİŞEHİR’DE HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ.....	23
4.1. Eskişehir’de Hava Kirliliği.....	23
4.2. Hava Kirliliğini Önleme ile İlgili Uygulamalar.....	27
4.3. Hava Kirliliğini Önleme ve Kontrol Harcamaları.....	28
5. MATERYAL ve METOD.....	29
5.1. Çalışma Alanı.....	29
5.2. Konutsal Amaçlı Kullanılan Binalara Ait Veriler.....	29
5.3. Konutlarda Isı Enerjisi İhtiyacı.....	30
5.4. Konutlarda Kullanılan Yakıt Türü ve Isıtma Sistemi.....	31
5.5. Konutlardan Kaynaklanan Yıllık Emisyon Miktarları.....	32
6. BULGULAR.....	33
7. SONUÇLAR.....	43
7.1. CO Emisyon Dağılımı.....	46
7.2. NO _x Emisyon Dağılımı.....	47
7.3. SO ₂ Emisyon Dağılımı.....	47
7.4. Toz Emisyonu Dağılımı.....	48
7.5. C _m H _n Emisyon Dağılımı.....	48
8. ÖNERİLER.....	51
8.1. Doğal Gaz Kullanımının Kent Merkezinde Yaygınlaştırılması	53
8.2. Verimli Yanmanın Sağlanması	54
8.3. Şehir Isıtmacılığı.....	54
9. KAYNAKLAR.....	59
10. EKLER.....	62
Ek.1 Envanter Planlaması.....	62
Ek.2 Eskişehir İli İle İlgili Genel Bilgiler.....	71
Ek.3 Yıllık Isınma Enerjisi İhtiyacı	
Ek.4. a) Konut Isıtma Sistemlerinin Dağılımı	
b)Konutsal Isıtma Sistemleri ve Kullanılan Yakıt Türleri	
EK-5 a) Evsel Isınmadan Kaynaklanan Karbon Monoksit Emisyonu	
b) Evsel Isınmadan Kaynaklanan Azot Oksit Emisyonu	
c) Evsel Isınmadan Kaynaklanan Kükürt Dioksit Emisyonu	
d)Evsel Isınmadan Kaynaklanan Toz Emisyonu	
e) Evsel Isınmadan Kaynaklanan Hidrokarbon Emisyonu	

ŞEKİLLER DİZİNİ

4.1. Eskişehir merkez ilçede hava kirliliği ölçüm noktalarının mevcut yerleşime göre konumu	25
4.1. Eskişehir merkez ilçede SO ₂ ve PM derişimlerinin yıllara bağlı değişimi	25
4.2. Eskişehir kent merkezi halihazır ve planlanan doğal gaz hatları	26
5.1. Eskişehir merkez ilçenin 2000 yılı numarataj çalışması nüfus sonuçlarına göre mahalleler bazında nüfus yoğunluğu	29
5.2. Çalışma alanı kapsamındaki mahalleler	30
6.1. Katı yakıtlar için baca gazı miktarı	41
6.2. Sıvı yakıtlar için baca gazı miktarı	41
6.3. Gaz yakıtlar için baca gazı miktarı	41
7.1. Konutsal ısıtma sistemlerinin dağılımı	43
7.2. Sobalı evlerde yakıt kullanımı	44
7.3. Kazanlı sistemlerde yakıt kullanımı	44
8.1. Şehir ısıtma tesisatı işletme şeması	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. CO ₂ emisyonlarının durumu (milyon ton)	3
2.2. Bazı kömürlerin kaba analiz değerleri	4
2.3. Rusya'dan ithal edilen doğal gazın garanti edilen özellikleri	6
2.4. 1995 yılı Türkiye emisyon envanteri	9
3.1. Dünya Sağlık Örgütüncü tavsiye edilen uzun vadeli hava kalitesi hedefleri	13
3.2. H.K.K.Y. uyarınca yakma tesislerde uyulması gereken emisyon standartları	18
3.3. Hava kalitesi sınır değerleri	20
3.4. Türkiye ve AB ülkeleri için ortalama Hava Kalite Standartları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20
4.1. Eskişehir ili 1992-2001 yılları arasında hava kirliliği verileri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24
4.2. Eskişehir ili 1990-1995 yılları arası NO ₂ verileri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24
6.1. Mahallelere göre nüfusun konutlara dağılımı ve ortalama kat sayısı	33
6.2. a) Yakıt ve ısıtma sistemlerinin mahallelere göre dağılımı	34
6.2. b) Kazanlı ısıtma sistemlerinin mahallelere göre dağılımı	35
6.3. Çeşitli kurum ve kuruluşlardan yakıt tüketimine dair elde edilen	36
6.4. Anket bilgilerinin kişi başına düşen ısı enerjisi ihtiyacı açısından değerlendirilmesi	37
6.5. Anket bilgilerinin birim alan başına düşen ısı enerjisi ihtiyacı açısından değerlendirilmesi	38
6.6. Değişik yakıt ve yakıcılar için emisyon faktörleri	39
6.7. Çeşitli katı yakıtların elementer (ultimate) analizleri (% w/w)	39
6.8. Gaz yakıtların tipik bileşimleri	40
7.1. Kişi/kcal yıl değerlerinin en azdan en fazlaya sıralanması	45
7.2. Kcal/yıl m ² değerlerinin en azdan en fazlaya sıralanışı	45
7.3. Kullanılan yakıt türüne göre ısıtma sistemlerinden kaynaklanan emisyonlar	46

8.1. a). Taş kömürü ve linyitin elle beslemeli kazanda yakılması için emisyön faktörleri	51
8.1. b). Doğal gaz yakma sistemleri için emisyön faktörleri	51
8.2. Eskişehir İlinde açılan sondajlar	56

KISALTMALAR DİZİNİ

AT:	Avrupa Topluluğu
CBS:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇED:	Çevresel Etki Değerlendirme
GIS:	Geographical Information Systems
GSYH:	Gayri Safi Yıllık Hasıla
HKB:	Hassas Kirlenme Bölgeleri
H.K.K.Y.:	Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği
KI:	Potasyum İyodür
KVS:	Kısa Vadeli Sınır Değerler
LNG:	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG:	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
NDIR:	Non Dispersive Infrared
NMVOC:	Metal olmayan Uçucu Organik Karbon
OECD:	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
PM:	Partikül Madde
THP:	Temiz Hava Planları
UVS:	Uzun Vadeli Sınır Değerler
VOC:	Uçucu Organik Bileşikler

SİMGELER DİZİNİ

B:	Binanın ısı ihtiyacı (Kcal/yıl)
C_{avg} :	Konut başına düşen ortalama kişi sayısı
c:	kg katı yakıtta desimal yüzde olarak karbon miktarı
$c_2 h_2$:	Nm^3 gaz yakıtta desimal yüzde olarak asetilen miktarı
$c_2 h_4$:	Nm^3 gaz yakıtta desimal yüzde olarak etilen miktarı
ch_4 :	Nm^3 gaz yakıtta desimal yüzde olarak metan miktarı
co:	Nm^3 gaz yakıtta desimal yüzde olarak karbon monoksit miktarı
h_2 :	Nm^3 gaz yakıtta desimal yüzde olarak hidrojen miktarı
h:	kg katı yakıtta desimal yüzde olarak hidrojen miktarı
H:	Konut sayısı
L_{min} :	teorik oksijen miktarı
o:	kg katı yakıtta desimal yüzde olarak oksijen miktarı
o_2 :	Nm^3 gaz yakıtta desimal yüzde olarak oksijen miktarı
s:	kg katı yakıtta desimal yüzde olarak kükürt miktarı
$V_{bacagazi}$:	baca gazı hacmi (m^3)
V_t :	teorik baca gazı hacmi (m^3)
V_o :	atık oksijen miktarı (m^3)

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Hava kirliliği, özellikle nüfus yoğunluğu yüksek olan kent merkezlerinde önemli bir problemdir. Ülkemizde ısınma enerjisi temini için ağırlıklı olarak ucuz fakat kalitesiz yakıtların (özellikle düşük kalorili, uçucu maddesi, nem, kül ve kükürt oranı yüksek kömürlerin) kullanımının, kentlerdeki hava kirliliğini tehlikeli boyutlara getirdiği görülmüştür. Gün geçtikçe büyüyen bu sorunun çözümü için etkili stratejiler geliştirmek ve uygulamak gereklidir.

Hava kalitesi yönetim sistemleri insan ve çevre sağlığı açısından kabul edilebilir bir hava kalitesi yaratmayı ve bunun devamlılığını sağlamayı amaçlar. Böyle bir yönetim sistemi oluşturulması için öncelikle mevcut durum hakkında bilgi toplanması ve değerlendirme yapılması gereklidir.

Ancak var olan bilgi, özellikle Türkiye gibi kalkınmakta olan ülkelere; teknoloji ve yetişmiş eleman sıkıntısından, bu tür bilgilerin değerinin ve nasıl bulunacağını bilmemesinden ve diğer acil sorunların doğurduğu taleplerden dolayı yeterince kullanılamamaktadır. Elde edilebilen bilgilerin kalitesi ve güncelliği ise pek çok açıdan güvenilir değildir. Oysa iklim değişikliği tehdidi getiren sera gazlarının ve ozon tabakasını incelten kimyasalların artan baskısı altındaki atmosferimizin korunması, ülke sınırlarını aşan dünya çapında bir problemdir. Bu anlamda hükümetlerin iklim sistemlerini ve çevreyi tehlikeli şekilde etkileyebilecek atmosfer kirleticileri ve sera gazı seviyelerini daha doğru tahmin etmeleri gereklidir.

Bu çalışmada, Eskişehir merkez ilçe sınırları içinde kalan binalara ait konut sayısı, kullanılan yakıt türü ve ısıtma sistemi bilgileri değerlendirilerek evsel ısınmadan kaynaklanan emisyonların mahalleler bazında coğrafi dağılımı incelenmiş ve kullanılan yakıt türü ve ısıtma sistemine bağlı olarak değerlendirmeler yapılmıştır. Amaç hem emisyonların yoğunlaştığı bölgeleri tespit etmek hem de yakıt türlerini ve ısıtma sistemlerini hava kirliliğine katkıları açısından değerlendirmektir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak anlamlı haritalar üretilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın aşağıda sıralanan konularda yapılacak diğer çalışmalara destek veya yol gösterici olması beklenmektedir:

1. Hava kalitesi yönetimi ve Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) süreçlerine entegrasyon,
2. Hava kirliliği kontrolünde strateji geliştirme ve Temiz Hava Planlarının (THP) oluşturulması,
3. Kirlenme ve kontrol konularında gelişmeleri ve hava kalitesine etkilerini izleme,
4. Dağılım modelleri için veri-bilgi kaynağı oluşturma ve
5. Emisyon izinleri için altyapı oluşturma.

2. YANMADAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİ VE KONUTSAL ISITMADA UYGULAMALAR

Her ülkede iklim şartlarına bağlı olarak ısınmadan kaynaklanan emisyon toplam emisyonun %40'ı ile %60'ını oluşturmaktadır. Emisyonların azaltılması için hava kirliliğine katkısı büyük olan konutların ısıtılması bugüne kadar üzerinde fazla durulmamış bir konudur. Ancak küresel ısınmaya neden olan sera etkisinin ana sebebi olarak kabul edilen karbon dioksit gazı (CO₂) emisyonlarının durumuna baktığımızda konutsal ısıtmanın katkısı yüksektir. Çizelge 2.1.'den de görüldüğü gibi toplam CO₂ emisyonuna konutsal ısıtmanın katkısı Avrupa ülkeleri için %20 ile %35 arasında değişirken, Türkiye'de %45 oranındadır.

Çizelge 2.1. CO₂ emisyonlarının durumu (milyon ton) [1]

Ülkeler	Güç Santralleri	Evler	Trafik	Endüstri	Toplam
Fransa	36	84 (%30)	111	49	280
İsveç	18	33 (%35)	14	28	93
İngiltere	205	123 (%23)	20	94	542
Belçika	24	36 (%32)	22	30	112
Danimarka	40	14 (%22)	4	6	64
Türkiye	20	84 (%45)	26	56	186

*Parantez içindeki değerler CO₂ emisyonlarının konutsal katkı oranını yansıtmaktadır.

Bu bölümde ilk önce konutsal ısıtmada kullanılan yakıtlar incelenmiş, daha sonra yanmadan kaynaklanan kirletici gazlar (karbon monoksit, azot oksitler, kükürt oksitler, partiküller ve hidrokarbonlar) ele alınmıştır.

2.1. Yakıtlar

Ülkemizde konutsal ısıtma amacıyla genellikle katı yakıtlar (kömür) ve gaz yakıtlar kullanılmaktadır.

2.1.1. Katı yakıtlar (Kömür)

6000-7000 Kcal/kg ısı değerindeki maden kömüründen başlayarak, 1500-2000 Kcal/kg'lık şist ve asfaltit gibi katı haldeki fosilleşmiş organizma ve kalıntılarının tümüne kömür adı verilir. Isıl değeri azaldıkça kömürün nem ve yabancı madde oranı artar. Kül içeriğinin fazla olması da, nemin fazla olmasına benzer bir şekilde yakıtın ısı değerini düşürür [2].

Kömürler uygulamada alt ısı değerine göre genelde linyit ve taş kömürü olarak adlandırılmaktadır. Alt ısı değeri 6000 kcal/kg ve üzerinde olan kömürler taş kömürü, altında olan kömürler de linyit olarak tanımlanmaktadır. Alt ısı değeri 3000-4500 kcal/kg'ın altında olan linyitler düşük kalitede linyitlerdir. Türkiye'de halen sınırlı bir havza içinde bulunan taşkömürü rezervleri teknik ve ekonomik zorluklar nedeni ile kısıtlı üretim imkanlarına sahiptir. Linyit yatakları ise ülke sathına yayılmış olup, oldukça zengin rezervleri bulunmaktadır. Ancak bu rezervlerin çoğunu düşük kalorili linyitler teşkil etmektedir [3]. Değişik linyit türleri ile taş kömürünün kaba analiz sonuçları karşılaştırılmalı olarak Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Bazı kömürlerin kaba analiz değerleri [2]

Kömürün içeriği	Linyit (zayıf)	Türk linyiti, normal	Taş kömürü, normal
Rutubet (%)	55-60	8-40	4-10
Kül (%)	2-4	10-40	12-15
Uçucu madde (%)	54-55	40-50	20-28
Alt ısı değeri (kcal/kg)	1600-2000	2400-4200	6200-7000

Yüksek oranda uçucu madde, kükürt ve kül içerikleriyle tanınan linyit kömürleri bugün uygun teknolojik önlemler alınmak suretiyle pulverize edilerek etkin şekilde yakılabildiği gibi, bu kötü kömürlerin yakılmadan önce temizlenmesi, sıvılaştırılması, piroliz edilmesi ve gazlaştırılması yollarına da gidilmektedir [4].

2.1.2. Gaz yakıtlar

Doğal gaz başta olmak üzere bütan ve propan karışımı sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) en çok bilinen gaz yakıt türleridir.

Gaz yakıtlarda hem yanma daha iyi ve kolay, hem de kül ve kükürt gibi atık sorunları olmadığından, çevre kirletici etkileri minimum düzeydedir. Ancak, yüksek yanma sıcaklıklarında çalışıldığından azot oksit oluşumlarının özel tasarımlanmış sistemler kullanılarak kontrol edilmesi şarttır [2].

Ülkemizde büyük çoğunluğu Marmara Bölgesi ve Siirt ili sınırlarından olmak üzere 13 adet doğal gaz sahası keşfedilmiştir. 1993 yılında Çamurlu, Hamitabat ve civar sahalar ile Umurca ve Hayrabolu sahalarında 208 milyon m³ üretim yapılmıştır. Rezervuardaki toplam gaz 17 milyar m³, üretilebilir toplam gaz 11.5 milyar m³ olup, şimdiye kadar 2.7 milyar m³ üretim yapılmıştır. Kalan üretilebilir rezerv 8.8 milyar m³'tür. Türkiye, doğal gazı BOTAŞ kanalı ile Rusya'dan ve sıvılaştırılmış doğal gaz olarak (LNG) Cezayir'den temin etmektedir. Rusya'dan başlayan ve 842 km'yi bulan taşıma hattı, Malkaçlar'dan Türkiye'ye girmekte, Bursa, Eskişehir üzerinden Ankara'ya ulaşmaktadır. Sıvılaştırılmış doğal gaz ise Marmara Ereğlisi'nde depolanmaktadır [3]. Rusya'dan ithal edilen doğal gazın garanti edilen özellikleri Çizelge 2.3.'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Rusya'dan ithal edilen doğal gazın garanti edilen özellikleri [3]

	Garanti edilen	Fiili
Metan (CH ₄)	Min. %85	%98.68
Etan (C ₂ H ₆)	Max. %7	%0.211
Propan (C ₃ H ₈)	Max. %3	%0.043
Bütan (C ₄ H ₁₀)	Max. %2	%0.017
Diğer hidrokarbonlar (C _m H _n)	Max. %1	%0.033
Karbon dioksit (CO ₂)	Max. %3	%0.035
Oksijen (O ₂)	Max. %0.02	-
Azot (N ₂)	Max. %5	%0.829
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	Max. 5.1 mg/m ³	-
Toplam kükürt (S)	Max. 102 mg/m ³	-
Üst ısı değeri	Max. MJ/m ³ (kcal/m ³)	39.02 (9335)
	Ortalama MJ/m ³ (kcal/m ³)	37.62 (9000)
	Min. MJ/m ³ (kcal/m ³)	36.57 (8750)
NOT: m ³ , 15°C sıcaklık, 1.01325 bar basınçtaki gazın hacmine karşı gelir.		

2.2. Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirleticileri

Katı, sıvı ve gaz yakıtların yanması sonucu oluşan önemli hava kirleticileri

- A) Karbon monoksit (CO)
- B) Azot oksitler (NO_x)
- C) Kükürt oksitler (SO_x)
- D) Partiküller (PM)
- E) Hidrokarbonlar (HC)

şeklinde sıralanabilir. Partiküller kapsamında duman, uçucu kül, metal tuzları ve oksitleri ile çeşitli organik veya organometalik bileşikler de sayılabilir. Günümüzde hidrokarbonlar yanında aldehit, keton, asit ve polinükleer hidrokarbonlar gibi çeşitli organik yanma ürünlerinin de karmaşık ve olumsuz çevre ve sağlık etkilerine yol açtığı bilinmektedir [5].

2.2.1. Karbon monoksit

Karbon monoksit (CO), renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına yakın bir gaz olup, hem kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan, hem de renksiz ve kokusuz olması dolayısıyla varlığı fark edilemeyen bir kirleticidir. Atmosferdeki yarılanma ömrü oldukça uzundur [2].

Önemli hava kirleticilerinden olan CO derişim değerinin insan vücudunda normal sınırların ötesine geçmesi durumunda kanın oksijen içermesi ve dağıtması engellenmektedir. Alyuvarlardaki hemoglobin karbon monoksitle tercihli olarak bir kompleks (COHb=karboksihemoglobin) yapar ve dokulara oksijen iletimi azalmış olur. Havadaki 750 ppm karbon monoksit derişiminin öldürücü bir eşik teşkil ettiği belirlenmiştir. Uzun süreler bu gaza maruz kalanlarda ise tedavi edilemez nitelikte beyin zararları ortaya çıkmıştır [2,6].

Ülkemizde tüm karbon monoksit emisyonlarının %70-90'ından motorlu taşıtların sorumlu olduğu düşünülmektedir [7].

2.2.2. Azot oksitler

Azot oksitler (NO_x) havadaki en önemli kirletici gazlardandır. Yanma sürecinde yüksek sıcaklık bölgesinde oluşan NO ile bundan daha ileri oksitlenme ürünü olan NO₂ gazlarının toplamından oluşur. Asit yağışlarının yanı sıra fotokimyasal sisin oluşumunda da etkilidir. Ayrıca, NO₂ gerek insan sağlığı, gerekse bitki örtüsünde doğrudan zehir etkisi yapan bir gazdır [2].

Yapılan araştırmalar 282 mg/m³ düzeyindeki NO_x'in öldürücü olabileceğini ve 94-282 mg/m³ orandaki NO₂'nin ise kronik akciğer sorunlarına yol açtığını göstermektedir [8].

Ülkemizde NO_x emisyonlarının %40-70'inin motorlu taşıtlardan kaynaklandığı söylenmektedir [7].

Ülkemiz için Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) tarafından hazırlanan 1999 tarihli Çevre Başarım Raporuna göre NO_x emisyonları toplamı 1997'de (844 ton) 1980'de kaydedilen değerin iki buçuk katına çıkmıştır. NO_x emisyonu artışları 1990'ların başından itibaren hızlanmış olup, bugün

hareketli kaynakların toplam NO_x emisyonuna katkısı %43, endüstriyel enerji kullanımının katkısı %19, enerji üretiminin katkısı ise %10'dur. Birim Gayri Safi Yıllık Hasıla (GSYH) başına emisyon, OECD ortalamasına yakındır. Kişi başına düşen emisyon miktarı (13.3 kg), OECD ortalamasından (39.7 kg) üç kat daha azdır [9].

2.2.3. Kükürt oksitler

SO_2 'nin havada gaz fazda veya katı partiküller ya da su damlacıkları üzerinde karmaşık reaksiyonlarla oksitlendiği, SO_3 'e dönüştüğü ve bundan sonra da ıslak veya kuru çökelmeyle atmosferden ayrılan sülfatları oluşturduğu belirlenmiştir. Bu nedenle de hem SO_2 hem SO_3 'ü birlikte SO_x şeklinde ifade etmek yaygın bir uygulamadır. SO_x parametresi SO_2 eşdeğeri olarak ifade edilir [2].

Yapılan araştırmalar SO_2 'nin solunum yolu rahatsızlıkları yarattığı, özellikle akciğer yetmezliği ve solunum sistemi hastaları için öldürücü olabildiğini göstermektedir. Bu konuda dikkate değer bir nokta da SO_2 'nin başta partikül maddeler olmak üzere diğer kirleticilerle beraber değerlendirilmesinin daha uygun olmasıdır. SO_x grubu gazlar daha çok teknolojik malzemeye ve bitkilere verdikleri zararla tanınırlar. Ama yaptıkları en ciddi etki asit yağışları ile bitki örtüsü ve ormanları tahrip etmeleridir [2].

Ülkemizdeki SO_x emisyonlarının 1989'da 1.6 milyon ton olduğu tahmin edilmekte ve 1997 emisyonlarının kısmi tahminleri, toplamın 1.9 milyon tona yaklaştığı izlenimini vermektedir. Enerji üretimi emisyonların %47'sini, diğer sabit yanma kaynakları ve endüstriyel prosesler %50'sini oluşturmaktadır. Birim GSHY başına emisyon (OECD ortalamasının iki buçuk katı) bir çok OECD ülkesine göre daha yüksektir. Kişi başına düşen emisyon miktarı (30.8 kg) OECD ortalamasının (38.7 kg) biraz aşağısındadır [9].

Büyük kentlerimizde görülen hava kirliliğinde özellikle SO_2 emisyonlarının %90'ının ısınma amaçlı tüketilen yakıtlardan kaynaklandığı, %10'unun ise endüstri, trafik ve rüzgar erozyonu ile geldiği tahmin edilmektedir [7].

2.2.4. Partiküller (PM)

Tek molekül boyutundan ($0.0002 \mu\text{m}$) büyük, $500 \mu\text{m}$ 'den küçük katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girer. Bu aralıklardaki partiküller bir kaç ay atmosferde süspansiyon halinde kalabilirler. Havanın tozlu olması, yani doğal ya da yapay partikül maddelerle dolu olması;

- görüş mesafesini kısaltan,
- güneş ışınlarının enerji taşıdığı dalga boylarında etkili olarak gelen enerji akışını değiştiren,
- insan, hayvan ve bitki sağlığına zarar veren olumsuz etkiler yapar.

Tozları oluşturan maddelerin kendisinin de kimyasal bakımdan aktif olabildiği böylece insan sağlığını etkileyebildiği bilinmektedir. Ayrıca partiküller, yüzeyleri üzerine adsorpladıkları diğer kirleticileri, havadaki normal derişimlerinden daha yüksek olarak hassas dokulara ulaştırmakta ve bu maddelerin zararlı etkilerini arttırmaktadırlar [2].

1995 verilerine göre Türkiye'nin emisyon potansiyelinin dağılımını incelendiğinde Partikül Madde (PM) emisyonu açısından konutsal ısıtmanın %40'lık bir pay ile en yüksek değeri aldığı görülür (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. 1995 yılı Türkiye emisyon envanteri [10]

Sektör	Emisyonlar (Mg/yıl)				
	PM	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO
Konutsal ısıtma	848 883	337 434	62 510	227 800	258 946
Endüstri- yanma	597 581	450 926	58 592	6 594	24 963
Endüstri-proses					
Rafineri	20 500	57 500	7 750	12 500	67 500
Demir-çelik	245 111	41 795	29 300	10 635	565 405
Demirle ilgisiz	^a	28 870	355	116	^a
Kağıt	64	905	^a	77	^a
Diğer	58 590	14 360	18 016	216 095 ^b	50
Toplam	324 265	143 430	55 421	239 423	632 955
Enerji üretimi	309 507	846 130	168 009	17 200	17 478
Trafik	20 521	^a	240 619	178 999	1 350 260

^aEmisyon faktörleri olmadığı için hesaplanamayan emisyon değerleri

^b Bu değerin %75 kadarını pamuk tekstil sanayi oluşturmaktadır.

2.2.5. Hidrokarbonlar

Karbon ve hidrojenenden oluşan organik bileşiklere “hidrokarbon” denir. Gaz halindeki hidrokarbonların yerel boyuttaki doğrudan sağlık etkilerinin yanında, atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlar sonunda oluşturdukları ürünler büyük önem taşır. Atmosferde güneş ışınlarının etkisiyle ortaya çıkan fotokimyasal reaksiyonların ürünleri bazen bu organik maddelerin kendilerinden de daha etkili ve zararlı olabilmektedir [2].

Hidrokarbonların gaz ve buhar halindeki bir türevi “uçucu organik karbon” bileşikler (VOC) olarak bilinir. Bunların bir bölümü örneğin benzen, formaldehit gibi çok yaygın türler havada yüksek derişimlerde bulunduğunda kanser yapar, bir kısmı ise zehirlidir. Hareketli kaynaklarda (otomobil, otobüs, kamyon, lokomotif, uçak ve gemilerde) enerji elde etmek amacıyla yakılan ve buharlaşan yakıtlardan çeşitli uçucu organik bileşikler açığa çıkar [11].

Ülkemizde hidrokarbon emisyonlarının %50’sinin motorlu taşıtlarda yakıtın eksik yanması ve benzinin depodan veya dolum sırasında buharlaşması yolu ile oluştuğu tahmin edilmektedir [7]. Çizelge 2.4.’de verilen 1995 yılı emisyon envanteri incelendiğinde, yıllık 0.67 milyon ton NMVOC (Non Metal Volatile Organic Carbon: Metal olmayan uçucu organik karbon) emisyonlarının %34’ünün evsel ısıtma, %36’sının endüstriyel proseslerden, %27’sinin ise trafik kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır.

3. HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ

Hava kalitesi yönetimi, hava kirliliğinin incelenmesi ve gerekli önlemlerin alınmasını amaçlar. Yapılacak çalışmalar toplumların siyasal, ekonomik ve bilimsel olanaklarına bağlıdır. Bir hava kalitesi yönetim sisteminin,

- (a) mevcut hava kalitesinin ve emisyon kaynaklarının saptanması,
- (b) mevcut hava kalitesinin yürürlükteki standart ve ölçülerle karşılaştırılması,
- (c) gelecekteki hava kalitesinin hesaplanması ve
- (d) bir denetim sisteminin geliştirilmesi, uygulanması ve gözden geçirilmesi

gibi dört ana unsurdan meydana geldiği söylenebilir [12].

Bu kapsamda hava kalitesi yönetimi, hava kirliliğinin kontrolü ve hava kalitesinin izlenmesi ana başlıkları altında incelenecektir.

3.1. Hava Kirliliği Kontrolü

Hava kirliliği kontrolü, birincil kirleticilerin atmosfere yayılımının kontrolünü kapsamaktadır. Hava kirliliği kontrolü konusunu iki farklı yönden incelemek gerekir. Birinci görüş açısı olan stratejik planlama yerel ölçekten global ölçeğe kadar uzun dönem kirliliği azaltma yöntemlerini içerir. Hedefler, 10-15 yıl içerisinde gerçekleştirilebilecek geniş kapsamlı planları içerebilir. Bu planlar yerel, bölgesel ya da ulusal stratejiler olabilir. İkinci yaklaşım biçimi, taktik geliştirme, ise kentsel ölçekte yaşanabilecek episodların kontrol edilmesine yönelik hazırlıkları kapsamaktadır. Taktik geliştirme, episodların oluşma olasılığının felakete dönüşmeden fark edilmesi ve kısa sürede duruma müdahale edilebilmesi için gereklidir. Genellikle episodlar en az 36 saatlik en fazla 3-4 günlük bir zaman dilimini içerdikleri için çok kısa süre içinde kontrol altına alınabilmelidir [5].

Bu bölümde yukarıda bahsedilen yaklaşım biçimlerinden stratejik planlama elemanları açıklanacaktır.

3.1.1. Kirletici kaynakların kontrolü

Kirletici teknolojilerin kullanılması durumunda ve emisyon kaynaklarının fazla sayıda olduğu durumlarda ekipman ve üretim standartları geliştirilerek, kirletici kaynakların doğrudan kontrolü sağlanabilir. Ekipman standartları kullanılacak ekipmanın özelliklerini belirlerken, üretim standartları üretim sırasında kullanılacak yakıt ve hammadde ile üretilecek malın özelliklerini belirleyecektir. Bu standartlar üç yolla kirliliğin azaltılmasını sağlayabilirler:

- (1) havayı kirleten prosesleri alternatifleriyle değiştirerek emisyonun azaltılması,
- (2) havayı kirleten proseslerde kullanılan hammaddenin değiştirilmesi,
- (3) atmosfere yayılan kirletici gazların tümünün veya bir kısmının giderim teknikleri yoluyla azaltılması [5,12].

Bu tip önlemler belli bir maliyeti olan yöntemlerdir. Ancak hava kirliliğinin insan sağlığı, atmosfer, hayvanlar, bitkiler ve eşyalar üzerinde verdiği zararın da belli bir maliyeti vardır. Bu maliyet de göz önünde bulundurularak ekonomik anlamda fayda-maliyet oranı en yüksek kontrol yöntemini seçmek doğru bir yaklaşım olacaktır [5].

3.1.2. Emisyon standartları

Fayda-maliyet analizleri ekonomik anlamda en uygun kontrol yöntemi hakkında bir bilgi verse de halk sağlığı için en uygun konsantrasyonları göz önünde bulundurmaz. Emisyon standartları kirletici kaynaklar için uygulanması zorunlu kısıtlamalar getirir ve sorumluluğu da ilgili bölgenin valilik veya belediyelerine vererek kanuni yaptırımların uygulanmasını sağlar [5].

Emisyon standartları sabit veya hareketli kaynaklardan yayılan kirleticileri, yoğunluk ya da çıkış miktarı gibi özellikleri kullanarak sınırlandırmayı amaçlar. Bu nedenle emisyon standartları ülkede mevcut kullanılabilir teknoloji göz önüne alınarak geliştirilmelidir [12].

3.2. Hava Kalitesinin İzlenmesi

Hava kalitesi yönetiminin amaçlarından biri de kabul edilebilir bir hava kalitesi yaratmanın yanı sıra bu kaliteyi sürdürmektir. Bu yüzden mevcut hava kalitesinin saptanması ve değerlendirilmesi gereklidir. Hedeflenen hava kalitesi kriterlerine göre mevcut kirliliği azaltma yönünde strateji planları için ise kirletici kaynaklar ile ilgili bilgi toplanmalıdır. Meteorolojik değişkenler de göz önünde bulundurularak hava kalitesinin sürekli denetlenmesi söz konusudur. Bütün bu çalışmalar “hava kalitesinin izlenmesi” alt başlığında toplanabilir.

3.2.1. Hava kalitesi standartları

Hava kalitesi standartları ulaşılmak istenen hava kalitesini belirler. Hava kalitesi standartları genellikle atmosferdeki kirletici yoğunlukları göz önüne alınarak belirlenir ve belli bir zaman süresi ve belirli bir alan içinde bu miktarın aşılmamasına çalışılır. Sağlık ve kirlilik arasındaki ilişkinin tanımlanmasını sağlayan bu standartlar, daha önceki bir zaman ölçeğindeki kaliteye ya da mevcut yoğunluğun kirlenmeye maruz kalanlar üzerinde yapacağı etkiye bağlı olarak saptanabilir [5,12].

İnsan sağlığı ve refahı açısından Dünya Sağlık Örgütü'nün tavsiye ettiği hava kalitesi kriterleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Dünya Sağlık Örgütü'nce tavsiye edilen uzun vadeli hava kalitesi hedefleri [2].

Kirletici (Ölçüm Yöntemi)	Değerlendirme	Limit Seviye
SO ₂ (İngiliz standart yöntemi)	Yıllık ortalama (günlük gözlemlerin %98'inden fazlası için)	60 µg/m ³ 200 µg/m ³
Toplam tozluluk (toplam tozluluk standart yöntemi)	Yıllık ortalama (günlük gözlemlerin %98'inden fazlası için)	40 µg/m ³ 120 µg/m ³
Karbon monoksit (NDIR)	8 saatlik ortalama (günlük maksimum)	10 µg/m ³ 40 µg/m ³
Fotokimyasal oksitleyiciler (ozon) (Nötral tamponlanmış KI yöntemi)	-8 saatlik ortalama -8 saatlik ortalamaların maksimumu	60 µg/m ³ 120 µg/m ³

3.2.2. Emisyon envanterleri

Hedeflenen hava kalitesi değerlerine ulaşmak ve bu kaliteyi sürdürülebilmek için önce mevcut hava kalitesinin ve emisyon kaynaklarının değerlendirilmesi ve hesaplaması yapılmalı ve buna dayalı olarak gelecekteki hava kalitesini belirleyici projeksiyonlar geliştirilmelidir. Bu amaç için emisyon kaynakları ve bu kaynaklardan çıkan emisyon miktarları ile ilgili bilgi toplanmalı ya da başka bir deyişle envanter çalışmaları yapılmalıdır.

Bir bölgede kirletici kaynakların hava kirlenmesine katkılarının belirlenmesi amacıyla bu kaynaklarla ilgili bilgilerin sistematik bir tarzda toplanması “emisyon envanteri” olarak adlandırılır [2].

Bir envanterin genel olarak şu dört koşulu gerçekleştirilmesi beklenir:

- (a) Kirletici kaynakların saptanması
- (b) Kirletici çeşitlerinin saptanması
- (c) Kirletici yayımının zaman içinde gösterdiği değişikliklerin saptanması ve
- (d) Kirletici kaynakların belirli gruplara ayrılmasıdır [12].

Envanter çalışmaları bir bölgede hava kirliliğinin kontrolüne yönelik bir dizi uygulamanın programlanmasında kirletici kaynaklarla ilgili tip, emisyon hızı ve bileşenleri, coğrafi dağılımı, hammadde kullanımı ve proses uygulamaları gibi ihtiyacı duyulacak bilgilerin toplanmasını sağlamaya yarar. Envanter çalışmaları genellikle üç şekilde yürütülmektedir:

- (a) Hızlı veya basit envanterler
- (b) Detaylı envanterler
- (c) Spesifik envanterler [3].

Bunlardan hızlı veya basit envanterler, çalışmaya ayrılacak süre ve kaynakların kısıtlı olduğu durumlarda sadece belli kaynak ve sınırlı kirletici için yapılır. Detaylı envanterler daha ayrıntılı bilgi ihtiyacını karşılar, ancak daha fazla süre ve kaynak gerektirir. Genel olarak hava kalitesinin yönetiminde gerekli olabilecek ayrıntıda bilgiler toplanır. Spesifik envanterler belli alanlarda belli bir tür kaynak ve belirli kirleticiler için yürütülür [3].

Emisyon envanterleri değişik amaçlarla yapılabilir. Bu amaçlardan başlıcaları şunlardır :

1. Emisyonların azaltılmasına yönelik faaliyetlerin yönlendirilmesi,
2. İzleme istasyonlarının ve erken uyarı şebekesinin konumlandırılmasına katkıda bulunması,
3. Hava kirletici yüklerin coğrafi ve mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi, izlenecek stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olunması,
4. Hava kalitesi problemlerinin önceliklerinin belirlenmesi,
5. Bölgesel planlamanın ve zonlamanın yapılabilmesi,
6. Hava kalitesi difüzyon maddelerinin oluşturulması,
7. Gelecekte hava kalitesi eğilimlerinin tahmin edilmesi,
8. Hava kirliliğinde fayda-maliyet ilişkisinin belirlenmesi ve
9. Toplumun eğitimi ve bilgilendirilmesine yönelik programların oluşturulması [11].

Emisyon envanterleri genellikle hava kalitesi çalışmalarında, hava kirliliği kontrolü için strateji geliştirme amacıyla, gelişmeleri takip etmek için, dağılım modellerinde, emisyon izinlerinin verilmesinde kullanılmaktadır [13].

Emisyon envanterleri iyi bir kontrol stratejisi geliştirmek ve belirlenen hedeflere ulaşmak için bir planlama aracıdır. Envanterler kirlenme projeksiyonlarında kullanılabilmesi gibi uygulanan hava kalitesi kontrol stratejisinin etkinliğini de gösterir. Ayrıca envanterler yeni kirletici kaynakların ya da uygulanmaya başlanan yeni teknolojilerin yörenin hava kalitesi üzerindeki etkilerini de belirleyecektir [5,12].

Emisyon envanteri çalışmasında bilgi toplama ve değerlendirme en önemli adımı teşkil eder. Bu bilgiler ve kullanım şekilleri açısından CBS, toplanan verilerin koordinatlarının belirlenmesi ve yapılan hesaplamalardan temalı haritaların üretilmesinde kullanılmaktadır.

3.2.3. Ölçüm istasyonları

Mevcut hava kalitesi ile ilgili bilgilerin toplanması, hava kalitesinin izlenmesi için gerekli bir çalışmadır. Bu çalışma, hava kalitesi kontrol edilen tüm alan kapsamında zararlı kirleticilerin miktarının saptanmasını gerektirir. Yapılacak ölçümler yalnızca kirletici kaynakların yanında değil bütün alanı

kapsayacak şekilde yapılmalıdır. Bunun yanı sıra, alan dışında da ölçümler yapılarak yakın çevre ile ilişkilerin belirlenmesi ve bu konuda gerekli karşılaştırmaların yapılması da gereklidir [12].

İyi bir denetim stratejisinin geliştirilmesi için şu bilgilerin toplanması gereklidir:

- (a) tüm kirleticilerin ortalama günlük yoğunlukları
- (b) bu yoğunlukların gün içindeki değişimi ve
- (c) maksimum değerler [12].

Ölçüm cihazlarının konulacağı yerler saptandıktan; ölçüm teknikleri seçildikten ve bu tekniklere uygun cihazların temini de sağlandıktan sonra hava kalitesi ile ilgili verilerin toplanmasına başlanabilir. Ölçüm cihazları otomatik, yarı otomatik ve elle çalışır olabilir. Bunun yanında uzaktan algılama ya da dolaylı inceleme tekniklerine de başvurulabilir.

3.2.4 Meteorolojik koşulların izlenmesi

Hava kalitesinin izlenmesi kapsamında inceleme alanları içerisinde yer alan meteoroloji istasyonlarınca toplanan bilgilerin de bir envanterinin hazırlanması gereklidir. Bununla birlikte mevcut meteoroloji istasyonlarının yanı sıra kirlenmiş bölgenin mikro-klimasının saptanması amacıyla özel bir meteorolojik ölçme sisteminin kurulması gerekli olabilir. Meteoroloji istasyonları için yer seçimi ve yapılacak ölçümler güdülen amaca göre belirlenir. Ölçüm noktalarının mutlaka kirliliğin en fazla görüldüğü yerler olması şart değildir. Genel meteorolojik değişkenleri ölçen istasyonlarda rüzgar hız ve yönü, sıcaklık, nem, basınç, yağış ve görüş uzaklığı gibi ölçümler yeterli olurken, daha gelişmiş olan istasyonlarda ise günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri, yağış ve güneşli saatler ölçümleri de ek olarak yapılmaktadır. Bazı ülkelerdeki uygulamalarda ise yukarıda sayılanlara güneş ışınları ölçülmesi de eklenmektedir [12].

3.3. Türkiye’de Uygulanan Hava Kirliliği Mevzuatı

Hava kirlenmesi ile ilgili Türkiye’deki mevzuat; 2872 sayılı Çevre Kanunu uyarınca hazırlanan 2 Kasım 1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği”dir. Yönetmelikte, hem çevre hava kalitesi ile ilgili hem de kirletici kaynaklarla ilgili kriter, önlem ve kısıtlamalar getirilmektedir.

Kaynakların kontrolü açısından Yönetmelik [14] yapısı aşağıdaki şekilde değerlendirilebilir:

1. Endüstri tesisleri için üç kaynak grubu tanımlanmıştır. Bunlar; kirletici vasfı yüksek tesisler, izne tabi tesisler ve izne tabi olmayan tesislerdir. İzne tabi ve izne tabi olmayan tesisler için emisyon kısıtlaması bakımından bir farklılık getirilmemiştir. Kirletici vasfı yüksek tesisler için konvensiyonel parametrelere teknoloji bazında kısıtlamalar getirilmiş, spesifik parametreler için genel kısıtlamalar uygulanmıştır. İzne tabi tesisler için spesifik parametreler genel kısıtlamalar ile kontrol edilmektedir. Yakma tesislerinden bazıları kirletici vasfı yüksek tesisler içine alınarak endüstri tesisleri için getirilen kontrol aynen uygulanmaktadır.
2. Motorlu araçlar için gerek üretim çıkışında gerekse fenni muayenelerde uyulması gereken limitler “TSE 4236’ya uygun olma” şeklinde belirlenmiş, bu standartta yer almayanlar için yeni standart hazırlanana kadar Avrupa Topluluğu (AT) standartlarının esas alınacağı belirtilmiştir.
3. Konutlardaki ısıtma araçları ve emisyonlar ile ilgili olarak yönetmelikte standart belirtilmemiştir.

Yönetmelikte endüstriyel kaynaklarda alınacak önlem ve giderim teknikleriyle ilgili detaylı bilgi ve tavsiye bulunmamaktadır. Kaynaklarda yapılacak emisyon belirlemeleri için uygulama esasları ve yöntem tanımları da yer almamaktadır [3]. Türkiye’de yürürlükte bulunan H.K.K.Y. Ek.7.1 uyarınca yakma tesisleri için uyulması gereken emisyon standartları Çizelge 3.2.’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. H.K.K.Y. uyarınca yakma tesislerinde uyulması gereken emisyon standartları [4, 14]

TOZ EMİSYON STANDARTLARI					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	Toz emisyon sınırı (mg/m ³)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı (kömür,odun)	150kW<IG<600kW	Elle yüklemeli	150	200	5 _ 13
	150kW<IG<5 MW	Mekanik yüklemeli	350	450	
	IG≤15MW	-	200	250	
	IG>50MW	-	150	250	
	15MW≤IG<50MW	-	lineer interpolas.	lineer interpolas.	
Sıvı (2,3,4,5,6 nolu fuel-oil ve motorin)	IG≥2MW	-	H.K.K.Y.Diyagram1	H.K.K.Y.Diyagram1	3
	IG≥15 MW	-	170(FO#6; kül%0.15)	170(FO#6; kül%0.15)	3
			130(FO#4 ve 5)	130(FO#4 ve 5)	3
			110(FO#6; kül%0.075)	110(FO#6; kül%0.075)	3
			70(motorin)	70(motorin)	3
Gaz	IG≤100MW	-	10	10	3
	IG>100MW	-	10	10	3
İSİLİK STANDARTLARI					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	İsiliik (Katı v.(Ringelman) sıvı v.(Bacharach)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı	IG≤150kW	-	2(Ringelman)	3(Ringelman)	-
Sıvı	IG<2 MW	-	2(motorin)	3(motorin)	-
			3(FO#4 ve 5)	4(FO#4 ve 5)	
Gaz	-	-	4(FO#6)	5(FO#6)	-
			Yok	Yok	
KÜKÜRT DİOKSİT EMİSYON STANDARTLARI					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	Kükürt dioksit emisyon sınırı (mg/m ³)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı	IG<300MW	ızgaralı ve toz yak.	2000	-	5
	IG<300MW	akışkan yatak	400	-	7
	IG≥300MW	-	1000	-	5
Sıvı	IG<300MW	-	1700	-	3
	IG≥300MW	-	800	-	3
Gaz	IG<100MW	-	100	100	3
	IG≥100MW	-	60	60	3
AZOT OKSİTLERİ EMİSYON STANDARTLARI					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	Azot dioksit emisyon sınırı (mg/m ³)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı	IG>50MW	-	800	1000	5
	-	Taş köm. erg.küllü	1800	2000	5
	-	Taş köm.kuru küllü	-	1300	5
Sıvı	IG>50MW	-	800	1000	3
Gaz	IG≥100MW	-	500	500	3
KARBON MONOKSİT EMİSYON STANDARTLARI					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	Karbon monoksit emisyon sınırı (mg/m ³)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı	Her kapasite	-	250	250	3
Sıvı	Her kapasite	-	175	175	3
Gaz	Her kapasite	-	100	100	3
HALOJEN BİLEŞİKLERİ EMİSYON STANDARTLARI					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	Halojen bileşikleri emisyon sınırı (mg/m ³)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı	IG>300MW	Izgaralı ve toz vak.	100(HCl)	-	-
	IG>300MW	-	15(HF)	-	-
	50MW<IG<300MW	Izgaralı ve toz yak.	200(HCl)	-	-
	50MW<IG<300MW	-	30(HF)	-	-
Sıvı	-	-	Yok	Yok	-
Gaz	-	-	Yok	Yok	-
TOZ EMİSYONLARINDA ÖZEL BİLEŞENLER İÇİN STANDART					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	As,Pb,Cd,Cr,Co,Ni ve bil. (mg/m ³)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı	IG>50MW	Odun ve kömür dışı yakıt	0.5	1.5	-
Sıvı	-	>12mg/kg olan yakıt	2	-	3
Gaz	-	-	Yok	Yok	-
ALDEHİT(FORMALDEHİT) İÇİN EMİSYON STANDARTLARI					
Yakıt	Isıl güç	Yakıcı tipi	Aldehit emisyon sınırı(mg/m ³)		Hacimsal oksijen yüzdesi(%)
			Yeni tesis	Eski tesis	
Katı	-	Odun ve kömür dışı yakıt	Yok	Yok	-
Sıvı	-	>12mg/kg olan yakıt	Yok	Yok	-
Gaz	IG<100MW	-	20	20	3

Hava kalitesi sınır değerleri söz konusu yönetmeliğin 6. maddesinde yer alır. Bu sınır değerler farklı zaman ortalamaları ve farklı amaçlar gözetilerek 5 ayrı sınıfta yer almıştır.

1. Uzun Vadeli Sınır Değerleri (UVS): Aşılmaması gereken, bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır.
2. 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 değerler kullanılır.
3. Kış Sezonu Ortalama Sınır Değerleri: Kış aylarında, binaların ısıtılmasıyla ortaya çıkabilen hava kirlenmelerine yol açan hava kirleticileri için Ekim-Mart ayları arasında yerleşim bölgelerinde yapılan ölçümlerin ortalamalarının aşmaması gereken UVS (aritmetik ortalama) değerleridir.
4. Özel Koruma Alanlarının Hava kalitesi Sınır Değerleri: Bilhassa hayvan, bitki ve eşyayı hava kirliliğinin zararlı etkilerinden korumak için verilmiş olan ve özel koruma alanlarında geçerli olan UVS (aritmetik ortalama) değerleridir.
5. Petrokimya tesisleri ve petrol rafinelerinde uyulması istenen hava kalitesi sınır değerleridir. Bunlar organik kirleticiler için verilmiş sınır değerlerdir [2].

H.K.K.Y. uyarınca öngörülen sınır değerler Çizelge 3.3.'de sunulmaktadır.

Mevcut standartlar OECD ülkelerinde uygulanan standartlar ile karşılaştırıldığında SO₂, NO₂ ve partikül madde standartlarının genel olarak yetersiz olduğu, kurşun ve CO standartlarının ise benzediği görülmektedir (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.3. Hava kalitesi sınır değerleri [2, 14]

HAVA KALİTESİ SINIR DEĞERLERİ			
	Birim	UVS	KVS
1. Kükürt dioksit (SO ₂), (SO ₃ dahil)			
a) genel yöreler	µg/m ³	150	400(900;
b) endüstri bölgeleri	"	250	400(900)
2. Karbon monoksit(CO)	"	10000	30000
3. Azot dioksit (NO ₂)	"	100	300
4. Azot monoksit (NO)	"	200	600
5. Klor (Cl ₂)	"	100	300
6. HCl ve anorganik (Cl ⁻)'ler	"	100	300
7. HF ve anorganik (F ⁻)'ler	"	-	10(30)
8. Ozon ve oksitleyiciler	"	-	(240)
9. Hidrokarbonlar	"	-	140(280)
10. Hidrojen sülfür (H ₂ S)	"	-	40(100)
11. Havada asılı partikül maddeler PM ₁₀			
a) genel yöreler	µg/m ³	150	300
b) endüstri bölgeleri	"	200	400
12. PM ₁₀ içinde kurşun ve bileşikleri	"	2	-
13. PM ₁₀ içinde kadmiyum ve bileşikleri	"	0.04	-
14. Çöken tozlar			
a) genel yöreler	g/m ² .gün	350	650
b) endüstri bölgeleri	"	450	800
15. Çöken tozlarda kurşun ve bileşikleri	µg/m ² .gün	500	-
16. Çöken tozlarda kadmiyum ve bileşikleri	"	7.5	-
17. Çöken tozlarda talyum ve bileşikleri	"	10	-

(Not:Parantez içindeki rakamlar referans maksimum saatlik sınır değerlerdir)

ÖZEL DEĞERLER

a.SO₂ ve PM₁₀ için farklı zaman ortalamalarında verilen sınırlar ve hedef değer

	UVS	KVS	Kış sezonu (UVS)	Hedef
SO ₂ (µg/m ³)	150-250	400 -400	250	60
PM ₁₀ (µg/m ³)	150-200	300-400	200	60

b..Özel koruma alanları için hava kalitesi (UVS)

1. SO ₂ (µg/m ³)	60
2. Gaz haldeki anorganik klor bileşikleri (µg/m ³)	60
3. Gaz haldeki anorganik flor bileşikleri (µg/m ³)	60
4. Çöken tozlarda kurşun ve bileşikleri (µg/m ² .gün)	250
5. Çöken tozlarda kadmiyum ve bileşikleri (µg/m ² .gün)	2.5

Çizelge 3.4. Türkiye ve AB ülkeleri için ortalama Hava Kalite Standartları (µg/m³) [9].

	Kısa vade ^a	Uzun vade ^a
SO ₂		
Türkiye (genel)	400	150
Türkiye (sınai bölgeler)	400	250
AB	250-350	80-120
Partikülattar		
Türkiye (genel)	300	150
Türkiye (sınai bölgeler)	400	200
AB	250	80-130
NO ₂		
Türkiye	300	100
AB	200	135
CO		
Türkiye	30 000	10 000
AB	6 000	

a) Kısa vadeli standartlar genellikle 24 saatlik, uzun vadeli standartlar bir yıllık ortalamalardır.

Yönetmelik, yürürlüğe girdiği tarihten bugüne kadar geçen sürede hava kirlenmesi problemlerinin azalmasını sağlayamamıştır. Yoğun kirlenme dönemlerinde trafiğin sınırlandırılması, kalorifer ve sobaların yakılmasının engellenmesi ile sorunun çözülememesi, merkezi ve yerel yönetimlerin planlı bir şekilde bu sorunla mücadele etmesi gerektiğini göstermektedir. Temiz Hava Planları (THP) bu planlı çözümlerin temelini oluşturmaktadır.

Temiz Hava Planı hava kirlenmesi sorununun yaşandığı bölgelerde kirliliğin kaynaklarını, etkilerini, kısa ve uzun vadede sorunun çözümlerini ortaya koyan, geniş kapsamlı çalışmalardan oluşur. Yönetmelikte bu planların nerelerde ve ne zaman hazırlanması gerektiği belirtilmiştir.

Yönetmelik 49'uncu maddesinde "hassas kirlenme bölgesi" kavramını şöyle tanımlamaktadır [14]:

"hava kirlenmelerinin ortaya çıktığı veya beklendiği, ortaya çıkma sıklığı ve süresi, ulaştığı yüksek konsantrasyon değerleri ve çeşitli kirleticilerin bir arada etki etme tehlikesinden dolayı zararlı etkilerinin önemli ölçülerde meydana gelebildiği bölgeler hassas kirlenme bölgeleri (HKB) olarak ilan edilir."

Yönetmelik 51'inci maddesinde de emisyon kadastroları (emisyon envanteri) ile ilgili düzenlemelerden söz edilmektedir. Emisyon envanterlerinin valilikler tarafından HKB için hazırlanacağı, içeriğinde hava kirlenmesinin tür ve miktarı; yer ve zamana göre dağılımları, belirli tesis ve taşıtlardan ortaya çıkış şartlarının yer alması gerektiği ifade edilmiştir. Valilikler yönetmelik uyarınca HKB olacak yerleri belirleyerek, emisyon envanteri için gerekli yakıt ve yakma verimi ve baca yüksekliği hakkındaki bilgileri almaya, ilgili diğer yetkililere bildirmeye, düzenli zaman aralıklarında bu bilgileri inceleyerek emisyon envanterlerini hazırlamaya yetkili kılınmıştır.

Yönetmelik tanımına göre temiz hava planı, valilikler tarafından bir bölgede hava kirlenmesi ortaya çıktıktan sonra ve zararlı etkilerinin görülmesi veya beklenmesi durumunda yapılması gerekli planlar olarak belirtilmektedir. Oysa gelişmiş ülkelerde bu tür envanter çalışmalarını yapmak yasal bir zorunluluktur (Ek-1). Hava kirliliği ile ilgili yönetmelikler atmosfere karışan kirleticilerin miktarını belirleyebilmek için özellikle emisyon envanterini zorunlu kılarlar. Bu tip envanterler, Çevresel Etki Değerlendirme raporlarının

hazırlanması, ve hava kalitesi yönetimi programlarında insan sağlığı risk değerlendirmesi ile ilgili çalışmalarda veri olarak kullanılır. Bu yzden zlkemizde de yonetmeliğin ongordzđđ gibi hava kirlenmesi nedeniyle zararlı etkilerin oluştuğu yorelerde değil, tmm yerleşim bzlgelerinde temiz hava planları yapılmalıdır.

4. ESKİŞEHİR'DE HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ:

Bu bölümde Eskişehir ilinde hava kirliliğini tespit etme ve önleme amacıyla yapılan çalışmalar incelenmiştir. Eskişehir ili ile ilgili genel bilgiler Ek-2'de verilmektedir.

4.1 Eskişehir'de Hava Kirliliği

Eskişehir'de genel olarak kış aylarında ısıtma amacıyla kalitesiz kömür kullanımı, artan taşıt trafiği, plansız kentleşme ve iklimsel faktörlere bağlı olarak hava kirliliği oluşmaktadır.

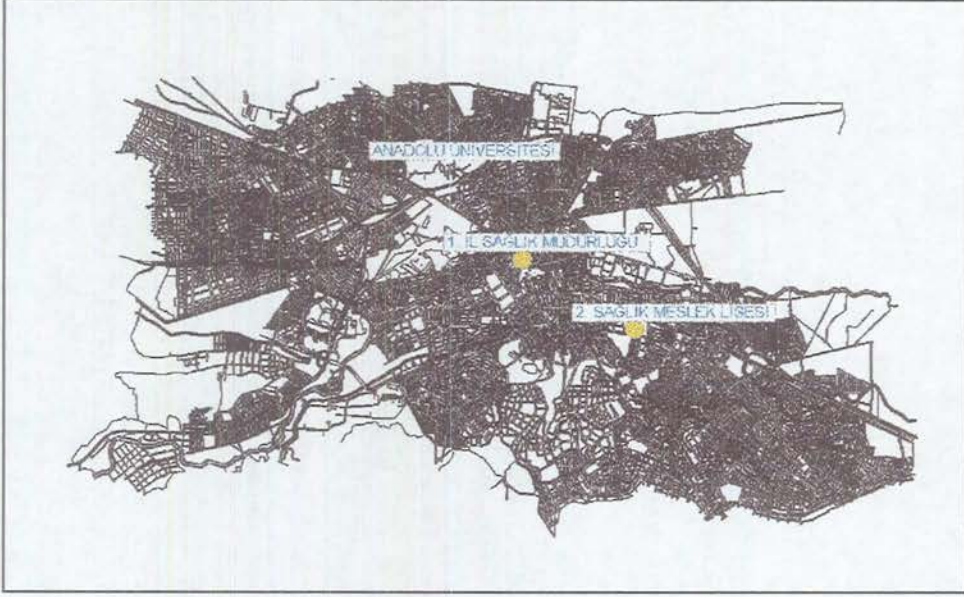
Kentte hava kirliliğinin göstergesi olan SO₂ ve PM'yi ölçmek amacıyla Sağlık Bakanlığına bağlı Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü tarafından yürütülen çalışmalar 1985 yılında Köprübaşı mevkiinde başlamıştır. Ekim 1989-Mayıs 1995 tarihleri arasında İl Sağlık Müdürlüğü'nde yürütülen ölçüm çalışmalarına paralel olarak Tepebaşı'ndaki Anadolu Üniversitesi Yunus Emre kampüsünde, Kimya Mühendisliği bölümünce SO₂, PM ve NO₂ ölçümleri yapılmıştır. Kampüste çalışmaların yapıldığı 1990-1995 yılları arasındaki döneme ait veriler NO₂ derişiminin 5-10µg/m³ arasında değiştiğini göstermektedir (Bkz. Çizelge 4.1.). 1996 yılından itibaren, birincisi İl Sağlık Müdürlüğü, ikincisi ise Sağlık Meslek Lisesi olmak üzere; iki noktada SO₂ ve PM örnekleme ve ölçüm çalışmaları sürdürülmektedir (Şekil 4.1). Birbirine uzaklığı yaklaşık 2 km kadar olan iki noktadaki SO₂ ve PM derişim değerleri incelendiğinde aradaki farklılığın %10-%15 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. İl Sağlık Müdürlüğünden alınan SO₂ ve duman ölçüm sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Bu tablodaki ortalama değerler incelendiğinde 1995 yılına kadar olan dönemler boyunca H.K.K.Y.'ne göre 250µg/m³ olan SO₂ sınır değerinin kış dönemlerinde aşıldığı görülmektedir. Partikül madde için öngörülen sınır değer ise 200µg/m³ olup, ölçülen değerler, SO₂'ye nispeten, düşük konsantrasyonlardır. 1996 yılından 2000 yılına kadar yapılan ölçümlerde ise SO₂ konsantrasyonunun düştüğü gözlemlenmektedir. Ocak ayı SO₂ derişimlerinin yıllara bağlı değişimi incelendiğinde 1996 yılı itibariyle SO₂ derişiminde %70'lik bir azalma görülmektedir (Bkz. Şekil 4.2.).

Çizelge 4.1. Eskişehirli 1990-1995 yılları arası NO₂ verileri (µg/m³) [16]

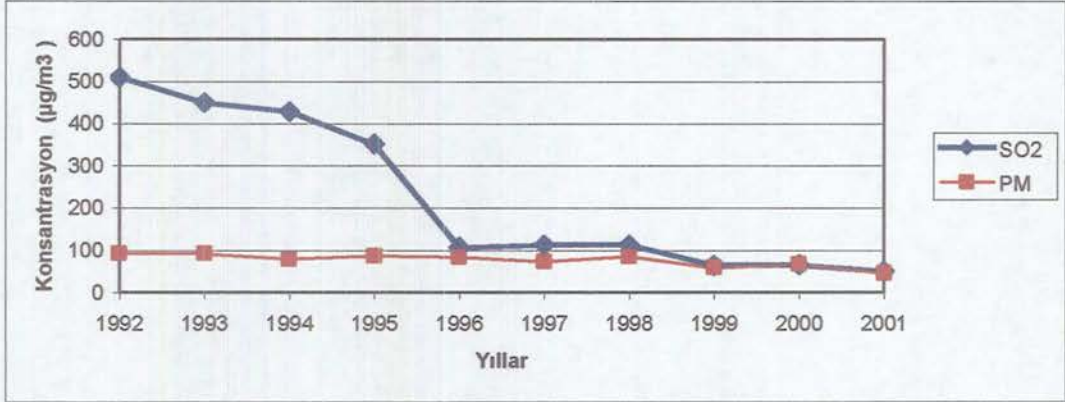
Yıllar	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	Ort.
1990	21	23	10	7	8	7	4	6	8	10	11	18	11.08
1991	9	9	8	6	-	-	-	6	6	5	6	4	6.56
1992	2	6	9	11	5	9	7	-	5	6	9	8	7.0
1993	7	5	7	6	4	3	3	3	5	6	8	8	5.42
1994	7	5	5	6	7	5	6	5	6	5	-	8	5.91
1995	10	10	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0

Çizelge 4.2. Eskişehir ili 1992-2001 yılları arasında hava kirliliği verileri (µg/m³) [15]

Yıllar	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN		MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS		EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM	SO ₂	PM
1992	510	92	471	66	311	64	125	37	49	27	29	25	21	21	19	23	20	28	58	58	271	75	430	79
1993	449	92	353	63	245	50	121	35	38	21	20	17	19	19	20	20	30	27	55	44	238	50	418	62
1994	428	79	352	63	335	66	107	37	47	34	23	24	23	20	24	24	28	36	72	63	277	82	376	93
1995	351	87	407	99	207	67	102	59	39	27	27	22	27	21	27	25	31	28	54	65	119	112	120	100
1996	107	84	91	66	80	60	62	49	27	25	31	22	25	20	24	20	31	29	56	55	98	93	85	84
1997	113	73	137	72	93	54	80	43	47	28	40	17	24	21	27	26	39	28	66	50	78	66	78	67
1998	113	85	97	73	86	55	45	42	40	32	31	21	28	19	21	15	23	16	45	43	66	73	69	54
1999	64	59	71	71	67	66	59	54	35	39	27	22	23	19	24	21	26	26	32	35	54	57	66	78
2000	65	67	63	68	63	72	33	43	27	32	23	28	28	28	29	38	32	36	42	50	70	96	53	44
2001	50	46	57	53	46	38	42	34	34	28	39	22	31	22										



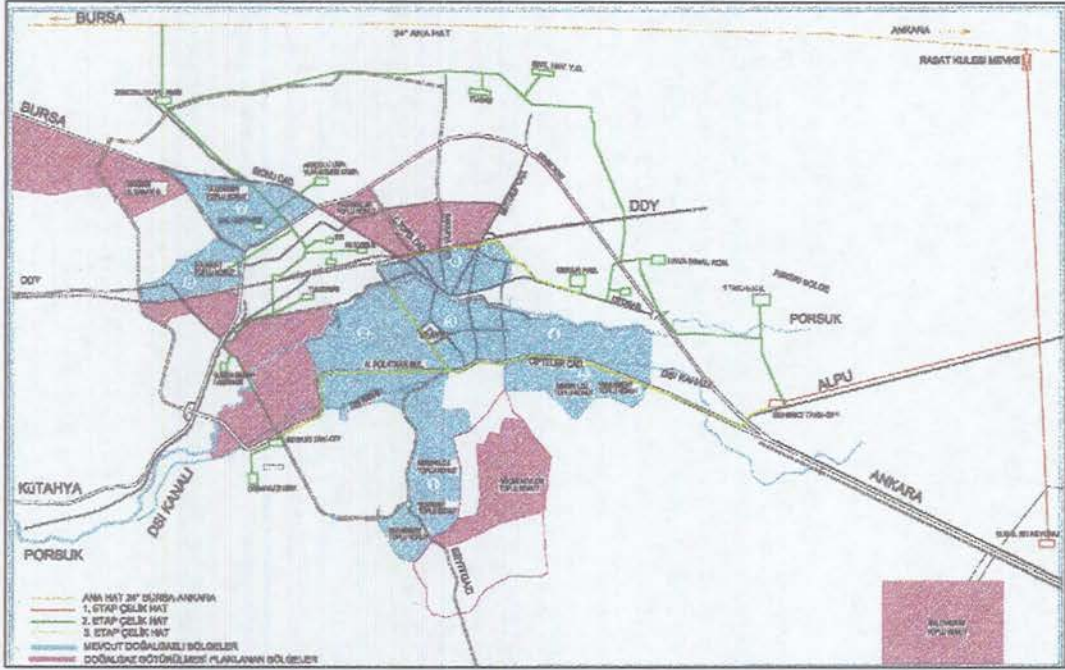
Şekil 4.1. Eskişehir merkez ilçede hava kirliliği ölçüm noktalarının mevcut yerleşime göre konumu



Şekil 4.2. Eskişehir merkez ilçede SO₂ ve PM derişimlerinin yıllara bağılı değişimi

Kükürt dioksit konsantrasyonundaki bu düşmenin doğal gaz kullanımının yaygınlaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 1995-1996 yılları arasında çalışmalarını tamamlayan Kömür Komisyonunun hazırladığı rapor [4] doğrultusunda yakıt politikası, konutsal ısınma için yalnızca yıkanmış linyit kömürü (Soma linyiti) ve ithal kömür kullanılması yanında özellikle doğalgazın konutsal ısıtmada yaygınlaştırılması şeklinde kesinlik kazanmıştır.

Eskişehir'e doğal gaz 1988 yılının ortalarında girmiştir. Türkiye'de organize sanayi bölgeleri içinde ilk detaylı fizibilite çalışması Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi için yapılmıştır. Konutsal ısıtma amaçlı doğalgaz kullanımına ise 1996 yılı kış döneminde başlanmıştır. Kent merkezinde doğal gaz hattının bulunduğu ve yapılması planlandığı yerler Şekil 4.3.'de verilen haritadan da görülebilir.



Şekil 4.3. Eskişehir kent merkezi halihazır ve planlanan doğal gaz hatları [17]

Eskişehir'de iki tür yakıt kullanılmaktadır. Bunlar evsel ve endüstriyel ısınma amaçlı ve enerji yoğun proseslerde doğal gaz ve yine evsel ısınma amaçlı kömür (ithal ve soma kömürü) kullanımınıdır. Organize sanayi bölgesinde LPG ve kömür kullanımı da vardır, fakat doğal gaz kullanımına göre çok azdır.

Eskişehir nüfusunun %45'i doğal gaz, %55'i ise ithal ve soma linyit kömürü kullanmaktadır. İthal kömürün alt ısıl değeri Soma linyit kömürüne göre daha yüksek olduğundan bu kömürün taksitli satışı yapılarak halkın ithal kömür kullanımına yönelmesi sağlanmıştır.

4.2. Hava Kirliliğini Önleme ile İlgili Uygulamalar

Eskişehir ili için H.K.K.Y. doğrultusunda yapılmış bir temiz hava planı yoktur. Kent merkezinde hava kalitesi hakkında elde edilen veriler çok az ve yetersiz olduğu gibi belli başlı kirleticilerle ilgili emisyon envanterlerinde ciddi eksiklikler vardır. Mevcut emisyon eğilimlerini anlamak ve bunlara çözüm getirecek daha etkili politikaların oluşturulması amacıyla yerel düzeyde emisyon envanterleri oluşturulması gerekmektedir.

1995-1996 yılları arasında Eskişehir’de kullanılan kömür türlerini incelemek amacıyla toplanan kömür komisyonunun sunduğu raporda önerilen iyileştirmeler aşağıda özetlenmiştir:

1. **Envanter ve Yakıt Analiz Laboratuvarı:** Eskişehir’de her türlü yakıt analizini süratle yapabilecek alet ve cihazlarla donatılmış referans bir yakıt analiz laboratuvarının kurulması gereklidir.
2. **Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu:** Eskişehir İlçe merkezinde hava kalitesi ölçüm istasyonu sayısının en az beşe çıkarılması, bu istasyonların mümkünse otomatik ölçüm cihazlarıyla donatılması gereklidir.
3. **Mobil Hava Ölçüm Laboratuvarı:** Böyle bir cihazın anlık ve sağlıklı ölçüm verilerinin alınabilmesi açısından kaçınılmaz bir ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.
4. **Yalıtım:** Yeni yapılan binalarda proje ve iskan ruhsatı aşamasında ısı yalıtımı yönetmeliğinin öngördüğü esasların sağlanması gereklidir.
5. **Enerji Tasarrufu:** Enerji tasarrufuna yönelik olarak yapılacak çalışmalarda, bu konuda bilinçlenme ve bilinçlendirme, binalarda ısı yalıtımı ve çevre ve enerji ekonomisi konusundaki duyarlılığı arttırabilmek üzere binaların ısınması için gerekli yakıt miktarı (enerji miktarı) hesaplanmalı ve bulunan değer yıllık ton petrol, kömür, doğal gaz cinsinden belirtilerek “Isı Sertifikası” diye adlandırılacak bir belgeye kaydedilmelidir.
6. **Doğal Gaza Geçiş:** Doğal gaza geçmesi planlanan tesislerin ve halka ait konutların bir an önce bu dönüşümleri gerçekleştirmeleri için teşvik edici uygulamalara geçilmelidir.

7. **İthal Kömür Kullanımı:** İthal edilen kömürler hem ekonomik açıdan hem de içerikleri açısından değerlendirilmelidir. İthal kömür kullanımı teşvik edilmelidir.
8. **Diğer Enerji Kaynakları:** Eskişehir'deki jeotermal enerji kaynaklarının ısınma amaçlı kullanılabilirliği hususundaki çalışmalarla ilgili detaylı ve gerçekçi bir raporun hazırlanması, şehrin sahip olduğu bu alternatif enerji kaynağının ve diğerlerinin kullanılabilmesi olasılığının kesinleştirilmesi açısından özel önem arz etmektedir.
9. **Linyitlerin İyileştirilmesi:** Türkiye'nin toplam linyit rezervi 8 milyar tondur. Ancak bu toplam rezervin %28'inde de %2'den fazla kükürt olduğu tespit edildiğine göre 1. sınıf linyit rezervimiz yaklaşık 150 milyon ton civarındadır. Mevcut rezervlerin tüketilmesi sonucunda kötü kaliteli linyitlerin iyileştirilmesi kaçınılmaz olacaktır [4].

Bu raporun hazırlandığı tarihten günümüze kadar doğal gaza geçiş kısmen gerçekleşmiş ve ithal kömür kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Ancak diğer önerilerle ilgili henüz yapılmış ya da yapılması planlanan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

4.3. Hava Kirliliğini Önleme ve Kontrol Harcamaları

Eskişehir'de hava kirliliğini önleme ve kontrol altına alma konusunda sanayi ve hane halkı tarafından yapılan harcamaların miktarı hakkında kayıtlı resmi bir bilgi yoktur. Kullanılan yakıt miktarı cinsi ile ilgili bilgiler mevcut değildir. Şehirde satılan kömürlerin giriş ve çıkışı kontrol edilmemektedir. Binaların yapısı ve buna bağlı olarak enerji ihtiyaçları bilinmemekte ve bu konuda yapılmış hiçbir araştırmaya rastlanmamaktadır.

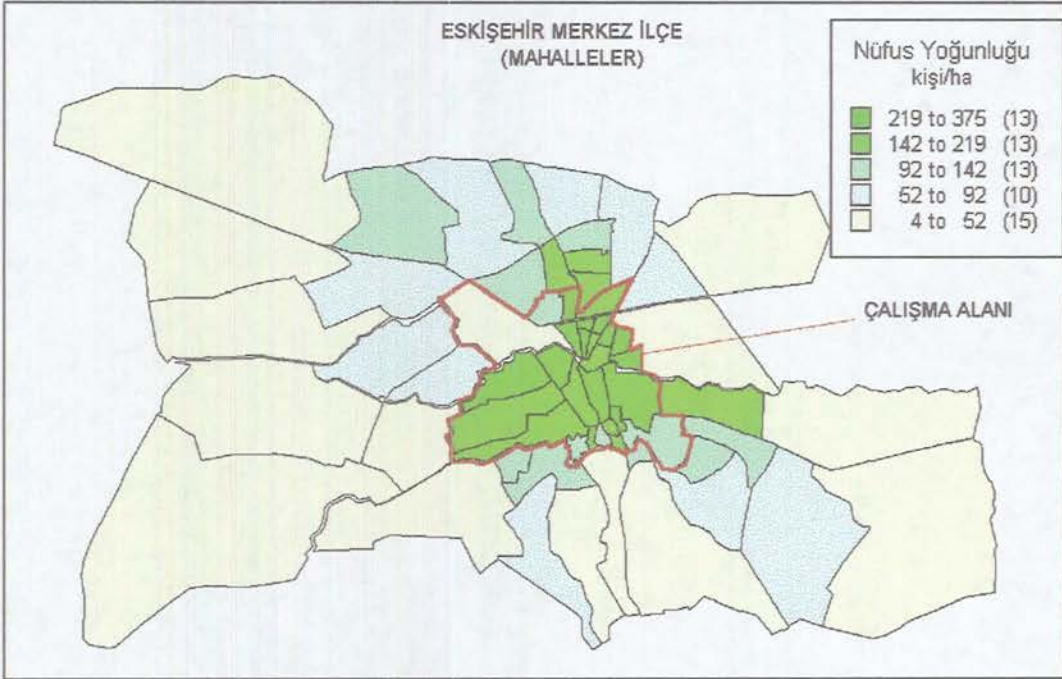
Hava kirliliğini önleme amacıyla yapılan harcamalar genellikle kükürt dioksit emisyonunu azaltmaya yönelik ithal kömür satışının kolaylaştırılmasıdır.

5. MATERYAL ve METOD

Bu bölümde çalışma alanı ile ilgili veriler ve yapılan literatür araştırmaları eşliğinde yöresel envanterin nasıl oluşturulduğu ve sunulduğu anlatılmıştır.

5.1. Çalışma Alanı

Konutsal ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği envanterini çıkarmak amacıyla Eskişehir merkez ilçede bulunan 27 mahalle ile ilgili veriler değerlendirilmiştir. Bu mahallelerin nüfus yoğunlukları ile birlikte konumları Şekil 5.1.'de verilen haritada gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Eskişehir merkez ilçenin 2000 yılı numarataj çalışması nüfus sonuçlarına göre mahalleler bazında nüfus yoğunluğu

5.2. Konutsal Amaçlı Kullanılan Binalara Ait Veriler

Binalara ait bilgiler Eskişehir Büyükşehir Belediyesi [18] tarafından Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturma çalışmaları esnasında kentte bulunan tüm taşınmazlar ile ilgili veri tabanı oluşturma amacıyla toplanmış ve bilgisayar

yaşayanların gelir durumu ve ısınma alışkanlıkları (uykuda geçirilen saatlerde evin ısıtılıp ısıtılmadığı ve kaç dereceye kadar ısıtıldığı gibi) gibi sosyoekonomik faktörler de bulunmaktadır. Yerleşim bölgesindeki tüm evler sınıflandırılarak birim alan başına düşen enerji ihtiyacı incelenmiştir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda ise genellikle toplam yakıt tüketimi nüfusa bölünerek kişi başına düşen kalori miktarlarının tahmin edilmesi yoluna gidilmiştir. 1995-1996 Eskişehir Kömür Komisyonu [4] raporu incelendiğinde kişi başına düşen ısı enerjisi ihtiyacının 3508255 kcal/kişi yıl olarak hesaplandığı görülür. Eskişehir merkez ilçe için yapılan bir başka çalışmada ise 2000 yılı nüfusu tahminleri baz alınarak, kömür kullanılan binalarda kişi başına düşen ısınma enerjisi 4240000 kcal/kişi yıl olarak hesaplanmıştır [3]. Bu çalışmada da aynı mantık kapsamında kişi başına düşen yıllık ısı ihtiyacı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Yıllık yakıt tüketimi ile ilgili bilgiler, Büyükşehir Belediyesi Kömür Tevziden [20] alınan kömür satış rakamlarını, Çevre İl Müdürlüğü [21] ve Mahrukatchılar Derneğinden [22] alınan tahmini kömür tüketim değerleri ile BOTAS'tan [17] alınan 1999-2000 kış mevsimi tahmini olmak üzere konutsal doğal gaz tüketimini gösterir verileri içermektedir. Ayrıca değişik mahallelerde oturan 12 kişi ile yapılan anket sonucunda elde edilen bilgilerden de faydalanılmıştır. Toplanan bilgiler doğrultusunda kişi başına düşen yıllık ısı enerjisi ihtiyacı kalori cinsinden hesaplanmıştır.

Kişi başına düşen yıllık ısı enerjisi ihtiyacı daha önce her bina için hesaplanan kişi sayısı ile çarpılarak bina için toplam ısı ihtiyacı kalori cinsinden bulunmuştur. Hesaplanan ısı ihtiyaçları CBS programı (MapInfo) [23] yardımıyla belli kalori değeri aralıkları itibariyle renklendirilerek ısı ihtiyacı dağılım haritası elde edilmiştir (Ek-3).

5.4. Konutlarda Kullanılan Yakıt Türü ve Isıtma Sistemi

Binalar yakıt türüne göre ithal kömür, linyit, ithal kömür ve linyit ve doğal gaz kullananlar olmak üzere ayrılmıştır. Bu gruplar daha sonra kazanlı ve sobalı sistemler olarak kendi içlerinde tekrar ayrılmıştır. Binalar hem ısıtma

sistemlerine hem de kullanılan yakıt türüne göre renklendirilerek yine CBS programı [23] yardımı ile haritalandırılmıştır. (Ek-4).

5.5. Konutlardan Kaynaklanan Yıllık Emisyon Miktarları

Yakıt türleri ve ısıtma sistemlerine göre gruplandırılan binalarda kullanılan yakıt türünün alt ısıl değerine göre tüketilen yakıt miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen yakıt tüketimi miktarları 1993 yılında Gazi Üniversitesi tarafından Ankara için yapılan TU-AIRPOLLUT projesi kapsamındaki çalışmalar sonucunda elde edilen verimlilik katsayıları ile çarpılarak düzeltilmiştir [24]. Bulunan yakıt tüketimi değerleri aynı çalışmada elde edilen emisyon faktörleri ile çarpılarak CO, NO_x, SO_x, PM ve HC emisyon değerleri gram cinsinden hesaplanmıştır.

Bulunan emisyon değerlerini konsantrasyona çevirmek için birim yakıt miktarı/hacmi başına ortaya çıkacak baca gazı miktarları, önce yakıtların elementsel analiz sonuçları doğrultusunda tam yanma koşulları varsayılarak ve Eyice [25] tarafından verilen formüller kullanılarak hesaplanmış; daha sonra aynı kaynaktaki katı ve gaz yakıtlar için alt ısıl değerlerine göre baca gazı miktarlarını gösteren grafiklerden okuma yapılmıştır. Hesapla bulunan değerler ve okunan değerler karşılaştırılmıştır. Katı ve gaz yakıtlar için yapılan elementsel analiz sonuçları değişik kaynaklarda farklı değerler verdiği için grafiklerden okunan değerler esas alınmıştır. Bu değerler, H.K.K.Y. doğrultusunda baca gazında katı yakıtlar için %6, gaz yakıtlar için %3'lük atık oksijen miktarı varsayılarak tekrar düzeltilmiştir. Elde edilen baca gazı miktarları yakıt tüketimi miktarları ile çarpılarak yıllık baca gazı miktarı bulunmuştur.

Hesaplanan yıllık emisyon miktarları yıllık baca gazı debisine bölünmek suretiyle konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar CBS ortamında H.K.K.Y. endüstriyel tesisler için öngörülen emisyon sınır değerleri de göz önünde bulundurularak belli konsantrasyon aralıklarına göre renklendirilmiştir. Sonuçlar yakıt türü ve ısıtma sistemlerine göre değerlendirilmiştir.

6. BULGULAR

Mahalleler bazında hesaplanan ortalama kat sayısı, toplam konut sayısı ve her konuta düşen ortalama kişi sayısını gösterir çizelge aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 6.1. Mahallelere göre nüfusun konutlara dağılımı ve ortalama kat sayısı

NO	Mahalle Adı	Bina Sayısı	Ortalama Kat Sayısı	Toplam Konut Sayısı	Nüfus	Her Konuta Düşen Ortalama Kişi Sayısı
1	Akarbaşı	1023	3.77	6333	16331	2.58
2	Akçağlan	274	3	936	2238	2.39
3	Akcami	214	2.27	358	884	2.47
4	Alanönü	1154	1.78	2797	8127	2.91
5	Arifiye	909	3.29	2561	6325	2.47
6	Cumhuriye	432	3.95	1811	4113	2.27
7	Cunudiye	403	1.6	532	1621	3.05
8	Deliklitaş	756	4.2	3197	7360	2.30
9	Eskibağlar	855	1.7	1660	3565	2.15
10	Güllük	654	1.95	1523	3531	2.32
11	Hacı Ali Bey	209	3.47	732	1944	2.66
12	Hacı Seyit	255	2.95	1069	2282	2.13
13	İlayriye	171	2.84	516	1274	2.47
14	Hoşnudiye	565	3.8	2793	6393	2.29
15	İhsaniye	158	2.5	479	1081	2.26
16	Işıklar	471	1.28	1614	4297	2.66
17	İstiklal	867	3.56	2973	6340	2.13
18	Kırmızıtoprak	1336	3.47	6586	16768	2.55
19	Kurtuluş	1337	3.31	5435	16324	3.00
20	Mamure	211	3.95	1276	3149	2.47
21	M.Kemal Paşa	354	2.73	858	2333	2.72
22	Ömerağa	968	1.93	1750	4586	2.62
23	Orta	279	1.6	301	844	2.80
24	Paşa	293	1.94	333	938	2.82
25	Şarkiye	329	1.6	477	1052	2.21
26	Vişnelik	1059	4.46	7703	19592	2.54
27	Yeni	499	2.4	1600	4060	2.54
	TOPLAM	16035		58203	147352	

Binalar ısıtma sistemleri ve yakıt türleri mahalleler bazında gruplandırıldığında Çizelge 6.2.a ve 6.2.b'de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Bu çizelgede mahalleler bazında en yüksek değerler koyu karakterlerle gösterilmiştir. Mahalleler bazında ısıtma sistemleri ve yakıt türlerini gösteren harita Ek-4'de verilmektedir.

Çizelge. 6.2. a) Yakıt ve ısıtma sistemlerinin mahallelere göre dağılımı

NO	Mahalle Adı	Bina Sayısı	Veri* Sayısı	Soba				Kazan			
				İthal	Linyit	İthal +Linyit	Doğal Gaz	İthal	Linyit	İthal +Linyit	Doğal Gaz
1	Akarbaşı	1023	896	236	61	1	16	94	9	2	477
2	Akçağlan	274	240	169	2	-	-	33	-	-	36
3	Akcamı	214	202	69	87	35	-	7	1	1	2
4	Alanönü	1154	747	446	152	-	4	37	-	-	108
5	Arifiye	909	576	149	1	-	8	152	-	-	266
6	Cumhuriye	432	353	121	-	-	3	53	-	-	176
7	Cunudiye	403	335	115	192	19	-	4	3	2	-
8	Deliklitaş	756	570	165	-	-	9	148	-	-	248
9	Eskibağlar	855	572	480	30	-	-	50	-	-	12
10	Güllük	654	440	379	-	-	-	56	-	-	5
11	Hacı Ali Bey	209	174	85	-	-	2	22	-	-	65
12	Hacı Seyit	255	194	124	1	-	1	5	-	-	63
13	Hayriye	171	149	96	2	-	9	16	-	-	26
14	Hoşnudiye	565	409	122	-	-	5	89	-	-	193
15	İhsaniye	158	89	-	33	-	-	8	-	-	48
16	Işıklar	471	317	121	85	1	17	25	-	-	68
17	İstiklal	867	620	265	4	1	16	78	1	-	255
18	Kırmızıtoprak	1336	1105	396	1	-	8	43	-	-	657
19	Kurtuluş	1337	1074	366	-	-	22	278	-	-	408
20	Mamure	211	153	72	-	-	-	30	1	-	50
21	M.Kemal Paşa	354	219	118	1	-	5	21	-	-	74
22	Ömerağa	968	620	386	177	-	-	55	2	-	-
23	Orta	279	198	50	94	48	-	4	1	1	-
24	Paşa	293	229	209	10	-	-	9	-	-	1
25	Şarkıye	329	159	155	-	-	-	3	1	-	-
26	Vişnelik	1059	956	128	-	-	-	142	-	-	686
27	Yeni	499	642	508	-	-	-	64	-	-	70
TOPLAM		16035	12238	5530	933	105	125	1526	19	6	3994

*Bu kolondaki rakamlar, solundaki kolonda mevcut bina sayısı yerine, yeterli detay bilgiye sahip olması nedeniyle bu çalışmaya esas alınan bina sayısını ifade etmektedir.

Çizelge. 6.2. b) Kazanlı ısıtma sistemlerinin mahallelere göre dağılımı

Mahalle Adı	Doğalgaz				Toplam	İthal kömür				Toplam	Linyit				Toplam	Linyit+İthal				Toplam
	Kat ^(a)	Bina ^(b)	Merkezi ^(c)	Karma ^(d)		Kat	Bina	Merkezi	Karma		Kat	Bina	Merkezi	Karma		Kat	Bina	Merkezi	Karma	
Akarbaşı	175	70	195	37	477	25	26	10	33	94	2		7		9	1	1			2
Akçağlan	17	15	3	1	36	1	16	2	14	33					0					0
Akcami			2		2		4	3		7		1			1		1			1
Alanönü	9	8	91		108	6	12	19		37					0					0
Arifiye	65	136	23	42	266	6	90	13	43	152					0					0
Cumhuriye	97	67	12		176	2	44	7		53					0					0
Cunudiye					0		2	2		4		3			3		2			2
Deliklitaş	124	107	11	6	248	9	122	14	3	148					0					0
Eskibağlar	8	4			12	2	10	37	1	50					0					0
Güllük	2	3			5	6	25	14	11	56					0					0
Hacı Ali Bey	22	42		1	65	2	20			22					0					0
Hacı Seyit	29	8	25	1	63				5	5					0					0
Hayriye	12	12		2	26		16			16					0					0
Hoşnudiye	75	94	21	3	193	4	77	5	3	89					0					0
İhsaniye	34		14		48		5	3		8					0					0
İşıklar	42	18	8		68	3	16	4	2	25					0					0
İstiklal	91	141	13	10	255	2	60	7	9	78		1			1					0
Kırmızıtoprak	383	51	174	49	657	11	15	16	1	43					0					0
Kurtuluş	122	92	64	130	408	4	103	53	118	278					0					0
Mamure	15	24	11		50	2	18	8	2	30					0					0
M.Kemal Paşa	48	8	12	6	74	5	9	4	3	21					0					0
Ömerağa					0	8	26	16	5	55					0					0
Orta					0		3	1		4		1			1		1			1
Paşa		1			1		5	4		9					0					0
Şarkiye					0	2	1			3					0					0
Vişnelik	262	130	223	71	686	24	40	15	63	142					0					0
Yeni	51	3	14	2	70	22	32	10		64					0					0

(a) Kat kaloriferi
(b) Bina içi ısıtma

(c) Birkaç binanın ısıtıldığı merkezi sistem
(d) Karma sistem : soba ve kat kaloriferi karışık

Kişi başına düşen ısınma amaçlı kalori miktarı (kcal/kişi.yıl) Çizelge 6.3 yardımı ile hesaplanmıştır.

Çizelge 6.3. Çeşitli kurum ve kuruluşlardan yakıt tüketimine dair elde edilen bilgiler

	Alt ısı değerleri	1996	1997	1998	1999	2000
KÖMÜR						
İthal (ton/yıl)	6000 kcal/kg		77000	120000	150000	190000
			24700	20350	17500	20350
Soma(ton/yıl)	4500 kcal/kg		130000	100000	90000	60000
			48500	9500	10500	7500
SIVI YAKIT						
	9800 kcal/kg					
DOĞALGAZ (sm ³ /yıl)	8100 kcal/Nm ³	11498391	46639182	55917115	74583925	92949329
LPG-konut (ton/yıl)	11000 kcal/kg				50000	
LPG-sanayi (ton/yıl)	11000 kcal/kg				200000	
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #e0f0ff; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> İl Çevre Müdürlüğü'nden Alınan Veriler </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #ffe0b0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Mahrukatçılar Derneği'nden Alınan Veriler </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #c0ffc0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Büyükşehir Belediyesi Kömür Tevzi'den Alınan Resmi Satış Rakamları </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #ffffe0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> BOTAŞ'tan Alınan Veriler </div> </div>						

Mahrukatçılar Derneğinden alınan tahmini kömür satış rakamları ile BOTAŞ'tan elde edilen tahmini doğal gaz tüketimi bilgileri kullanılarak 1999-2000 kış ayları için hesaplanan toplam kalori miktarı Eskişehir'in 2000 yılı nüfusuna bölünerek kişi başına düşen kalori miktarı 4470036 kcal/kişi yıl olarak elde edilmiştir*.

Bu tahmin değeri, Çizelge 6.4.'de sunulan ve kişilerle yapılan anketlere dayanan verilerle de karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca birim alana düşen ısı enerjisi ihtiyacı da hesaplanmıştır (Çizelge 6.5.)

* $\{(190 \cdot 10^6 \text{kg} \cdot 6000 \text{kcal/kg}) + (60 \cdot 10^6 \text{kg} \cdot 4500 \text{kcal/kg}) + (92949329 \text{Nm}^3 \cdot 8100 \text{kcalNm}^3)\} / 483864 \text{ kişi}$
= 4470036 kcal/kişi yıl

Çizelge 6.4. Anket bilgilerinin kişi başına düşen ısı enerjisi ihtiyacı açısından değerlendirilmesi

No	Mahalle Adı	Kat Sayısı	Konut Sayısı	Kişi Sayısı	Alan (m ²)	Nitelik	Isıtma Sistemi	Yakıt	Yıllık Tüketim	Birimi	Alt Isıl değeri (kcal/kg&kcal/Nm ³)	kcal/yıl	kcal/kişiyıl
1	Akarbaşı	9	15	60	150	3 oda 1 salon	Kaloriferli	Doğalgaz	36852	Nm ³	8100	298501200	4975020
2	Arifiye	3	1	2	90	2 oda 1 salon	Kat Kaloriferli	Doğalgaz	2200	Nm ³	8100	510000000	3400000
3	Bahçelievler	7	40	150	150	3 oda 1 salon	Merkezi	İthal kömür	85000	kg	6000	510000000	3400000
4	Emek	5	5	19	130	3 oda 1 salon	Kaloriferli	İthal kömür	14000	kg	6000	84000000	4421053
5	İşıklar	1	1	4	100	2 oda 1 salon	Sobalı	İthal kömür	3000	kg	6000	18000000	4500000
6	Kırmızıtoprak	4	8	16	90	2 oda 1 salon	Kaloriferli	İthal kömür	20000	kg	6000	120000000	7500000
7	Kırmızıtoprak	8	15	40	130	3 oda 1 salon	Kaloriferli	Doğalgaz	45000	Nm ³	8100	364500000	9112500 ^(c)
8	Şirintepe	2	2	3	120	3 oda 1 salon	Kaloriferli	İthal kömür	4000	kg	6000	24000000	8000000
9	Tepebaşı	6	24	91	100	2 oda 1 salon	Kaloriferli	Doğalgaz	38890.5	Nm ³	8100	315013050	3461682
10	Tepebaşı	5	63	252	150	3 oda 1 salon	Merkezi	Doğalgaz	68355	Nm ³	8100	553675500	2197125 ^(b)
11	Vişnelik	4	1	2	130	3 oda 1 salon	Kat Kaloriferli	Doğalgaz	1500	Nm ³	8100	12150000	6075000
12	Vişnelik	10	38	125	150	3 oda 1 salon	Kaloriferli	Doğalgaz	42000	Nm ³	8100	340200000	2721600
	TOPLAM												65273979 ^(a)

^(a) Bu toplam değer tablonun en sol kolonundaki örneklenen mahalle sayısına bölünmek suretiyle,

Ortalama kcal/kişi yıl= 65273979 kcal/kişi yıl / 12 örnek = 5439498.3 kcal/kişi yıl değeri hesaplanmıştır.

^(b) Minimum değer=2197125 kcal/kişi yıl

^(c) Maksimum değer=9112500 kcal/kişi yıl

Çizelge 6.5. Anket bilgilerinin birim alan başına düşen ısı enerjisi ihtiyacı açısından değerlendirilmesi

No	Mahalle Adı	Konut Sayısı	Alan (m ²)	Isıtma Sistemi	Yakıt	kcal/yıl	kcal/ yıl m ²
1	Akarbaşı	15	150	Kaloriferli	Doğalgaz	298501200	132667.20
2	Arifiye	1	90	Kat Kaloriferli	Doğalgaz	17820000	198000.00 ^(c)
3	Bahçelievler	40	150	Merkezi	İthal kömür	510000000	85000.00
4	Emek	5	130	Kaloriferli	İthal kömür	84000000	129230.77
5	Işıklar	1	100	Sobalı	İthal kömür	18000000	180000.00
6	Kırmızıtoprak	8	90	Kaloriferli	İthal kömür	120000000	166666.67
7	Kırmızıtoprak	15	130	Kaloriferli	Doğalgaz	364500000	186923.08
8	Şirintepe	2	120	Kaloriferli	İthal kömür	24000000	100000.00
9	Tepebaşı	24	100	Kaloriferli	Doğalgaz	315013050	131255.44
10	Tepebaşı	63	150	Merkezi	Doğalgaz	553675500	58590.00 ^(b)
11	Vişnelik	1	130	Kat Kaloriferli	Doğalgaz	12150000	93461.54
12	Vişnelik	38	150	Kaloriferli	Doğalgaz	340200000	59684.21
	TOPLAM						1521478.90 ^(a)

^(a) Bu toplam değer tablonun en sol kolonundaki örneklenen mahalle sayısına bölünmek suretiyle, Ortalama kcal/m² yıl=1521478.90 kcal/ m² yıl / 12 örnek=126790 kcal/m² yıl değeri hesaplanmıştır.

^(b)Minimum değer=58590 kcal/m² yıl

^(c)Maksimum değer=198000 kcal/m² yıl

Hesaplamalarda 4470036 kcal/kişi yıl değeri kullanılmıştır.

Çalışma alanında bina bazında konutsal ısıtma enerji ihtiyacının dağılımı Ek-4'deki haritada görülebilir.

Her bina için tüketilen yıllık ısı enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Yapılan işlemler aşağıdaki formülle özetlenebilir:

$$B = H \cdot C_{avg} \cdot b \quad (6.1)$$

H: konut sayısı

C_{avg} = konut başına düşen ortalama kişi sayısı (kişi/konut)

B = binanın ısı ihtiyacı (kcal/yıl)

b = 4470036 kcal/kişi yıl

Binanın toplam ısı ihtiyacı kullandığı yakıt türünün alt ısıl değerine bölünerek tüketilen yakıt miktarı teorik olarak bulunmuş daha sonra ise kullanılan ısıtma sistemine bağlı olarak verimlilik katsayılarına bölünerek düzeltilmiştir. Bulunan

yakıt tüketimi miktarları ile Çizelge 6.6. 'da görülen değerler kullanılarak gram cinsinden emisyon hesapları yapılmıştır.

Çizelge 6.6. Değişik yakıt ve yakıcılar için emisyon faktörleri [24].

Yakıcı Sistem/Yakıt	Sobalar			Kazanlar		
	Taş Kömürü	Soma Linyiti	Doğal gaz	Taş Kömürü	Soma Linyiti	Doğal gaz
Emisyonlar (g/kg-yakıt) (g/m ³ -D.gaz)						
Verim	0.500	0.500	0.810	0.620	0.550	0.850
SO ₂	4.000	12.000	0.017	4.600	32.200	0.017
Toz	2.000	3.000	0.138	1.450	28.800	0.280
NO _x	2.300	2.100	1.580	1.630	2.00	0.820
CO	38.000	25.000	3.650	15.700	263.000	5.900
C _m H _n	0.200	0.500	0.645	58.100	23.200	17.400

Baca gazı miktarları tam yanma koşulları gerçekleştirildiği düşünülerek aşağıda açıklandığı gibi hesaplanmış, bu hesaplamalarda Çizelge 6.7. ve Çizelge 6.8.'de yer alan verilerden de yararlanılmıştır.

Katı veya sıvı halindeki bir yakıtın 1 kg içinde, desimal yüzde olarak c kg karbon, h kg hidrojen, s kg kükürt ve o kg oksijen bulunduğu takdirde, yakma için gerekli teorik hava miktarı [25]:

$$L_{\min} = \frac{100}{21} [(1.87 * c) + (5.6 * h) + (0.7 * s) - (0.7 * o)] Nm^3 / kg \quad (6.2)$$

formülü yardımıyla hesaplanabilir.

Çizelge 6.7. Çeşitli katı yakıtların elementsel (ultimate) analizleri (%w/w) [2]

Yakıt türü	% C	% O	% H	% N	% S
Saf Selüloz	44.5	49.3	6.1	-	-
Odun	50.0	43.0	5.7	1.3	-
Turba ve şist	60.0	32.5	5.5	2.0	1.6
Linyit	66.5	26.5	5.5	1.5	0.6
Maden Kömürü	86.5	7.0	5.0	1.5	1.1
Antrasit	93.2	3.0	2.5	1.3	1.0

Eskişehir’de antrasit cinsi olan ithal kömür ve Soma linyit kömürü kullanılmaktadır. Çizelge 6.7.’de verilen yakıt bileşimleri kullanılarak 6.2 eşitliği yardımıyla, yakıtın her bir kilogramı başına teorik hava miktarları Soma linyiti için $6,5Nm^3 / kg$; ithal kömür için ise $8,88Nm^3 / kg$ olarak hesaplanmıştır.

Gaz halindeki bir yakıtın beher Nm^3 ünün içinde bulunan gazların hacim yüzdeleri desimal olarak: hidrojen için h_2 , karbon monoksit için co , metan için ch_4 , asetilen için c_2h_2 , etilen için c_2h_4 ve oksijen için ise o_2 olduğu takdirde, yanma için gerekli teorik oksijen miktarı [25]:

$$L_{\min} = \frac{100}{21} \left[\left(\frac{h_2 + co}{2} \right) + (2 * ch_4) + (2.5 * c_2h_2) + (3c_2h_4) - (o_2) \right] Nm^3 / Nm^3 \quad (6.3)$$

formülü yardımıyla hesaplanır.

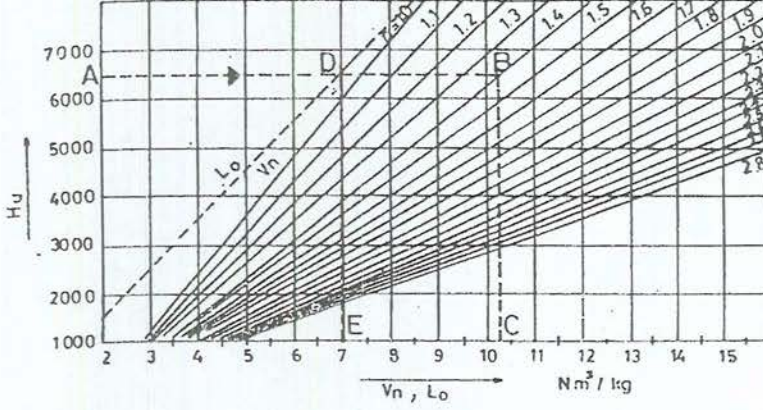
Çizelge 6.8. Gaz yakıtların tipik bileşimleri [3]

Yakıt türü	% CO	% CO ₂	% H ₂	% CH ₄	% C _m H _n	% N ₂ +O ₂
Doğal gaz						
a. metanı yüksek	-	0.4	-	90.5	2.5	6.6
b. metanı düşük	-	-	-	75.0	24.0	1.0
Hava gazı	21.5	4.0	51.5	17.0	2.0	4.0
Su gazı	40.0	5.0	50.0	0.5	-	4.5
Kök gazı	7.0	2.0	53.0	25.0	2.0	11.0
Yüksek fırın gazı	29.0	7.5	2.5	-	-	61.0

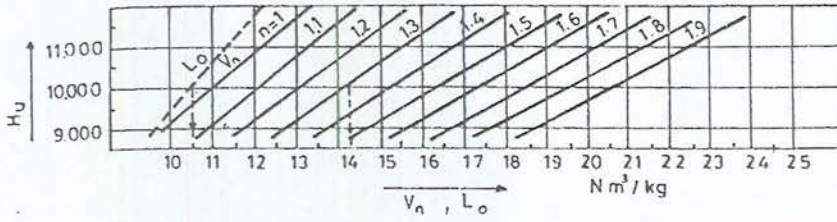
Metanı yüksek doğal gaz için Çizelge 6.8.’de verilen değerler kullanılarak 6.3 eşitliği yardımıyla, doğal gazın her bir m^3 ’ünün yanması için gerekli teorik hava miktarı $8.67Nm^3 / Nm^3$ olarak hesaplanmıştır.

Her bir kg katı yakıttan elde edilebilecek olan baca gazı hacmi (V_n), Nm^3 normal koşullardaki hacim ($0^\circ C$ ve 760 mmHg), kullanılan yakıtın alt ısı değeri (H_u) ve yakma havası fazlalığı oranındaki ilişki Şekil 6.1.’de verilmiştir. Bu diyagram, aynı zamanda, teorik yakma havası miktarını (L_0) da kesikli çizgilerle

belirlemektedir. Şekil 6.2.'de ise akaryakıtlar için geçerli diyagram görülmektedir [25].

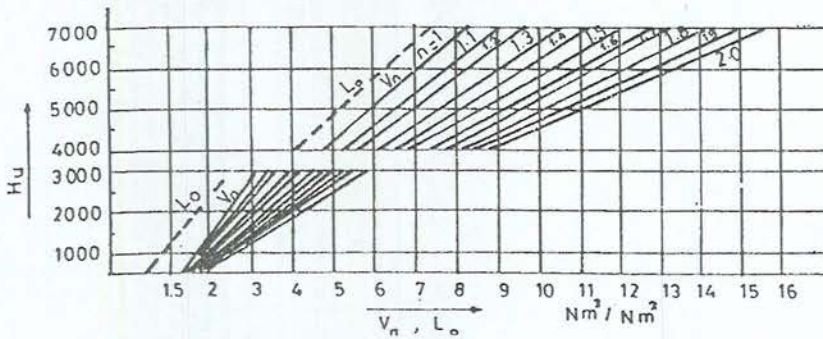


Şekil 6.1. Katı yakıtlar için baca gazı miktarı [25]



Şekil 6.2. Sıvı yakıtlar için baca gazı miktarı [25]

Şekil 6.3.'de gaz durumundaki yakıtlara ait diyagram verilmektedir. Bu diyagramın üst kısmındaki eğriler zengin yani alt ısıl değeri H_u yüksek, alt kısmındaki eğriler ise fakir, yani H_u değeri düşük yakıtlara ait bulunmaktadır.



Şekil 6.3. Gaz yakıtlar için baca gazı miktarı [25]

Yakıtların alt ısı değerleri kullanılarak yukarıdaki grafikler yardımıyla bulunan yaklaşık teorik baca gazı miktarları:

Linyit (alt ısı değer 4500 kcal/kg) için $5 \text{ Nm}^3/\text{kg}$,

İthal kömür (alt ısı değer 6000 kcal/kg) için $6.5 \text{ Nm}^3/\text{kg}$,

Doğal gaz (alt ısı değer 8100 kcal/kg) için ise $9 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$ 'dür.

H.K.K.Y.'ne göre sıvı ve gaz yakıtlarda baca gazındaki atık oksijen miktarı hacimce %3; kömürde ise kazan türüne göre %5-7 arasında öngörülmektedir. Dolayısıyla yukarıda hesaplanan değerlerin bu yüzdeye göre düzeltilmesi uygun olur. Doğal gaz için %3 ve ithal kömür ve Soma linyiti içinse ortalama %6'lık bir değer öngörüldüğünde (teorik baca gazı hacmi V_t , atık oksijen hacmi V_o) ithal kömür için:

$$V_{\text{bacagazi}} = V_t + V_o \quad (6.4)$$

$$V_t = 6.5 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_o/V_{\text{bacagazi}} = 0.06$$

$$V_o = 0.415 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{\text{bacagazi}} = 6.915 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ bulunur.}$$

Aynı şekilde Soma linyiti ve doğal gaz için sırasıyla; $5.32 \text{ m}^3/\text{kg}$ ve $9.28 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$ değerleri elde edilir.

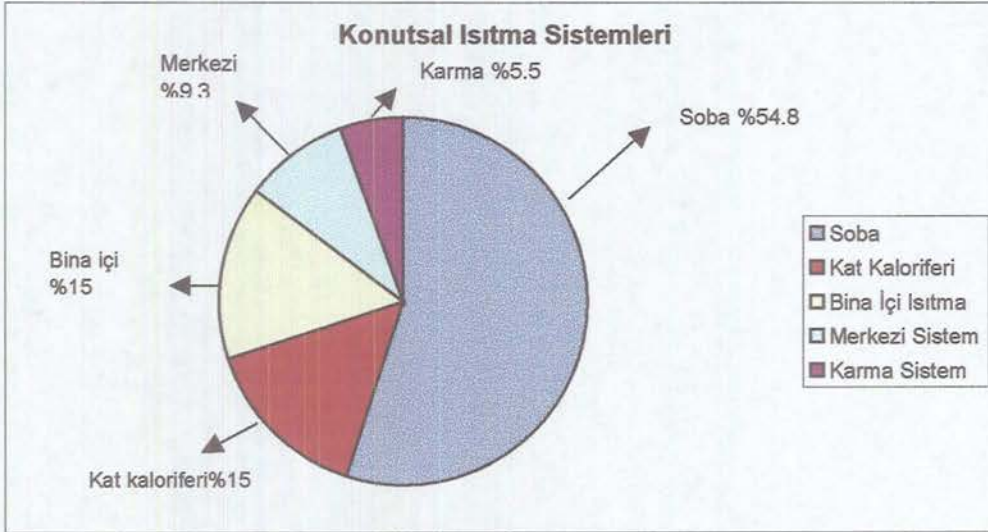
Birim yakıt başına düşen baca gazı miktarı yakıt miktarı ile çarpılarak yıllık baca gazı debisi bulunmuş ve gram cinsinden hesaplanan yıllık emisyon değerleri bu değere bölünerek kirleticilerin baca gazındaki yaklaşık konsantrasyonları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Ek-5'deki haritalardan incelenebilir.

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada Eskişehir kent merkezinde bulunan binalar ısıtma sistemleri ve kullanılan yakıtlar açısından incelenmiştir. Söz konusu binalarda evsel ısınma amaçlı yakıt tüketimi sonucu meydana gelen emisyon değerleri emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmış ve CBS yardımı ile konulu haritalar üretilmiştir.

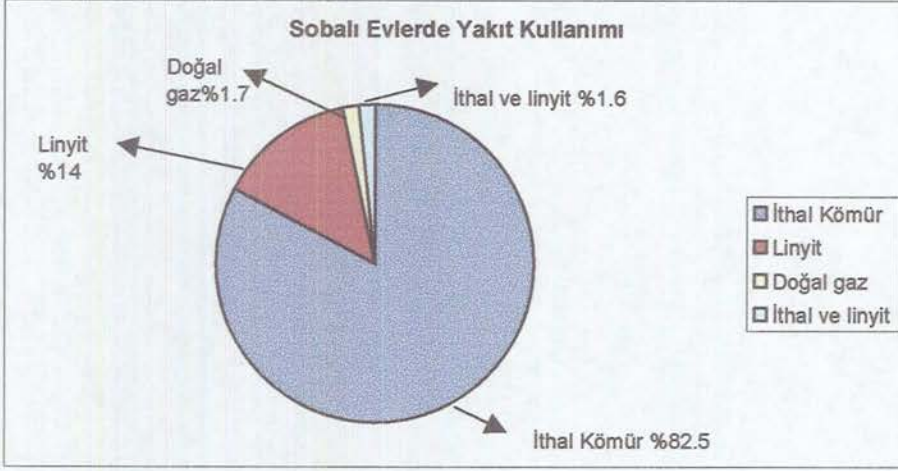
Her ne kadar H.K.K.Y. 'inde konutlar için bir emisyon standardı olmasa da elde edilen veriler bu tür binalardan kaynaklanan emisyonların hiç de küçümsenemeyecek boyutlarda olduğunu göstermiştir. Kullanılan yakıtlar açısından kömür ve türevlerinin hava kirliliğinde payının büyük olduğu bir gerçektir. Doğal gaz ise kömüre göre nispeten daha kabul edilebilir değerler verse de hidrokarbon emisyonu açısından yüksek konsantrasyonlara rastlanmıştır.

Önceki bölümlerde adı geçen mahallelerden toplanan 12238 kayıt doğrultusunda Eskişehir merkez ilçede bulunan binaların %54.8'i soba, %15.0'i kat kaloriferi, %15'i bina içi kaloriferli ısıtma, %9.3'ü merkezi sistem, %5.5 ise soba ve kat kaloriferli karma sistem ile ısıtılmaktadır (Şekil 7.1.).



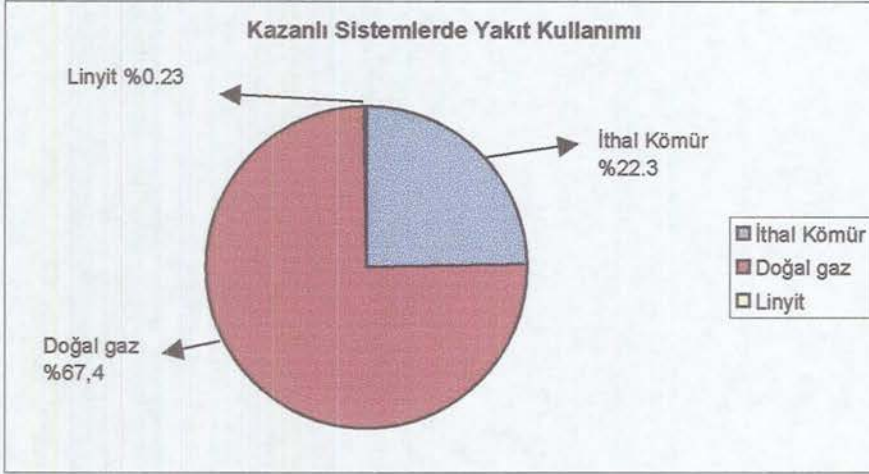
Şekil 7.1. Konutsal ısıtma sistemlerinin dağılımı

Sobalı evlerin %82.5'i ithal kömür, %14.0'ü linyit, %1.7'si doğal gaz ve %1.6'sı da hem ithal kömür hem de linyit kullanmaktadır (Şekil 7.2.).



Şekil 7.2. Sobalı evlerde yakıt kullanımını

Kazan sistemli evlerin %22.3'ü ithal kömür, %67.4'ü doğal gaz, %0.23'ü linyit kullanmaktadır.



Şekil 7.3. Kazanlı sistemlerde yakıt kullanımı

Kalori cinsinden yıllık ısı ihtiyacını gösterir haritaya (Ek-3) göre en fazla ısınma enerjisi ihtiyacı batıdaki mahallelerde dir. Bunun sebebi burada çok katlı binaların olması ve dolayısıyla binada yaşayan kişi sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden ısınma enerjisi ihtiyacı bu binalar için yüksek çıkmıştır. Ancak; yapılan anket sonuçları değerlendirilerek her bir örnek için kişi

başına düşen ısınma enerjisi ihtiyacı hesaplanıp, en küçük değerden en büyük değere doğru sıralama yapıldığında, çok katlı ve fazla sayıda konut içeren, doğal gaz kullanılan binalarda daha az yakıt tüketildiği görülmektedir (Çizelge 7.1.). Birim alana düşen ısınma enerjisi ihtiyacı için yapılan sıralama da aynı sonucu göstermektedir (Çizelge 7.2.). Bu yüzden bir bina için yapılacak yakıt tüketimi ile ilgili tahminlerde o binada yaşayan kişi sayısının yanı sıra konut sayısı gibi başka faktörleri de dikkate alan daha geniş kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Çizelge 7.1. Kişi/kcal yıl değerlerinin en azdan en fazlaya sıralanması

Mahalle Adı	Kat Sayısı	Konut Sayısı	Kişi Sayısı	Isıtma Sistemi	Yakıt	kcal/kişiyıl
Tepebaşı	5	63	252	Merkezi	Doğalgaz	2197125
Vişnelik	10	38	125	Kaloriferli	Doğalgaz	2721600
Bahçelievler	7	40	150	Merkezi	İthal kömür	3400000
Tepebaşı	6	24	91	Kaloriferli	Doğalgaz	3461682
Emek	5	5	19	Kaloriferli	İthal kömür	4421053
Işıklar	1	1	4	Sobalı	İthal kömür	4500000
Akarbaşı	9	15	60	Kaloriferli	Doğalgaz	4975020
Vişnelik	4	1	2	Kat Kaloriferli	Doğalgaz	6075000
Kırmızıtoprak	4	8	16	Kaloriferli	İthal kömür	7500000
Şirintepe	2	2	3	Kaloriferli	İthal kömür	8000000
Arifiye	3	1	2	Kat Kaloriferli	Doğalgaz	8910000
Kırmızıtoprak	8	15	40	Kaloriferli	Doğalgaz	9112500
TOPLAM						65273979

Çizelge 7.2. Kcal/yıl m² değerlerinin en azdan en fazlaya sıralanışı

Mahalle Adı	Konut Sayısı	Alan(m ²)	Isıtma Sistemi	Yakıt	kcal/yıl	kcal/ yıl m ²
Tepebaşı	63	150	Merkezi	Doğal gaz	553675500	58590
Vişnelik	38	150	Kaloriferli	Doğal gaz	340200000	59684
Bahçelievler	40	150	Merkezi	İthal kömür	510000000	85000
Vişnelik	1	130	Kat Kaloriferli	Doğalgaz	121500000	93461
Şirintepe	2	120	Kaloriferli	İthal kömür	240000000	100000
Emek	5	130	Kaloriferli	İthal kömür	840000000	129230
Tepebaşı	24	100	Kaloriferli	Doğal gaz	315013050	131255
Akarbaşı	15	150	Kaloriferli	Doğal gaz	298501200	132667
Kırmızıtoprak	8	90	Kaloriferli	İthal kömür	120000000	166666
Işıklar	1	100	Sobalı	İthal kömür	180000000	180000
Kırmızıtoprak	15	130	Kaloriferli	Doğal gaz	364500000	186923
Arifiye	1	90	Kat Kaloriferli	Doğal gaz	178200000	198000
TOPLAM						1521478

Kullandıkları yakıt türüne göre ısıtma sistemlerinin meydana getirdikleri emisyon miktarları Çizelge 7.3'de özetlenmiştir.

Çizelge 7.3. Kullanılan yakıt türüne göre ısıtma sistemlerinden kaynaklanan emisyonlar

Isıtma Sistemi	Yakıt	CO (g/m ³)	NO _x (g/m ³)	SO ₂ (g/m ³)	Toz (g/m ³)	C _m H _n (g/m ³)
Kazanlı Sistem	Doğal gaz (%93)*	0.66-0.694	0.09-0.109 ^(b)	0.0019-0.003	0.03-0.0319	1.93-1.93
	İthal Kömür (%88)	2.42-3.17	0.25-0.27	0.7-0.71	0.22-0.24	8.4-9.09 ^(a)
	Soma Linyiti (%98)	52.6-52.6 ^(a)	0.4-0.4	6.4-6.4 ^(a)	5.76-5.76 ^(a)	4.64-4.64
Sobalı Sistem	Doğal gaz (%94)	0.41-0.455 ^(b)	0.18-0.192	0.0018-0.0029 ^(b)	0.02-0.0224 ^(b)	0.07-0.18
	İthal Kömür (%96)	3.17-5.85	0.27-0.35	0.62-0.7	0.24-0.31	0.03-0.037 ^(b)
	Soma Linyiti (%98)	5-5	0.42-0.42 ^(a)	2.4-2.4	0.6-0.6	0.1-0.1

* Emisyon değerlerinin geçerli olduğu bina oranı ^(a)Maksimum değer ^(b) Minimum değer

Ek-5'de verilen emisyon dağılımını gösterir haritalardan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

7.1. CO Emisyon Dağılımı

CO emisyon standardı her kapasitedeki katı yakıt kullanan tesisler için 250 mg/m³; gaz yakıtlı tesislerde ise 100 mg/m³'dür. Bu standardın bölge genelinde aşıldığı gözlemlenmiştir. Ancak yüksek konsantrasyonların ithal kömür ve Soma linyiti kullanan binalarda yoğunlaştığı görülmektedir. Kent merkezinin batısında kalan mahallelerde çoğunlukla kazanlı sistem ile ısınmakta ve ithal kömür ile doğal gaz kullanmaktadır. Bu mahallelerde emisyon değerleri 250 mg/m³ ile 2000 mg/m³ arasında değişmektedir (Ek-5). İthal kömür ve linyit kullanan ve soba ile ısınan binaların yoğunlaştığı mahallelerde CO konsantrasyonu 2000 ila 5000 mg/m³ arasındadır. Soma linyiti kullanan, kazanlı sistem ile ısınan binalarda ise bu değer 52600 mg/m³'e kadar yükselmektedir (Çizelge 7.3).

7.2. NO_x Emisyon Dağılımı

NO_x emisyon standardı ısı gücü 50 MW'dan büyük, katı yakıt kullanan yeni tesislerde 800 mg/m³; eski tesislerde ise 1000 mg/m³'dür. Bu değer genellikle aşılmadığı gözlenmiştir. Ancak, Ek-3'de görülen haritadan da anlaşılacağı gibi, emisyonların yoğunlaştığı bölgeler soba ile ısınan, ithal kömür ve linyit kullanılan mahalleler olarak göze çarpmaktadır (320-500 mg/m³).

Bu değer gaz yakıtlar için ısı değeri 100MW'dan büyük ya da eşit tesislerde 500 mg/m³'dür. Bu değer gerek kazanlı sistemlerde (90-109mg/m³) gerekse sobalı binalarda (180-192mg/m³) aşılmadığı gözlenmektedir (Çizelge 7.3).

7.3. SO₂ Emisyon Dağılımı

H.K.K.Y.'ne göre kükürt dioksit için emisyon standardı katı yakıt kullanan, ısı gücü 300 MW'dan küçük olan ızgaralı ve toz yakmalı tesisler için 2000 mg/m³'dür. Kükürt dioksit emisyonunun genellikle soba ile ısınan ve ithal kömür kullanan binalarda 620-700 mg/m³ arasında kaldığı, Soma linyiti kullanan binalarda ise 2400 mg/m³ değerine ulaştığı görülmüştür. Ancak kazanlı sisteme sahip olup, Soma linyiti kullanılan binalarda bu değer 6400 mg/m³'e kadar çıkmaktadır. İthal kömür kullanan kazanlı sistemlerde ve sobalı konutlarda SO₂ emisyonu açısından pek bir fark yoktur (Çizelge 7.3.). Ek-3'de görülen haritadan da anlaşılacağı gibi, SO₂ emisyonunun sobalı binaların yoğunlaştığı mahallelerde ve özellikle Soma linyiti kullanılan binalarda (929 adet) yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir.

Standart değer, gaz yakıtlı tesisler için ısı gücü 100 MW'dan daha az olan gaz yakıtlı tesisler için 100 mg/m³'dür. Bu değer doğal gaz kullanan binalarda aşılmadığı anlaşılmaktadır (Çizelge 7.3).

7.4. Toz Emisyonu Dağılımı

Toz emisyon standardı ısı gücü 150-600 kW arası olan elle yükleme sistemli katı yakıtlı yeni tesislerde 150 mg/m^3 ; eski tesislerde ise 200 mg/m^3 'dür. Bu değerlerin ithal kömür kullanan gerek kazanlı sistemlerde gerekse sobalı sistemlerde ($220-310 \text{ mg/m}^3$) aşıldığı gözlenmektedir. Özellikle Soma linyiti kullanılan kazanlı sistemlerde 5760 mg/m^3 değerine ulaşıldığı görülmektedir (Çizelge 7.3.). Toz emisyonunun özellikle kömür kullanılan, soba ile ısınan binaların bulunduğu mahallelerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Ek-3).

Bu standart, gaz yakıt kullanan, ısı gücü 100MW'a eşit ya da daha az olan tesisler için 10 mg/m^3 'dür. Bu değer kazanlı sistemlerde ve sobalarda $20-32 \text{ mg/m}^3$ arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 7.3.).

7.5. C_mH_n Emisyon Dağılımı

Emisyon miktarları hesaplanan C_mH_n formundaki hidrokarbonlardan H.K.K.Y.'de organik buhar ve gazlar tanımlaması altında söz edilmektedir. Buna göre n-hekzan (C_6H_{14}), n-pentan (C_5H_{12}), siklohekzan (C_6H_{12}), metilsiklohekzan ($C_6H_{11}CH_3$) III. Sınıf, ksilen [$C_6H_4(CH_3)_2$], metilnaftalin ($C_{10}H_7CH_3$), naftalin ($C_{10}H_8$), siklohekzanon (C_6H_{10}), stiren=feniletilen ($C_6H_5CHCH_2$), tetrahidronaftalin ($C_{10}H_{12}$), toluen ($C_6H_5CH_3$) II. Sınıf kirleticilerdir. Yönetmelikte "Atık gazlarda bulunan organik bileşiklerin buhar ve gaz biçimindeki emisyonları, aynı sınıftan birden fazla bileşik bulursa dahi bunların toplam emisyonları, aşağıdaki değerleri aşamaz." denmektedir.

I'inci sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (0,1 kg/h ve üzerindeki emisyon debileri için)	20 mg/m^3
II'inci sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (3 kg/h ve üzerindeki emisyon debileri için)	150 mg/m^3
III'üncü sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (6 kg/h ve üzerindeki emisyon debileri için)	300 mg/m^3

Birden fazla sınıfa ait organik bileşiklerin birlikte atılması durumunda, yukarıda verilen değerlerin aşılmaması kaydıyla, toplam emisyon konsantrasyonu 300 mg/m^3 'ü geçmemelidir.

C_mH_n emisyonunun genellikle kazanlı sistemlerin bulunduğu binalarda yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle ithal kömür kullanılan binalarda C_mH_n emisyonu $8400-9090 \text{ mg/m}^3$ arasında değişmektedir. Doğal gazlı binalarda ise bu değer 1930 mg/m^3 kadardır. Bu değer sobalı binalarda ise nispeten daha düşüktür (Çizelge 7.3.)

Sonuç olarak C_mH_n emisyonları kütleli debileri itibarıyla değerlendirilmemiş olmakla birlikte, hesap yoluyla bulunmuş olan değerlerin genelde yüksek olduğu, genellikle Vişnelik, Akarbaşı ve Kırmızıtoprak gibi, kazanlı sistemlerin yoğunlukla kullanıldığı mahallelerde yoğunlaştığı görülmektedir (Ek-5).

Çalışma sonucunda elde edilen veriler tahmini yakıt tüketimi verilerine dayanmaktadır. Eskişehir merkez ilçede yakılan katı yakıtların miktarları ve özellikleri ile ilgili yeterli bilgi yoktur. Hava kirliliğinin yoğun olduğu dönemlerde şehre giren kömür kamyonlarının tartılarak denetlendiği öğrenilmişse de, doğal gazın kente girmesi ile birlikte bu tür çalışmalar durmuştur. Kömür tüketimi ile ilgili mahrukatchılar derneğinden alınan tahmini değerlerden başka güvenilir bir kaynak bulunmamaktadır. Eskişehir ilinde hizmet veren belli başlı kömür dağıtım şirketleri ise satış ile ilgili bilgileri vermekten kaçınmıştır.

Gelecekte genişletilmesi düşünülen merkez ilçe sınırları yeni yerleşim yerlerinin oluşmasına sebep olacaktır. Artan nüfusla birlikte doğal çevre üzerindeki baskı da artacaktır. Bu yüzden gelecek için yapılan planlarda çevre kalitesi de düşünülerek ve bugünkü durum saptanıp projeksiyonlar yapılmalıdır. Bu da etkili bir çevre yönetim sistemi ile olur. Bu konuda yapılması gereken çalışmalar ne yazık ki çevre problemleri tehlikeli boyutlara vardığında düşünülmekte, daha sonra unutulmaktadır.

Karar verici merciler tarafından doğru ve güvenilir verilere zamanında ulaşılması önemlidir [26]. Bunun için de konuyla ilgili bir veri tabanının belli bir sistem içinde oluşturulması ve sürekli yenilenmesi gerekir. Bugün gelişmiş ülkelerle ilgili tüm çevresel verilere ulaşmak, değişik analizler yapmak çok

kolaydır. Ülkemizde ise bu eksiklik hissedilmekte ve Ulusal Çevre Veritabanı Sistemini oluşturmak için çalışmalar başlatılmıştır [27].

Bu çalışma, eksikliği hissedilen çevre veri tabanının oluşturulmasına yardımcı olacak bir çalışmadır. CBS kullanılarak, çevresel etki değerlendirmelerinde coğrafi anlamda konumlandırılmış ve haritalandırılmış bilgilerin kullanılması sağlanmıştır.

8. ÖNERİLER

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen emisyon değerleri incelendiğinde, özellikle kazanlı ısıtma sistemlerine sahip olup Soma linyiti kullanan binaların CO, SO₂ ve toz konsantrasyonlarının kullanılan emisyon faktörleri doğrultusunda çok yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Literatür araştırmaları sonucunda emisyon faktörlerinin oluşturulması konusunda ülkemizde sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmüş, bu veriler literatür verileriyle karşılaştırmalı olarak Çizelge 8.1.'de verilmiştir. Bu tez kapsamında hazırlanan emisyon envanterlerinde yöresel anlamda daha gerçekçi değerler elde edilmesi için soba ve kazanlı sistemler için ayrı ayrı emisyon faktörlerinin verildiği kaynak [24] kullanılmıştır.

Çizelge 8.1. a) Taş kömürü ve linyitin elle beslemeli kazanda yakılması için emisyon faktörleri [24, 28, 29, 4]

	TAŞ KÖMÜRÜ (ANTRASİT)				LİNYİT (BİTÜMLÜ KÖMÜR)			
	Durmaz, v.d.(1994)* (g/kg)	Kural, 1998 (g/kg)	Devitt, 1984 (g/kg)	Perkins, 1974 (g/kg)	Durmaz, v.d.(1994)* (g/kg)	Kural, 1998 (g/kg)	Devitt, 1984 (g/kg)	Perkins, 1974 (g/kg)
Verim	0.62	-	-	-	0.55	-	-	-
SO ₂	4.60	19.50S	17.18S	17.25S	32.20	15.50S	17.18S	17.25S
Toz	1.45	5.00	4.54	2.00A-24.00A	28.80	7.50	9.08	2.00A-24.00A
NO _x	1.63	1.50	1.36	3.63	2.00	1.50	1.36	3.63
CO	15.70	0.30	40.86	22.70	263.00	45.00	40.86	22.70
C _m H _n	58.10	-	1.13	4.54	23.20	-	9.08	4.54

S: Yakıtta küllükürüt yüzdesi A: Yakıtta kül yüzdesi

* TU-AIRPOLLUT isimli proje kapsamında üretilmiş emisyon faktörleridir. Linyit verileri Soma linyitine aittir. Bu veriler bu çalışmada kullanılan emisyon faktörleridir.

Çizelge 8.1. b) Doğal gaz yakma sistemleri için emisyon faktörleri [24, 29, 4]

	Durmaz, v.d.(1994)* (g/m ³)	Devitt, 1984 (g/ m ³)	Perkins, 1974 (g/ m ³)
Verim	0.850		-
SO ₂	0.017	0.010	0.006
Toz	0.280	0.008-0.240	0.305
NO _x	0.820	1.280	1.860
CO	5.900	0.320	0.006
C _m H _n	17.400	0.128	N

N: İhmal edilebilir.

İthal kömür veya taş kömürü için yaklaşık %1.26-1.39 kükürt oranı kabul edilerek SO₂ emisyon faktörleri karşılaştırıldığında, Durmaz, v.d. (1994) [24] tarafından yapılan çalışmadan alınan değerlerin diğer kaynak verilerine göre yaklaşık ¼ oranında daha küçük olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, Soma linyiti için %1.5-1.75 kükürt oranı kabul edildiğinde, diğer kaynaklarda taş kömür ile hemen hemen aynı emisyon faktörlerinin kullanıldığı görülürken Durmaz, v.d. (1994) [24] tarafından üretilen emisyon faktörünün diğer kaynak verilerinden 2 kat daha büyük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, Durmaz, v.d. (1994) [24] verileri Soma linyitinin taş kömürüne göre 7 kat daha fazla SO₂ emisyonuna neden olduğunu gösterirken diğer kaynaklara göre bu iki kömür türü hemen hemen aynı oranda emisyon değerlerini vermektedir.

Doğal gaz için verilen SO₂ emisyon faktörleri üç kaynak için de birbirine yakın değerler olarak görülmektedir.

Taş kömürü için toz emisyon faktörlerini incelediğimizde, Durmaz, v.d. (1994) [24] değerinin diğerlerine göre yaklaşık 3 kat daha düşük olduğu görülmektedir. Soma linyiti için aynı değer diğerlerinden yaklaşık 4 kat büyüktür. Durmaz, v.d. (1994) [24] verileri Soma linyitinden kaynaklanan toz emisyonun taş kömüre göre yaklaşık 20 kat daha fazla olduğunu belirtirken, diğer kaynaklara göre bu oran yaklaşık 2 kat daha büyüktür.

Toz emisyonu doğal gaz için genellikle 0.240-0.305 g/m³ arasında değişmektedir.

NO_x için emisyon faktörleri hem taş kömürü hem de Soma linyiti açısından nispeten yakın değerleri olsa da, Durmaz, v.d. (1994) [24] verileri Soma linyiti için %23 daha fazla NO_x emisyonu öngörmektedir.

Doğal gazdan kaynaklanan NO_x emisyonu için Durmaz, v.d. (1994) [24] tarafından verilen değer diğer kaynaklardan elde edilen değerlerin yaklaşık yarısı kadardır.

CO için emisyon faktörleri arasında, taşkömürü söz konusu olduğunda, en düşük değer 0.30 g/kg en yüksek değer ise 40.86 g/kg'dır. Soma linyiti için ise en düşük eğer 22.70 g/kg en yüksek değer ise 263.00 g/kg'tür. Durmaz, v.d. (1994) [24] verilerine göre Soma linyiti taş kömürüne göre 16.7 kat daha fazla CO

emisyona neden olmaktadır. Kural (1998) [28] tarafından üretilen verilere göre ise bu oran 150 kattır.

Doğal gaz için kullanılan CO emisyonu faktörü çok fazla çeşitlilik göstermektedir. En düşük değer 0.006 g/m^3 iken en yüksek değer 5.900 g/m^3 olarak görülmektedir.

C_mH_n için verilen emisyon faktörleri taş kömürü için çok fazla farklılık gösterse de Durmaz, v.d. (1994) [24] verileri diğerlerine oranla çok yüksek olup; Devitt (1984) [29] tarafından verilen emisyon faktörünün 51.4 katıdır. Soma linyiti için ise aynı değer Devitt (1984) [29] tarafından üretilen verilerin yaklaşık 2.5 katıdır. Durmaz, v.d. (1994) [24] verileri Soma linyitinin taş kömürüne kıyasla 2.5 kat daha az C_mH_n emisyonuna neden olduğunu varsayarken, Devitt (1984) [29] verilerine göre, tam tersine taş kömürünün yakılması durumunda yaklaşık 8 kat daha fazla C_mH_n oluşmaktadır.

Doğal gazın yakıt olarak kullanılması sonucu meydana gelebilecek C_mH_n emisyonu Perkins (1974) [4] tarafından yapılan çalışmaya göre ihmal edilebilir. Durmaz, v.d. (1994) [24] tarafından üretilen verilere ise Devitt (1984)[29] tarafından üretilenlerin 136 katı kadar büyüktür.

Bütün bu değerlendirmeler sonucunda emisyon faktörleri ile ilgili yapılan çalışmaların yöresel bazda yakıt ve yakıcı özellikleri ile yakma şekline bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebileceği anlaşılmaktadır. Ancak ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar yetersiz olup, literatürde geçen emisyon faktörlerinin güvenilirliği konusunda, yurt dışında yapılan çalışmalarda olduğu gibi, bir derecelendirme söz konusu değildir. Emisyon faktörleri konusunda istatistiksel değerlendirmelerin de yer aldığı daha detaylı çalışmaların yapılmasının gerektiği açıktır.

Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda önerilebilecek seçenekler aşağıda verilmektedir.

8.1. Doğal Gaz Kullanımının Kent Merkezinde Yaygınlaştırılması

Doğal gaz diğer yakıt türleri arasında daha homojen yapılı olması, minimum %85 oranında metan gazından oluşması nedeniyle daha düşük

oranlardaki hava fazlalığı ile tam yanma sağlanabilmektedir. İçindeki kükürt yüzdesi düşük olduğu için SO_2 ve SO_3 gibi gazların oluşumu düşük seviyelerde kalmaktadır. Yeraltı boru şebekesi ile dağıtımı yapıldığı için ayrıca depolanmasına gerek yoktur. Ancak verimli bir şekilde yakılmadığı zaman bu yakıt da NO_x ve CO emisyonlarına neden olmaktadır. Ayrıca doğal gazın yapısı nedeniyle çok fazla su buharı oluşmaktadır. Bu su buharı ile birlikte enerjinin yaklaşık %30'u da dışarıya atılmaktadır. Bu da dünya çapında artan enerji fiyatları düşünüldüğünde doğal gazın en uygun sistemlerle verimli olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır [30]. Özellikle ülkemizde kullanılan doğal gazın dış kaynaklı olması dolayısıyla fiyat artışları ya da düşüşlerinin uzun vadede belirsizliği önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

8.2. Verimli Yanmanın Sağlanması

Ülkemizde ısı değeri düşük, bitümsüz ve çok miktarda yabancı maddelerle karışık bir tür olan linyitler çok büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Ekonomik açıdan ucuz olması nedeniyle özellikle düşük gelir grubu kesimi ısıtmada soba ve bu tür kömürleri tercih etmektedir. Bu potansiyeli kullanmak amacıyla linyit türü kömürlerin ısı verimlerinin ve emisyon davranışlarının iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. A. Durmaz, Y. Ercan ve A. Boran [31] tarafından tasarlanan bir linyit sobası bu çabalara bir örnek olarak gösterilebilir.

8.3. Şehir Isıtmacılığı

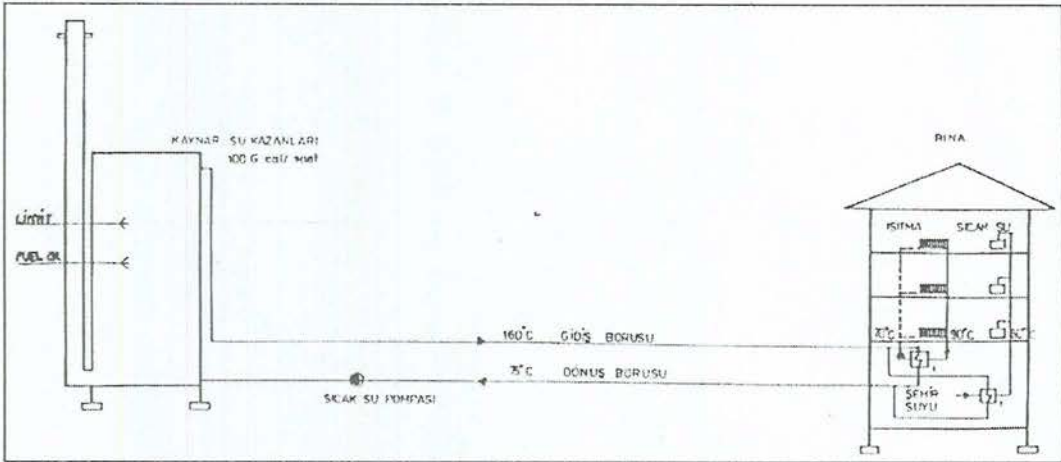
Şehir ısıtmacılığı, her binayı ısıtmak için, kalorifer kurarak ve kazan yakarak ısıtma yerine, şehrin bir veya bir kaç yerine kurulan ısı santrallerinden elde edilen kaynar suyu borular ile şehir içinde dağıtmak ve binaları bu kaynar su ile ısıtmaktır. Şehir ısıtma tesisatı üç kısımdan oluşmaktadır.

1. Isı Santrali; suyu kapalı ortamda 160-180 dereceye kadar ısıtarak şebekeye sevk eder.

2. Boru Şebekesi; genellikle cam yünü ile yalıtılan ve korumak için de alüminyum veya galvanizli sac levha ile sarılan borular, konutların yoğun olduğu yerlerde toprak altındaki beton kanallar içinden, konutların yoğun olmadığı yerlerde ise toprak üstünden geçirilerek döşenir. Kilometrede sıcaklık kaybı en fazla 0.25 derecedir.
3. Eşanjör-Isı Dönüştürücüsü; bir çeşit kazandır ve kalorifer kazanı görevini yapar. Deposunda, kalorifer tesisatı içinde dolaşan sıcak su bulunur. Bu sıcak su ısı santralinden 160-180 derecede gelen ve eşanjör deposundaki borular içinden geçen kaynar su ile 90 dereceye kadar ısıtılır ve kalorifer tesisatına pompalanır. Kalorifer suyunu ısıtıttıktan sonra 75-80 dereceye düşen su ise, dönüş borusu ile tekrar ısınmak için ısı santraline gider (Şekil 8.1.).

Şehir ısıtmasındaki tesisatın büyüklüğü dolayısıyla yakma işlemi mühendis ve teknisyenlerin gözetiminde ve ileri düzeyde cihazların kontrolünde yapılmak zorundadır. Bu yüzden yakma işleminden elde edilen randıman, bina bazında yapılandan daha çok olacaktır. Ayrıca değerlendirilemeyen düşük kalitede kömürler yakılarak değerlendirilebilir [32].

Eskişehir'de bulunan jeotermal (sıcak su) kaynaklarının da bu sistem içinde kullanılarak konutların ısıtılması sağlanabilir. Bu alanda 30° C'lik sıcak suların da kullanılabildiği bilinmektedir [33,34]. Eskişehir ilinde yapılan sondaj çalışmaları Çizelge 8.2.'de özetlenmektedir. Jeotermal enerji 1 cent/kW'a elde edilebilirken, fue-oil'in birim fiyatı 6 cent/kW'ı bulmaktadır. Elektrik enerjisinin maliyeti ise 9 cent/ kW'dır [34].



Şekil 8.1. Şehir ısıtma tesisatı işletme şeması [32]

Çizelge 8.2. Eskişehir İlinde açılan sondajlar [33]

Kuyu No	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn)	Üretim şekli
ES-1	1985	750	-	-	-
ES-2	1985-1986	750	36	3	Artezyen
ES-3	1986	112	45	6	Artezyen

Bu anlamda çalışmadaki bulgular şehir ısıtmacılığının ekonomik olduğu yönündedir. Ancak, şehir ısıtması için gerekli ekipmanın sağlanması ve şehre şebeke döşenmesi maliyeti yüksek yatırımlardır. Bu konuda sistemin ne kadar zamanda kendini amorti edebileceği ve hava kirliliği açısından ne kadar azalma sağlayacağı konusunda ciddi çalışmalara ihtiyaç vardır.

Son söz olarak yapılan çalışmayı temiz hava planlarının hazırlanması aşamaları ile karşılaştırmak gerekirse, üç bölümden söz edilebilir:

- mevcut durumun belirlenmesi,
- mevcut durum değerlendirilmesi ile geleceğe dönük planların hazırlanması,
- hazırlanan planların uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması [2].

Mevcut durumun belirlenmesi veri toplanması ve yeni veri üretilmesi işlemlerini kapsar. Bu amaçla evsel ısıtmadan kaynaklanan hava kirliliğinin belirlenmesi, Eskişehir için bu aşamanın bir bölümünü oluşturmaktadır. Bina

bazında toplanan ısıtma sistemi, yakıt türü gibi bilgiler mevcut durumun tahmini için kullanılmıştır. Bunun yanı sıra yapılması gereken çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Bölgenin hava kalitesinin belirlenmesi: Geçmişte yapılmış olan hava kalitesi ölçümleri toplanmalı, ölçüm yerleri, sayısı ve ölçülen parametreler belirlenerek gerekirse yeni ölçüm istasyonları oluşturulmalıdır.
2. Kirletici kaynakların belirlenmesi: Evsel kaynakların dışında ayrıca endüstriyel kaynaklarla birlikte taşıtları da kapsayan kaynak envanterleri oluşturulmalıdır.
3. Bölgede kullanılan yakıtların cinsi, miktarları, özellikleri ve temin edildikleri yerler belirlenmelidir.
4. Meteorolojik özelliklerin belirlenmesi: Bölgenin meteorolojik özellikleri çok iyi saptanmalıdır [2].

Temiz hava planlarının ikinci aşaması mevcut durumun belirlenmesi için toplanan verilerin değerlendirilmesi ve planların oluşturulmasıdır. Yapılan çalışma kapsamında elde edilen veriler değerlendirilmiş, emisyon faktörleri yöntemi yardımıyla emisyon hesaplamaları yapılmış ve mevcut duruma ait haritalar üretilmiştir. Bu aşamada ayrıca elde edilen sonuçların meteorolojik koşullar ve hava kalitesi verileri ile birlikte değerlendirilmesi ve buna göre kirlilik haritalarının oluşturulması gereklidir. Ancak bu sonuçlara göre kısa ve uzun dönemde alınacak önlemler belirlenebilir. Kısa dönemde alınacak önlemler ;

- Kirletici kaynakların denetimi ve kontrol altına alınması,
- Daha temiz yakıtların (hava kirlenmesine daha az etkisi olacak) kullanılmasının sağlanmasıdır.

Uzun dönemde uygulanacak önlemler şu şekilde özetlenebilir:

- Kaynaklarda daha az kirlenme oluşturacak teknolojilerin kullanımı ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi,
- Kullanılan teknolojilere uygun olarak daha yüksek verimli kirletici kontrol teknolojilerinin kullanımının sağlanması,
- Temiz yakıtların üretilmesinin sağlanması

- Yakıtlara uygun daha yüksek verimli yeni yakma sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması,
- Bölgenin yeni arazi kullanım planlarının oluşturulması, sanayi bölgelerinin yerleşim ve tarım alanlarını etkilemeyecek şekilde planlanması [2].

Bu çalışmada kısa vadede doğal gaz kullanımının kent merkezinde yaygınlaştırılması önerilirken; uzun vadede alınabilecek önlemler açısından ise verimli yanmanın sağlanması ve şehir ısıtmacılığı gibi konular ele alınmıştır.

Temiz hava planlarının hazırlanması kadar, planın uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması önemlidir. Türkiye’de THP hazırlanmasında kolaylık sağlamak ve hava kirlenmesi ile ilgili değerlendirmelerin daha doğru yapılabilmesi için aşağıdaki önerilerin uygulanması yerinde olur:

- İl bazında emisyon envanterleri ve veri bankaları acilen oluşturulmalıdır.
- Hava kalitesi ölçüm istasyonlarının sayıları arttırılmalı, kalitesi yükseltilmelidir.
- Meteoroloji istasyonlarının kalitesi yükseltilmeli, hava kirlenmesine ilişkin parametrelerin ölçülmesi yaygınlaştırılmalıdır.
- Hassas kirlenme bölgelerine ilişkin bütün düzenlemelerde yerel yönetimlere (Valilik ve Belediyeler) daha fazla yetki verilmelidir.
- Yatırım kararlarında bölgenin temiz hava planları dikkate alınmalıdır [2].

KAYNAKLAR

1. IŞIKEL, K., *21. Yüzyıla Girerken Enerji Tüketiminin Optimize Edilmesi ve Hava Kirliliğinin Önlenmesi*, İzolasyon Dünyası, 21, 10-12, 2000.
2. MÜEZZİNOĞLU A., *Hava Kirliliği ve Kontrolü Esasları*, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 2000.
3. ÇAĞATAY D. ve AYAZ S., *Eskişehir Merkez İlçede Yanmadan, Kaynaklanan Hava Kirliliği Emisyon Envanterinin Hazırlanması*, Lisans Bitirme Tezi, Anadolu Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 2000.
4. MUTLU H., ÇENGEL A., NEVRUZ Y., KÖSEOĞLU O., ERTÜN T., BİLGİKARÇA Ş., MENKÜ İ., KARA S., KAYA M., DÖĞEROĞLU T., ve VAR F., *1995-1996 Kış Sezonunda Eskişehir'de Hava Kalitesinin İyileştirilmesi Amacıyla Konutlarda Yakılacak Kömürlerin Cins ve Kalitelerinin Tespiti*, Kömür Komisyonu Raporu, Eskişehir, 1995.
5. STERN, A. C., BOUBEL, R. W., TURNER, D. B., ve FOX, D. L., *Fundamentals of Air Pollution*, Academic Press, London, UK, 1984.
6. YAŞAMIŞ F., *Çevresel Yönetimin Temel Araçları*, İmge Yayınları, Ankara, 1995.
7. T.C. ÇEVRE BAKANLIĞI, *Çevre Notları*, Ankara, 1998.
8. SHY, C. M., *Epidemiologic evidence and the US air quality standarts*, American Journal of Epidemiology, 110, 661-671, 1979.
9. OECD, *Çevresel Başarı Raporu*, Türkiye, 1999.
10. ELBİR T., MÜEZZİNOĞLU, A. ve BAYRAM A., *Evaluation of some air pollution indicators in Turkey*, Environment International, 26, 5-10, 2000.
11. ATASOY, E., *Eskişehir'de Uçucu Organik Bileşiklerin (VOC) Emisyon Potansiyelinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Bitirme Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 2001.
12. YAŞAMIŞ, F., *Çevresel Yönetim ve Planlama*, Lider Yayınları, Ankara, 1989.

13. EPA, Emission Inventory Improvement Program, Volume I, *Introduction to Inventory Planning*, Chapter 4, USA, 1997.
14. BAŞBAKANLIK ÇEVRE GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, *Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği*, 2 Kasım 1986 gün ve 19269 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
15. İl Sağlık Müdürlüğü, 1992-2001 Eskişehir merkez ilçe SO₂ ve duman ölçüm değerleri, Eskişehir, 2000.
16. KARA S., YILDIRIM E., KAYTAKOĞLU S., DÖĞEROĞLU T. ve VAR F., *Eskişehir; Yapısı, Zenginlikleri, Faaliyetleri ile Bütünleşen Çevre Kalitesi*, (Basılmamış), Eskişehir, Kasım 1991.
17. BOTAŞ Genel Müdürlüğü, Eskişehir merkez ilçe 1996-2000 yılları evsel doğalgaz tüketim değerleri, Eskişehir, 2000
18. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Eskişehir merkez ilçe binalara ait ısıtma sistemleri, kullanılan yakıt türü, kat ve konut sayısı bilgileri, Eskişehir, 2000.
19. NEVIUS M. ve PIGG S., *Energy and Housing in Wisconsin: A Study of Single-Family Owner Occupied Homes*, Research Report, No:199-1, Energy Center of Wisconsin, Wisconsin, USA, 2000.
20. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Kömür Tevzi, Eskişehir merkez ilçe 1996-2000 yılları ithal ve soma kömürü satış rakamları, Eskişehir, 2000.
21. Çevre İl Müdürlüğü, Eskişehir merkez ilçe 1996-2000 yılları kömür ve LPG tüketimi, Eskişehir, 2000.
22. Mahrukatçılar Derneği, Eskişehir merkez ilçe 2000 yılı tahmini kömür satış miktarları, Eskişehir, 2000.
23. MAPINFO COOP., *Map Info 5.5 User Manual*, One Global View. Troy, Newyork, USA, 1999.
24. DURMAZ A., ERCAN Y. ve BORAN A., *Ankara Şehrinde Isıtma Tesislerinden Kaynaklanan Emisyonların Envanteri ve Yakıt Tahsis Politikalarının Isıtma Maliyeti ve Emisyonlara Etkisi*, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü İkinci Ulusal Sempozyumu, Eskişehir, 17, 1994.

25. EYİCE S., *Isı Ekonomisi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1973.
26. KEATING M., *Değişimin Gündemi*, UNEP Türkiye Komitesi Yayını, 1993
27. T.C. ÇEVRE BAKANLIĞI, *IV. Çevre Şurası Tebliğleri*, İzmir, 2000.
28. KURAL O. (Editör), *Kömür; Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri*, Chapter 23, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 1998.
29. CALVERT S. ve ENGLUND H.M. (Editör), *Handbook of Air Pollution Technology*, Chapter 15, John Wiley & Sons, Canada, 1984.
30. ARIN, G., *Doğal Gaz Yakma Sorunları*, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü İkinci Ulusal Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Anadolu ve Gazi Üniversiteleri, Eskişehir, 53, 1994.
31. DURMAZ A., ERCAN Y. ve BORAN A., *Yüksek Verimli ve Düşük Hava Kirlenici Emisyonlu Bir Linyit Sobasının Geliştirilmesi*, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü İkinci Ulusal Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Anadolu ve Gazi Üniversiteleri, Eskişehir, 493, 1994.
32. GÜRTAV S., *Hava Kirliliği, Enerji Ekonomisi, Çöp ve Şehir Isıtmacılığı*, Ar İnşaat Merkezi Isıtma Sistemleri, İstanbul, 1983.
33. ERİŞEN, B., AKKUŞ, İ., UYGUR, N. ve KOÇAK, A., *Türkiye Jeotermal Envanteri*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 223-234, 1996.
34. T.C. ÇEVRE BAKANLIĞI, *Çevreci Enerji: Jeotermal*, Çevre ve İnsan, 6, 20, 61-63, 1995.

EKLER

EK-1

1. ENVANTER PLANLAMASI :

Bir emisyon envanteri hazırlamanın nedenleri genellikle yasal zorunluluklardır. Hava kirliliği ile ilgili yönetmelikler atmosfere karışan kirleticilerin miktarını belirleyebilmek için özellikle emisyon envanterini zorunlu kılarlar. Daha küçük ölçeklerde ise bir işletmeye ait envanterler, inşaat ve işletme izinlerinin alınması, varolan izin belgelerindeki şartlara uyulup uyulmadığının kontrol edilmesi, kullanıma açılacak yeni kaynaklar için Çevresel Etki Değerlendirme raporlarının hazırlanması ve hava kalitesi yönetimi programlarında insan sağlığı risk değerlendirmesi ile ilgili çalışmalarda veri olarak kullanılabilir.

Emisyon envanterlerinin hazırlanması hangi amaç için olursa olsun, ayrıntılı bir planlama gerektirir. Emisyon envanterinin hazırlanması dört genel başlığa indirgenebilir. Bunlar sırasıyla;

1. Envanter kullanım alanlarının belirlenmesi
2. Ön planlama aktiviteleri
3. Envanter çalışma planı
4. Hava kalitesinin devamı için plan

1.1. Envanter Kullanım Alanlarının Belirlenmesi

Envanterin kullanım alanlarının belirlenmesi, envanter için harcanacak emeği, envanterin yapısını, veri kalitesi hedeflerini, ihtiyaç duyulacak personel ve kaynak yerleşimini, kaynak kategorilerini belirler. Envanter hazırlanırken ilk yapılması gereken şey envanterin nerede hangi amaçlarla ve kimler tarafından kullanılacağıının doğru olarak saptanmasıdır.

Emisyon envanterleri genellikle hava kalitesi çalışmalarında, hava kirliliği kontrolü için strateji geliştirme amacıyla, gelişmeleri takip etmek için, dağılım modellemelerinde, emisyon izinlerinin verilmesinde kullanılmaktadır.

1.2. Ön Planlama Aktiviteleri

1.2.1. Envanterin Kapsamı

Envanter ön planlarının ilk aşaması hazırlanacak envanterin kapsamının belirlenmesidir. Kirleticiler, emisyon kaynakları, kaynak sınıfları ve envanterin coğrafi sınırları veri toplanmadan önce belirlenmelidir. Bütün bu faktörler kaynak ve veri ihtiyacı bakımından envanter kapsamının belirlenmesine yardımcı olurlar.

Pek çok envanter için, coğrafi sınırlar politik sınırlar ile çakışır (il sınırı, ilçe sınırı, bölge sınırı, vb.). Envanter bölgeleri ortak hava kirliliği problemleri ile karşılaşılan alanların bir toplamıdır. Envanterin amacı, kapsama alanını tam olarak belirler.

Modelleme amacıyla hazırlanan envanterler belirli bir “model alanı” ile sınırlandırılmalıdır. Model alanı, bölgeyi daha küçük alanlara bölecek ayrı grid hücrelerinin büyüklüklerini hesaba katan ve bölgeyi kabaca çevreleyen gridler ile tanımlanır.

Bundan sonraki aşamada ise envanteri hazırlanacak kirleticiler belirlenir. Kirleticilerin belirlenmesi ile ilgili kaynak sınıfları da tanımlanacaktır. Ozon öncül gazları envanteri ile ilgili kirleticiler: VOC, NO_x, ve CO'dur. Kükürt oksit (SO₂), partikül madde, ve karbon monoksit (CO) gibi kirleticilerin ayrı envanterleri hazırlanabilirken, tehlikeli gaz emisyonları ile ilgili bir envanter yönetmelik listesindeki tüm 118 kirleticiyi de içermelidir. Bazı tehlikeli gazlar önemsiz derişimlerde bulunuyor ise envanterden çıkarılabilir. Sera gazları ile ilgili bir envanter; karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), nitrat oksit (N₂O) ve kloroflorokarbonlar (CFC), hidroflorokarbon (HFC) ve perflorine bileşikler (PFC) gibi gazları ve ek olarak da belirlenen bölgede önemli miktarlarda bulunuyor ise ozon öncül gazları içermelidir.

İlgili kirleticiler belirlendikten sonra genel kaynak sınıfları ve tipleri tanımlanır. Genellikle nokta, alan, hareketli ve biojenik kaynaklar ele alınır ve bu grupların kapsamına giren ilgili bölgedeki kaynaklar kabaca belirlenir. Envanter kapsamına dahil edilecek kaynaklar genellikle yönetmelikler tarafından envanter talep edilen kaynaklardır. Ancak durum gerektiriyorsa, envanteri hazırlayan kişi de ele alacağı kaynakları kendi belirleyebilir.

Sonuç olarak, envanter kapsamı tanımlanırken envanter sonuçlarının sunulacağı boyut ve zamanla ilgili ölçekler tanımlanmalıdır. Birden fazla ölçek de kullanılabilir. Ozon öncül gazları ile ilgili bir envanter, yıllık ve ayrıca ozon mevsimi süresince günlük olarak hazırlanabilir. Nokta kaynak envanterleri ise envanterin kullanım amacına göre dağılım boyutu dikkate alınarak, bacaları, fabrikaları ve bölgeleri kapsayabilir.

1.2.2. Kaynakların ve Çalışma Grubunun Belirlenmesi

Hazırlanmakta olan envanterin kapsamı ve karmaşıklık seviyesine göre uygun bir çalışma grubu oluşturulmalı ve gerekli kaynaklar belirlenmelidir. Çalışma grubu seçilirken envanterde planlanan işlerin tamamlanması için gerekli zaman ve tecrübe göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer çalışma grubu tecrübesiz ise envanter çalışma planı yapılırken personel eğitimi için de zaman ayrılmalıdır.

Gerekli kaynaklar (örneğin fonlar, aletler ve eğitim araçları) envanter çalışma planı uygulanmaya geçmeden hazır olmalıdır. Bazı durumlarda sağlanan kaynaklar, istenilen düzeyde bir envanter hazırlanması için yeterli olmayabilir. Böyle bir durumda eldeki kaynaklar değerlendirilerek yapılacak olan işlere öncelik sağlanması gerekecektir. Çalışma grubu ve kaynaklar belirlenmeden önce envanter hazırlanması için ayrılan bütçe ve maddi olanaklar iyi bilinmelidir. Envanter çalışma planı zamana göre hazırlanırken aynı tabloya bütçe ve kaynakların da zaman göre değişiminin eklenmesi faydalı olur.

1.2.3. Kurumlar Arası İletişim

Bir envanter hazırlanırken, gerek envanter çalışma grubu üyeleri arasında gerekse bu grup ile diğer kurum ve kuruluşlar arasında iyi bir iletişim ve etkileşim gerçekleşmelidir. İletişim kurulacak tüm kurum ve kuruluşlar tespit edilerek, çalışma grubu içinde görev dağıtımı yapılırken dikkate alınmalıdır. Bazı önemli noktalar şunlardır:

1. İletişim kurulması gereken kurum ve kuruluşlar henüz envanter çalışma planı hazırlanırken tespit edilmelidir.
2. Çizelgeler hazırlanmalı, hedefler belirlenmelidir.
3. Temas kurulacak kişiler önceden tespit edilerek kendilerinden istenecek yardım hakkında kısa bir not gönderilmelidir.
4. Rutin toplantılar planlanmalı ve;
5. Çalışma planı ve gerekli kaynakların da bu plana göre düzenlenmesi için öneriler gözden geçirilmelidir.

İletişimi ve bilgi paylaşımını sağlamak amacıyla telefon görüşmeleri ve düzenli yazışmalar yapılması gerekebilir.

1.3. Envanter Çalışma Planı:

Envanter Çalışma Planı bir kurumun nasıl bir envanter hazırladığını gösteren, yapılan işleri kademe kademe açıklayan bir dokümandır. Plan genel prosedürleri ve amaçları içermeli, hazırlayanın envanteri kullanıcılara nasıl sunmayı planladığını açık bir şekilde açıklamalıdır. Envanter Çalışma Planı hazırlayan kurum ile diğer kurumlar arasında iyi bir iletişim sağlanması envanterin de verimli bir şekilde hazırlanmasını sağlar.

Envanter çalışma planında belirlenen dokümantasyon prosedürleri envanterin tekrar gözden geçirilmesi sırasında kullanılabilir. Ayrıca çalışma planında veri toplanması ve düzenlenmesi için kullanılacak yazılı ya da bilgisayar ortamındaki tüm metotları da açıklamalıdır.

Envanter Çalışma Planı genel olarak aşağıdaki işleri kapsar;

- Envanter için coğrafi sınırların belirlenmesi
- Envanteri yapılacak kirleticilerin belirlenmesi
- Kaynak kategorilerinin belirlenmesi
- Envanterin zaman aralığının belirlenmesi (aylık, mevsimlik, yıllık, günlük, v.b.)
- Daha önce yapılan envanter çalışmalarının derlenmesi
- Envanterin temel içeriğini etkileyecek hava kirliliği kontrol stratejilerinin belirlenmesi

- Personel ve danışmanları içeren açıklamalı bir tablo ile envanter çalışmasından sorumlu olanların belirlenmesi
- İhtiyaç duyulan kaynakların belirlenmesi, bütçe düzenlemeleri ve çizelgelerin hazırlanması
- Kalite Onay koordinatörünün seçilmesi (bu kişi envanter yönetim ve teknik personel kadrosundan farklı olmalıdır)
- İstenen veri kalitesi hedeflerinin belirlenmesi
- Kalite Onay ve Kalite Kontrol prosedürlerinin tüm envanter için tespit edilmesi
- Emisyonların belirlenmesinde kullanılacak tüm prosedürlerin, veri toplanmasını da içerecek şekilde, tanımlanması
- Verinin nasıl kullanılacağını, düzenleneceğinin ve saklanacağını açıkça anlatılması

Çalışma çizelgesi hazırlanırken, projenin kilometre taşlarının yerleştirilmesi gereksiz geri dönüşleri önleyerek çalışma sırasında hedeflenen amaçlara daha rahat ve planlı ulaşılmasını sağlar. Envanter çalışma planı, kilit çalışmaların ne kadar sürede bitmesi gerektiğini gösteren bir zaman çizelgesi de içermelidir. Böylece envanter çalışması boyunca yapılan işlerle ilgili kayıt da tutulmuş olur. Bu prosedür doğrultusunda öncelikler değiştiğine veya herhangi bir sorun çıktığında envanteri hazırlayan kuruluş işgücündeki değişimlere daha kolay adapte olur.

Aşağıda Envanter Çalışma Planı için önemli noktalar maddeler halinde açıklanmıştır:

1.3.1. Kaynak Kategorilerinin Belirlenmesi:

Envanterde kullanılacak kaynak kategorileri envanter çalışma planında açıkça listelenmelidir. Genellikle kullanılan kaynaklar aşağıdaki kategorilerin birine girer:

- Nokta kaynaklar
- Sabit alan kaynaklar
- Hareketli kaynaklar

- Biojenik kaynaklar

İdeal koşullarda tüm sabit kaynaklar nokta kaynak olarak kabul edilebilir ve bu kaynakların emisyonları, buldukları yerle özdeşleşmiş, proses boyunca oluşan atıklar, proses parametreleri, işletme çizelgeleri gibi detaylı veriler yoluyla tespit edilir. Uygulamada ise sabit alan kaynaklar ile nokta kaynakların ayrımı için emisyon raporlarında sınır değerler verilir.

Envanter ve kapsadığı kirleticiler göz önünde bulundurularak olabilecek tüm kaynak kategorileri tespit edilir. Ancak çalışma için bir takım sınırlamalar (zaman, bütçe) mevcut ise envanter için öncelikli kaynaklar belirlenmelidir. Öncelikli kaynakların hangi kriterlere göre belirlendiği de planda açık bir biçimde anlatılmalıdır. Öncelik belirleme, ayrıca, bu kaynaklar için yapılacak çalışmanın ve harcanacak emeğin belirlenmesine de yardımcı olur. Envanterden çıkarılan kaynak kategorilerinin çıkarılma sebepleri de envanter çalışma planında açıklanmalıdır. Herhangi bir kategori için emisyon tahmini yapılırken kabul edilen varsayımlar planda ayrıntılarıyla anlatılmalıdır.

Kaynak kategorilerinin daha alt kategorilere ayrılması da daha ayrıntılı ve doğru emisyon tahminlerinin yapılmasını ve envanterin daha sağlıklı olmasını sağlar.

1.3.2. Emisyon Tahmin Metotlarının Seçilmesi:

Emisyon tahmin metotları, her kaynak kategorisi için ayrı olmak üzere, planlama aşaması sırasında tespit edilmelidir. Tahmin metodu seçilirken, kullanılacak kaynaklar, veri kalitesinde hedeflenen düzey, envanterin kapsamı ve envanterin kullanılması düşünülen yerler göz önünde bulundurulmalıdır.

Her kaynak sınıfı için emisyon tahmin metoduna karar verilmesi eldeki kullanılabilir kaynaklara, kirletici kaynakların önceliklerine, verilerin elde edilebilirliğine ve zaman kısıtlamalarına bağlıdır. Eğer varolan metotlar veri kaynağı ihtiyaçlarına göre değişiyor ve çeşitleniyorsa; metotlar veri ihtiyacına göre sıralanır ve bu sıralama öncelikli kirletici kaynaklar sıralaması ile karşılaştırılır. Veri kaynaklarına daha çok ödenek ayrılması emisyon tahminlerinin daha doğru ve detaylı olması ile dengelenebilir. Örneğin; olumsuz çevresel etkiler

çok fazla ise, sürekli emisyon monitörlenmesi gibi daha pahalı ve kapsamlı emisyon belirleme metotları gerekli olabilir. Karşıt durumda ise, daha ucuz tahmin metotları kullanılabilir.

Emisyon tahmin metodu seçilirken, dikkate alınması gereken bir başka nokta ise eldeki metotlar ile elde edilecek bilginin emisyon envanteri ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığıdır. Örneğin tahmin metodu kirleticinin niteliği, niceliği, konumsal durumu ve zamansal yoğunluğu ile ilgili ne kadar ayrıntılı bilgiler verebilmektedir? Kullanılan metot emisyon miktarını etkileyen ekonomik ve yöresel farklılıkları yansıtabilmekte midir? Bu tür sorular tahmin metodu seçilirken dikkate alınmalıdır.

Bazı durumlarda ise kullanılacak metot yönetmelikler ve çeşitli düzenlemelerle önceden tespit edilmiştir. Bu durumda sadece bu metot kullanılır.

1.4. Hava Kalitesinin Devamı İçin Plan

Hava Kalitesinin devamının sağlanması için yapılacak olan kontrol çalışmaları ve sıklıkları önceden planlanarak iş bölümü yapılmalıdır.

2. VERİ YÖNETİMİ VE RAPORLAMA

Envanter çalışma planı, veri toplanmasında ve sonuçların bildirilmesinde kullanılan gerek yazılı gerekse dijital ortamda kullanılacak metotları belirtmelidir. İhtiyaç duyulan dokümantasyonu planlamak: (1) çalışmayı destekleyen önemli bilgilerin düzenli bir şekilde oluşturulmasını sağlar; (2) fazla bilgilerin tanımlanması ve çalışmadan çıkarılmasına yardımcı olur; (3) verinin saklanması için ihtiyaçları önceden belirler; (4) envanterin yönünü belirler ve elde edilen sonuçların doğruluk açısından değerlendirilmesini sağlar.

Envanter planlaması sırasında, özellikle geniş kapsamlı envanterler için; karşılaşılan en büyük sorunlardan birisi de üretilen tüm bilgilerin düzenlenmesi ve raporlanması ile ilgili verimli bir strateji belirlenmesidir. Envanteri hazırlayan kişi, verilerin cinsini ve büyüklüğünü iyi anlamalı, veri tabanını buna göre hazırlamalıdır. Eğer envanter çok fazla ve değişik tipte veri içeriyorsa, veri düzenlemesinde yararlanılan bilgisayar tabanlı sistemlerin kullanılması, veri yönetimi için harcanan zamanı azaltarak; veri toplama, analiz etme ve doğrulama gibi işlere daha fazla zaman ayrılmasını sağlayacaktır. Ayrıca bu sistemler veri tutarlılığı ve doğruluğu konusunda veri toplayan organizasyonları zorlar.

Veri tabanının seçimi envanterin kullanılacağı alanlara göre yapılmalıdır. Veri raporlaması için belirlenen düzen tüm dokümantasyonları ile yazılı bir rapor halinde veya başka emisyon tahmin metotlarına veri girişi için hazırlanmış bilgisayar dosyaları halinde olabilir. Belirlenen raporlama yöntemini destekleyen veri yönetim sisteminin seçilmesi aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır:

- Bilgisayar sisteminin tipi
- Envanter veri tabanının büyüklüğü
- Emisyon hesaplamalarının karmaşıklığı
- Yapılacak hesaplama sayısı
- Tablo halinde hazırlanacak özetlerin çeşitliliği
- Verinin grafiksel sunumu
- Veri yönetimi konusunda eğitilmiş personelin olup olmaması

- Zaman kısıtlamaları

Ayrıca veri transferi, paylaşımı ve saklanması ile ilgili düzenlemeler ve envanter kullanıcılarının ihtiyaçları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bilgisayar tabanlı veri yönetim sistemleri yapılması istenen işlemlerin boyutları, gerekli zamanın belirlenmesi, çalışanların eğitilmesi ve maliyetin hesaplanması açısından planların önceden yapılması çok önemlidir.

KAYNAK: EPA web sayfası (www.epa.gov)

EK-2

ESKİŞEHİR İLİ ile İLGİLİ GENEL BİLGİ:

Eskişehir Türkiye'nin en büyük kentlerinden biridir ve orta-kuzeybatı Anadolu'da yer almaktadır (Şekil.Ek-2.1.). Doğusunda Ankara, batısında Kütahya, kuzeyinde Bolu, kuzeybatısında Bilecik, güneyinde Afyon ve Konya illeri bulunmaktadır. İlin yaklaşık yüzölçümü 13,652 km²'dir. 12 idari bölgeye ayrılmıştır. (Alpu, Beylikova, İnönü, Seyitgazi, Çifteler, Mahmudiye, Mihalıçık, Sarıcakaya, Sivrihisar, Günyüzü, Mihalgazi ve Han).



Şekil. Ek-2.1. Eskişehir İlinin Konumu

Şehir merkezi ilin kuzeybatısında yer alır. Deniz seviyesinden yüksekliği 792 m'dir. Merkez ilçesinin yüzölçümü 3,823 km²'dir. 1 bucağı, 143 köyü vardır. Merkez Belediye sınırları içinde 66 mahalle vardır. 2000 yılı numarataj çalışması sonuçlarına göre Eskişehir il nüfusu yaklaşık olarak 485 898 bin kişidir.

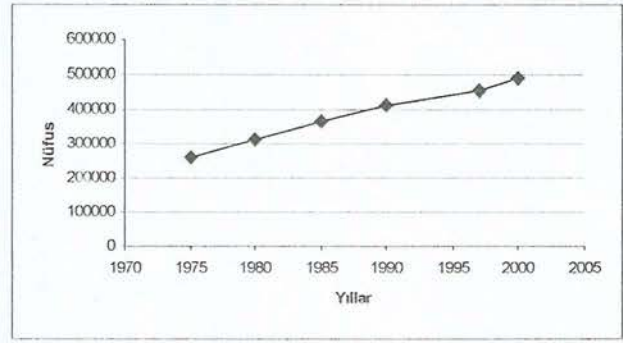
Eskişehir'in önemli kara ve demiryollarının kavşak noktasında olması, çeşitli işyerleri ve fabrikaların çok olması, yüksek okulların varlığı, dış ülkelerde bulunan Türk asıllı göçmenlerin gelip yerleşmeleri nedeniyle nüfus il merkezinde yoğunlaşmıştır. 1878 yılında Kırım ve 1950 yılından sonra Bulgaristan'dan gelen göçmenlerin büyük bir çoğunluğu Eskişehir iline yerleşmişlerdir. 1965-1980 yılları arasında buradan başka illere 40 bin kişi göç ederken, 50 bin kişi de diğer illerden gelip şehre yerleşmiştir. İlin nüfusunun %25'ini göçmenler

oluşturmaktadır. Bir başka deyişle her 4 kişiden biri göç yolu ile gelmiştir. Yıllara göre nüfus sayım sonuçları Çizelge Ek-2.1.'de, nüfus değişimi de Şekil Ek-2.2.'de görülebilir.

Çizelge Ek-2.1. Nüfus Sayım sonuçları

Yıllara göre Nüfus Değişimi	
1975	259952
1980	309431
1985	366765
1990	413082
1997	454536
2000	485898*

*2000 yılı numarataj çalışması sonuçları



Şekil Ek-2.2. Yıllara göre nüfus değişimi

İl toprakları Sakarya ve Porsuk'un suladığı geniş düzlüklerle ve bunları çevreleyen dağlardan oluşur. İlin kuzey kesiminde, doğu-batı doğrultusunda uzanan Sündiken Dağları yer alır. Doğuda Sakarya Vadisine kadar sokulan Sündiken Dağları, Sündiken doruğunda 1770 m'ye yükselir. İlin güneybatısında yer alan Türkmen Dağı kuzeybatıya gidildikçe dalgalı bir plato görünümü alır; en yüksek noktası Türkmenbaba tepesi 1826 m'dir.

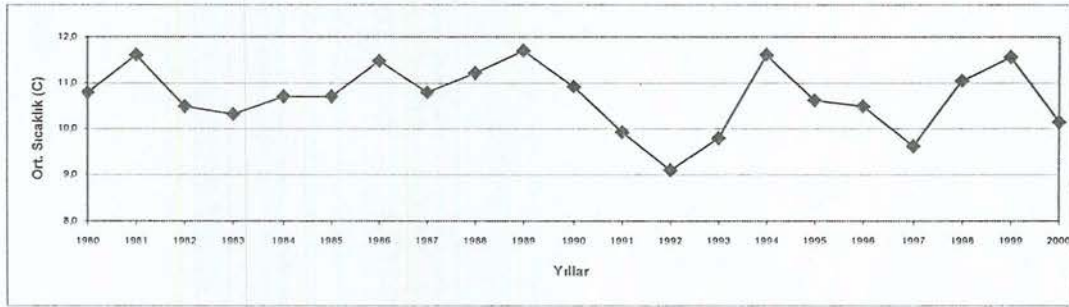
Bölgenin en büyük akarsuyu olan Porsuk Çayı şehre güneybatıdan girer ve Eskişehir'in doğusundan terk eder. Bu Çaya Eşenkara, Musaözü ve Söğütlü derenin suları ile İnönü ovasından gelen Sarısuyun suları karışmaktadır.

Eskişehir Ovasında yeraltı suyu alüvyondan temin edilmektedir. Bölgedeki yer altı suyu genellikle akarsuları (Porsuk Çayı) beslemektedir.

Eskişehir kara iklimi (İç Anadolu Step İklimi) özelliğine sahip olup, kışlar parçalı bulutlu, zaman zaman kar serpintili, baharlar orta derecede yağışlı ve yazlar ise az bulutlu ve açık olarak geçmektedir. Rüzgarlar batı, doğu, kuzey ve kuzeybatıdan eser. Yıllık ortalama 10.9 °C, en soğuk ayı Ocak, en sıcak ayı Temmuzdur. Yıllara göre ortalama sıcaklık ile değişimi Çizelge Ek-2.2. ve Şekil Ek-2.3.'de verilmiştir.

Çizelge Ek-2.2. Yıllara göre ortalama sıcaklık

Yıllar	Ort. Sıcaklık	Yıllar	Ort. Sıcaklık
1980	10.8	1991	9.9
1981	11.6	1992	9.1
1982	10.5	1993	9.8
1983	10.3	1994	11.6
1984	10.7	1995	10.6
1985	10.7	1996	10.5
1986	11.5	1997	9.6
1987	10.8	1998	11.1
1988	11.2	1999	11.6
1989	11.7	2000	10.1
1990	10.9		



Şekil Ek-2.3. Ortalama sıcaklığın yıllara göre değişimi

Yıllık yağış tutarı 386 63 mm'dir. Yağışın mevsimlere göre dağılışı: Kış %31.59, İlkbahar %31.06, Yaz %9.98, Sonbahar %27.37'dir. Yılın 110.7 günü yağışlı geçmektedir. Bu süre içinde 18.4 gün kar yağışı olmaktadır. Ortalama bağıl nem %67'dir. Eskişehir ile ilgili iklim özelliklerini yansıtan rasat verileri bu ekin sonunda verilmiştir.

Eskişehir bölgesinin büyük bölümü bozkırlarla (steplerle) örtülüdür. Bu bitki örtüsü ilkbahar yağışlarıyla yeşeren, yaz sıcaklarıyla kuruyup sararan otlar topluluğundan oluşur. Bu otlar: Karakafa, yapışkanotu, gerenotu, korulga, kekik, sakalotu gibi otlardır.

İlde ormanlar deniz seviyesinden 900 m, yüksekliklerden sonra başlar. Bozdağ ve Sündiken dağlarının Sakarya ırmağına bakan yamaçlarıyla Türkmen

dağlarında ormanlar vardır. İlin ormanları işletmeye elverişlidir. İlin topraklarının %22'si ormanlarla kaplıdır. Akarsu boylarında söğüt ve kavak ağaçları çoktur.

İl topraklarının sulanabilen bölümlerinde Şeker pancarı, meyve ve sebzeler yetiştirilmektedir. Diğer kısımlarda tahıl üretilmektedir.

METEOROLOJİK ELEMENLAR	gözlem zamanı	AYLAR												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama yerel basınç	58	923,9	922,5	922,4	921,6	922,3	922,3	921,6	922,0	924,5	926,2	926,1	924,8	923,4
En yüksek yerel basınç	58	946,3	941,2	941,9	935,3	933,1	933,3	932,0	931,5	937,4	937,5	939,5	947,8	947,8
En düşük yerel basınç	58	892,9	892,9	897,2	901,8	904,1	910,4	907,7	905,4	909,9	905,1	905,6	899,8	892,9
Saat 07:00'deki ortalama sıcaklık (°C)	62	-2,2	-1,4	0,9	6,5	12,0	15,8	17,7	16,7	11,9	6,8	2,7	-0,2	7,3
Saat 14:00'deki ortalama sıcaklık (°C)	62	2,6	4,8	9,7	15,7	20,4	24,4	27,7	28,0	24,1	18,6	11,7	5,1	13,8
Saat 21:00'deki ortalama sıcaklık (°C)	62	-0,4	1,1	4,4	9,7	14,0	17,6	20,1	20,0	16,1	11,2	6,2	1,8	10,2
Ortalama sıcaklık (°C)	62	-1,5	1,3	4,9	10,4	15,1	18,8	21,4	21,2	17,1	12,0	6,7	2,2	10,9
Ortalama sıcaklık ≥ 5 °C olduğu ort. gün sayısı	35	4,8	7,4	16,7	27,2	30,9	30,0	31,0	31,0	30,0	30,0	20,3	9,2	268,5
Ortalama sıcaklık ≥ 10 °C olduğu ort.gün sayısı	35	0,2	0,9	4,8	16,5	28,6	29,9	31,0	31,0	29,5	21,3	6,8	1,1	201,6
Ortalama yüksek sıcaklık	61	3,7	6,0	11,0	17,0	21,8	25,7	28,7	28,9	25,1	19,7	12,7	6,1	17,2
Ortalama düşük sıcaklık	61	-3,7	-3,0	-0,6	3,8	8,1	11,2	13,7	13,5	9,6	5,3	1,7	-1,4	4,9
En yüksek sıcaklık günü	61	3	28	30	3	25	22	29	21	10	3	7	2	29
En yüksek sıcaklık yılı	61	1971	1958	1952	1952	1933	1942	2000	1946	1952	1952	1949	1956	2000
En yüksek sıcaklık (°C)	61	16,5	20,8	29,1	30,7	34,3	36,0	40,6	38,7	35,8	32,8	25,6	21,1	40,6
Yüksek sıcaklık ≥ 30 °C olduğu ort.gün sayısı	61	-	-	-	0,1	1,1	4,3	11,8	12,9	4,1	0,3	-	-	34,6
Yüksek sıcaklık ≥ 25 °C olduğu ort.gün sayısı	61	-	-	0,3	2,4	7,8	18,0	26,6	27,0	16,6	4,2	0,0	-	102,9
Yüksek sıcaklık ≥ 20 °C olduğu ort.gün sayısı	61	-	0,1	2,3	9,6	20,7	27,6	30,6	30,6	25,7	15,4	1,8	0,0	164,4
Yüksek sıcaklık ≤ -0.1 °C olduğu ort.gün sayısı	61	7,3	4,3	1,0	-	-	-	-	-	-	-	0,2	3,1	15,9
Günlük en yüksek sıcaklık farkı (°C)	62	19,7	20,7	25,4	26,6	25,4	24,5	25,4	26,9	27,7	26,6	24,4	18,7	27,7
En düşük sıcaklık günü	61	6	2	1	1	1	5	14	22	29	28	28	26	26
En düşük sıcaklık yılı	81	1942	1950	1985	1948	1981	1967	1935	1949	1931	1963	1948	1948	1948
En düşük sıcaklık (°C)	61	-23,6	-23,8	-16,5	-7,2	-2,0	2,6	5,0	2,2	-3,7	-7,1	-16,7	-26,3	-26,3
Düşük sıcaklık ≤ 0.1 °C olduğu ort. gün sayısı	61	22,8	18,9	16,7	4,9	0,2	-	-	-	-	3,4	10,1	18,0	95,0
Düşük sıcaklık ≤ 3 °C olduğu ort. gün sayısı	61	15,8	11,4	8,8	1,3	-	-	-	-	0,0	0,9	4,6	10,2	53,0
Düşük sıcaklık ≤ 5 °C olduğu ort. gün sayısı	61	11,6	8,0	4,8	0,4	-	-	-	-	-	0,3	2,5	6,6	34,2
Düşük sıcaklık ≤ 10 °C olduğu ort. gün sayısı	61	4,3	2,4	0,6	-	-	-	-	-	-	-	0,2	1,5	9,0
Düşük sıcaklık ≤ -13 °C olduğu ort. gün sayısı	61	1,0	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,4	2,0
Düşük sıcaklık ≤ -20 °C olduğu ort. gün sayısı	61	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,5
Düşük sıcaklık ≥ 20 °C olduğu ort. gün sayısı	61	-	-	-	-	-	0,0	0,1	0,1	-	-	-	-	0,2
Düşük sıcaklık ≥ 15 °C olduğu ort. gün sayısı	61	-	-	0,0	0,0	0,2	2,2	9,9	9,6	1,3	0,1	0,0	-	23,3
Düşük sıcaklık ≥ 10 °C olduğu ort. gün sayısı	61	-	-	0,2	1,8	8,8	21,1	28,6	28,3	14,9	4,0	0,5	0,0	108,2
Düşük sıcaklık ≥ 5 °C olduğu ort. gün sayısı	61	0,5	0,9	3,0	11,6	26,0	29,4	31,0	30,9	27,1	17,5	7,4	2,5	187,8
Ortalama toprak üstü minimum sıcaklık	42	-4,1	-3,4	-1,8	2,3	6,4	9,5	11,8	11,6	7,6	3,3	0,3	-2,0	3,5
En düşük toprak üstü minimum sıcaklık	42	-24,3	-31,1	-21,2	-9,0	-4,3	-0,7	0,1	-0,8	-3,7	-11,8	-20,9	-26,7	-31,1
Toprak üstü min. sic. ≤ 0.1 °C olduğu ort. gün sayısı	35	23,8	20,7	17,6	7,1	1,1	0,0	-	-	0,7	6,1	13,4	19,6	110,1
Toprak üstü min. sic. ≤ -3 °C olduğu ort. gün sayısı	35	16,4	13,7	9,9	2,5	0,2	-	-	-	-	2,6	7,5	10,8	63,6
Toprak üstü min. sic. ≤ -5 °C olduğu ort. gün sayısı	35	12,3	9,0	6,0	0,9	0,0	-	-	-	-	1,0	4,2	6,5	39,9
Toprak üstü min. sic. ≤ -10 °C olduğu ort. gün sayısı	35	4,8	3,4	0,7	-	-	-	-	-	-	0,0	0,3	1,6	10,8
Ortalama buhar basıncı	62	5,3	5,5	6,0	7,8	10,6	12,6	13,6	13,4	11,2	9,2	7,5	6,0	9,1
Saat 07:00'deki ortalama bağıl nem (%)	62	87	86	85	80	77	73	70	74	80	85	88	88	81
Saat 14:00'deki ortalama bağıl nem (%)	62	74	68	55	46	44	40	35	33	37	46	59	73	51
Saat 21:00'deki ortalama bağıl nem (%)	62	85	81	75	68	71	65	61	61	65	72	80	85	72
Ortalama bağıl nem (%)	62	82	78	71	64	64	60	55	56	60	68	76	82	68
En düşük bağıl nem (%)	62	30	20	8	7	7	9	8	5	1	3	8	13	1
Saat 07:00'deki ortalama bulutluluk (0-10)	62	7,8	7,4	6,6	5,8	4,8	2,9	1,8	1,6	2,6	4,7	6,6	7,6	5,0
Saat 14:00'deki ortalama bulutluluk (0-10)	62	7,4	7,3	6,9	6,8	6,3	5,0	3,3	2,9	3,5	5,0	6,2	7,4	5,7
Saat 21:00'deki ortalama bulutluluk (0-10)	62	6,4	6,0	5,3	4,8	4,2	3,0	1,6	1,2	1,9	3,3	4,6	6,4	4,1
Ortalama bulutluluk	62	7,3	6,9	6,3	5,9	5,2	3,7	2,2	1,9	2,7	4,4	5,8	7,3	5,0
Ortalama açık günler sayısı	62	2,2	2,3	3,8	3,8	4,6	9,4	17,2	18,9	15,4	9,2	3,8	2,4	93,0
Ortalama bulutlu günler sayısı	62	13,3	13,2	16,2	18,0	21,5	18,9	13,4	11,8	13,2	16,6	17,0	12,9	186,0
Ortalama kapalı günler sayısı (8,1-10.0)	62	15,5	12,6	11,1	8,0	4,9	1,7	0,6	0,3	1,5	5,3	8,2	15,4	85,1
Saat 07:00'deki ortalama toplam yağış miktarı (mm)	62	19,6	15,6	14,7	12,9	11,3	5,6	3,0	2,2	5,8	11,6	12,1	20,6	135,0
Saat 14:00'deki ortalama toplam yağış miktarı (mm)	62	11,1	10,3	8,8	9,5	13,2	9,6	2,5	1,0	4,4	6,0	7,9	13,8	98,1
Saat 21:00'deki ortalama toplam yağış miktarı (mm)	62	12,8	9,5	13,8	14,6	21,5	19,0	7,1	3,3	5,6	7,7	10,8	13,6	139,3
Ortalama toplam yağış miktarı (mm)	62	43,2	35,3	37,4	37,1	46,2	34,7	13,1	6,4	16,0	25,2	30,6	48,6	373,8
Günlük en çok yağış miktarı (mm)	62	44,4	38,6	28,9	29,5	48,2	48,0	48,6	24,2	48,5	53,7	27,2	39,2	53,7
Yağış ≥ 0.1 mm olduğu günler sayısı	62	14,7	12,5	11,4	10,4	11,3	7,4	3,5	2,5	3,9	7,0	9,4	13,8	107,8
Yağış ≥ 10 mm olduğu günler sayısı	62	0,8	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	1,2	9,0
Yağış ≥ 50 mm olduğu günler sayısı	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama kar yağışlı günler sayısı	40	6,3	4,4	3,0	0,3	-	-	-	-	-	-	0,8	3,6	18,4

ESKİŞEHİR (ESKİŞEHİR)

Enlem (Φ) : 39°4
Boylam (λ) : 30°31' E
Yükseklik (H) : 801 m

76

METEOROLOJİK ELEMANLAR	gözlem zamanı	AYLAR												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama karla örtülü günler sayısı	62	10,8	7,2	2,0	0,2	.	.	.	.	.	.	0,5	4,8	25,5
En yüksek kar örtüsü kalınlığı (cm)	62	32	31	18	14	.	.	.	.	.	.	16,0	27,0	32,0
Ortalama sisli günler sayısı	62	4,0	2,6	1,7	0,8	0,3	0,2	.	0,0	0,4	2,8	5,2	5,0	23,0
Ortalama dolulu günler sayısı	62	0,1	0,1	0,4	0,5	1,0	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	3,0
Ortalama kırağılı günler sayısı	62	9,6	9,1	9,0	3,1	0,2	.	.	.	0,2	4,6	9,4	9,4	54,6
Ortalama orajlı günler sayısı	60	0,1	0,1	0,9	2,3	5,8	4,8	2,3	1,7	1,5	0,8	0,3	0,2	20,8
Saat 07:00'deki ortalama rüzgar hızı (m/s)	58	2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,8	2,1	1,9	1,5	1,1	1,3	2,2	1,9
Saat 14:00'deki ortalama rüzgar hızı (m/s)	58	3,6	3,9	4,3	4,4	3,9	3,8	3,8	3,6	3,3	3,1	3,3	3,5	3,7
Saat 21:00'deki ortalama rüzgar hızı (m/s)	58	2,5	2,5	2,7	2,6	2,4	2,4	3,2	3,2	2,8	1,9	1,7	2,3	2,5
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	58	2,8	2,8	3,0	3,0	2,6	2,6	3,0	2,9	2,5	2,0	2,1	2,6	2,7
En hızlı esen rüzgarın yönü	42	SSW	NW	SSW	W	WNW	NW	NNW	NNE	SW	SSW	SW	NW	NNW
En hızlı esen rüzgarın hızı (m/s)	42	21,0	24,5	26,8	27,6	24,4	25,5	27,8	20,7	20,5	20,7	24,4	25,2	27,8
Ortalama fırtınalı gün sayısı (rüzgar hızı ≥ 17.2 m/s)	42	0,4	0,5	0,6	0,7	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	4,0
Ortalama kuvvetli rüz. Gün sayısı (10.8-17.1 m/s)	42	1,1	1,4	1,8	2,2	1,7	1,4	1,8	1,2	0,8	0,4	0,8	1,2	15,8
N Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	78	74	118	113	128	170	180	175	109	104	79	61	1389
N Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	4,3	3,6	3,8	3,4	3,1	3,4	4,1	3,5	3,0	3,1	3,1	3,6	3,5
NNE Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	15	28	31	43	48	55	65	70	51	49	24	25	504
NNE Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2,2	2,9	2,3	2,5	1,8	2,7	3,0	3,2	2,8	2,7	2,5	2,6	2,6
NE Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	92	63	99	96	110	107	122	125	121	119	109	97	1260
NE Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2,8	2,2	2,5	2,6	2,2	2,4	2,6	2,7	2,4	2,4	2,5	2,7	2,5
ENE Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	145	101	84	87	92	72	50	63	68	97	120	153	1132
ENE Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,1	3,2	2,7	2,7	2,2	2,1	2,6	2,3	2,3	2,2	2,7	3,1	2,6
E Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	875	621	498	334	274	163	120	153	205	375	688	869	5175
E Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,2	3,3	3,2	2,7	2,4	1,6	2,2	2,2	2,2	2,6	2,8	3,2	2,6
ESE Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	380	279	237	132	103	47	35	58	70	149	265	407	2162
ESE Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,0	2,8	2,7	2,7	2,4	1,8	1,9	1,8	1,9	2,3	3,0	2,8	2,4
SE Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	397	310	261	162	101	54	38	53	69	181	282	408	2316
SE Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2,6	2,4	2,8	2,5	2,4	2,0	2,0	1,8	1,8	2,1	1,9	2,6	2,2
SSE Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	110	79	86	62	53	22	13	16	30	54	85	99	709
SSE Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,4	2,4	2,3	2,4	2,5	1,7	1,5	1,6	1,5	2,0	2,3	2,6	2,2
S Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	84	122	81	92	55	46	22	21	39	64	97	79	802
S Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2,8	2,8	2,8	2,0	2,5	1,6	1,7	2,0	1,5	1,7	2,8	2,8	2,3
SSW Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	53	48	52	57	62	42	16	18	28	45	43	46	510
SSW Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,0	3,7	4,5	4,2	3,3	2,9	1,6	2,5	2,2	2,2	2,8	3,3	3,0
SW Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	128	150	206	262	198	171	151	137	127	155	131	128	1944
SW Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2,7	2,9	3,3	3,5	2,9	2,8	2,7	2,5	2,8	2,7	2,7	3,1	2,9
WSW Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	113	156	158	255	221	224	265	252	255	197	113	113	2322
WSW Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,0	3,2	3,2	3,4	3,0	2,9	3,1	3,1	3,3	2,5	3,0	2,9	3,1
W Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	505	557	818	877	1035	1082	1206	1228	1139	794	476	450	10167
W Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,3	3,3	3,7	3,5	3,2	3,3	3,5	3,4	3,1	2,9	2,9	3,3	3,3
WNW Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	184	171	247	237	339	357	374	341	259	178	115	173	2975
WNW Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,8	3,8	4,0	3,7	3,4	3,4	3,7	3,8	3,4	2,9	3,2	3,4	3,5
NW Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	200	279	371	399	452	555	637	550	409	266	201	194	4513
NW Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,8	4,1	4,0	4,2	3,6	3,7	3,7	3,8	3,4	3,2	3,2	3,6	3,7
NNW Rüzgarın esme sayıları toplamı	42	68	72	90	109	152	163	240	234	185	123	82	60	1578
NNW Rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3,5	3,7	4,1	4,0	4,0	3,7	4,0	3,8	3,7	3,6	3,2	3,1	3,7
Ortalama 5 cm toprak sıcaklığı (°C)	54	0,7	2,2	5,8	11,8	17,6	22,4	25,5	25,3	20,6	13,7	7,0	2,6	12,9
En düşük 5 cm toprak sıcaklığı (°C)	54	-10,3	-9,4	-4,8	-1,3	4,0	7,4	13,4	11,0	3,2	-2,0	-5,1	-10,4	-10,4
Ortalama 10 cm toprak sıcaklığı (°C)	33	0,8	2,1	6,0	11,8	17,6	21,4	25,5	25,4	20,8	13,8	7,0	2,9	12,9
En düşük 10 cm toprak sıcaklığı (°C)	33	-7,9	-6,6	-0,39	0,4	5,8	10,1	13,4	11,7	6,2	0,6	-2,9	-8,1	-8,1
Ortalama 20 cm toprak sıcaklığı (°C)	33	1,4	2,3	5,9	11,4	16,9	21,4	24,7	24,6	20,8	14,4	7,8	3,5	12,9
En düşük 20 cm toprak sıcaklığı (°C)	33	-4,8	-3,8	-0,6	2,8	7,0	12,7	17,0	16,0	12,0	5,6	0,4	-3,0	-4,8
Ortalama 50 cm toprak sıcaklığı (°C)	57	3,7	3,5	5,8	10,4	15,5	19,7	22,8	23,6	20,9	16,1	10,6	6,0	13,2
En düşük 50 cm toprak sıcaklığı (°C)	57	-2,2	-0,2	0,6	4,1	10,0	13,5	18,1	19,3	15,4	10,0	4,6	1,0	-2,2
Ortalama 100 cm toprak sıcaklığı (°C)	31	6,2	5,3	6,5	9,7	13,5	17,1	20,2	21,8	20,6	17,4	13,0	9,0	13,4
En düşük 100 cm toprak sıcaklığı (°C)	31	2,6	2,0	2,2	5,9	8,9	13,9	17,2	19,6	17,8	13,6	8,4	4,7	2,0
Ortalama buharlaşma (mm)	29	.	.	59,3	92,6	152,7	185,9	229,4	218,6	158,2	69,7	30,1	18,3	1214,8
Günlük en çok buharlaşma (mm)	29	.	.	6,2	12,0	11,7	12,5	13,0	10,2	6,8	6,0	3,9	13,0	
Ortalama güneşlenme süresi (saat,dak.)	52	02:33	03:34	04:21	06:23	08:37	10:39	11:55	11:12	09:10	06:23	04:14	02:21	06:46
Ortalama güneşlenme şiddeti (cal/cm²dak.)	23	109,33	155,68	225,84	271,91	328,45	368,88	337,34	343,13	280,05	190,21	129,23	91,07	235,93
Aylık en yüksek güneşlenme şiddeti (cal/cm²dak.)	27	1,02	1,19	1,37	1,41	1,45	1,42	1,48	1,39	1,23	1,26	1,00	0,95	1,48

EK-3
YILLIK ISINMA ENERJİSİ İHTİYACI
DAĞILIMI

YILLIK ISINMA ENERJİSİ İHTİYACI DAĞILIMI



EK-4

**a) KONUT ISITMA SİSTEMLERİNİN
DAĞILIMI**

**b) KONUTSAL ISITMA SİSTEMLERİ ve
KULLANILAN YAKIT TÜRLERİ**

KONUT ISITMA SİSTEMLERİNİN DAĞILIMI



KONUTSAL ISITMA SİSTEMLERİ ve KULLANILAN YAKIT TÜRLERİ

Merkezi Sistem+Doğalgaz	Merkezi Sistem+Doğalgaz
Bina	Bina
Soba+Linyit ve İthal Kömür	Soba+Linyit ve İthal Kömür
Bina	Bina
Soba+İthal Kömür	Soba+İthal Kömür
Bina	Bina
Soba+Doğalgaz	Soba+Doğalgaz
Bina	Bina
Merkezi Sistem+Linyit	Merkezi Sistem+Linyit
Bina	Bina
Merkezi Sistem+Linyit ve İthal Kömür	Merkezi Sistem+Linyit ve İthal Kömür
Bina	Bina
Merkezi Sistem+İthal Kömür	Merkezi Sistem+İthal Kömür
Bina	Bina
Soba+Linyit	Soba+Linyit
Bina	Bina



ÖLÇEK
1/15000

EK-5

- (a) EVSEL ISINMADAN KAYNAKLANAN
KARBON MONOKSİT EMİSYONU**
- (b) EVSEL ISINMADAN KAYNAKLANAN
AZOT OKSİT EMİSYONU**
- (c) EVSEL ISINMADAN KAYNAKLANAN
KÜKÜRT DİOKSİT EMİSYONU**
- (d) EVSEL ISINMADAN KAYNAKLANAN
TOZ EMİSYONU**
- (e) EVSEL ISINMADAN KAYNAKLANAN
HİDROKARBON EMİSYONU**

EVSEL İSTİMA KAYNAKLI KARBON MONOKSİT EMİSYONU



Karbon Monoksit Emisyonu (g/Nm³)

■	20	to 52,7	(12)
■	5	to 20	(6374)
■	2	to 5	(1719)
■	0,25	to 2	(4118)

ÖLÇEK
1/15000

EVSEL ISITMA KAYNAKLI AZOT OKSİT EMİSYONU



EVSEL ISITMA KAYNAKLI KÜKÜRT DİOKSİT EMİSYONU



EVSEL ISITMA KAYNAKLI TOZ EMİSYONU



