

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERZURUM KENTİ HAVA KİRLİLİĞİ SORUNUNUN ÇÖZÜMÜNDE  
PEYZAJ MİMARLIĞI AÇISINDAN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Işık SEZEN

121386

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ERZURUM  
2002

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Sevgi YILMAZ danışmanlığında, ...Işık... SEZEN.....tarafından  
hazırlanan bu çalışma 25..1.09..1..02 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ...Prizaf..  
Mimarlığı.....Anabilim Dalında ...Yüksek Lisans.....  
Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Sevgi YILMAZ

İmza :



Üye : Yrd. Doç. Dr. Yaşar NUHOĞLU

İmza :



Üye : Yrd. Doç. Dr. Yahya BULUT

İmza :



121386

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(imza)



Enstitü Müdürü

## ÖZET

Y. Lisans Tezi

### ERZURUM KENTİNİN HAVA KİRLİLİĞİ SORUNUNUN ÇÖZÜMÜNDE PEYZAJ MİMARLIĞI AÇISINDAN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Işık Sezen

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sevgi Yılmaz

Araştırma, Erzurum kentinin önemli bir çevre sorunu olan hava kirliliğini oluşturan etmenleri belirlemek ve peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemleri saptamak amacıyla yapılmıştır. Hava kirliliği ölçüm istasyonlarından alınan son yıllardaki hava kirliliği ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak kirlilik haritaları oluşturulmuştur.

Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne bağlı 6 hava kirliliği ölçüm istasyonundan alınan son 10 yıllık parametrelerin ortalamalarına göre Erzurum kentinde en yüksek SO<sub>2</sub> (kükürtdioksit) ortalaması 314 µg/m<sup>3</sup>, en yüksek partikül madde miktarı 226 µg/m<sup>3</sup> ile kent merkezinde tespit edilmiştir. En düşük SO<sub>2</sub> ortalaması 117 µg/m<sup>3</sup> ve en düşük partikül madde ortalaması da 65 µg/m<sup>3</sup> ile Atatürk Üniversitesi ölçüm istasyonunda bulunmuştur.

Ayrıca kent halkının hava kirliliği konusundaki duyarlılıklarını belirlemek için standart anketler uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre Erzurum kentinin en önemli çevre sorununun hava kirliliği olduğu belirlenmiştir. Anket sonuçları da dikkate alınarak hava kirliliği sorunu için alternatif çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Hava kirliliğinin önlenmesi veya en aza indirilmesi için peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemler ortaya konulmuş, şehir ve bölge planlama, çevre mühendisliği, ve trafik uygulamaları açısından alınması gereken önlemler de belirtilmiştir.

2002, 88 Sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Çevre, çevre sorunları, hava kirliliği, peyzaj, peyzaj mimarlığı

## ABSTRACT

Ms C Thesis  
Deterrents against the air pollution problem in Erzurum city in the respect of the  
Landscape Architecture

Işık Sezen

Ataturk University  
Institution of Natural Science  
Principal Science of Landscape Architecture

Consultant : Asst. Prof. Dr. Sevgi Yılmaz

The study was carried out in the aim of determining the factors causing the air pollution, an important environment problem of Erzurum city, and deterrents that should be taken in the respect of the Landscape Architecture. Pollution charts were produced using with the average pollution values calculated from recent measured pollution values obtained from the air pollution measurement stations.

According to the average of the recent 10 years air pollution values, obtained from 6 air pollution measurement stations that are operated by The Centre of the Environment Problems Searching Administration, in Erzurum city maximum SO<sub>2</sub> amount (sulphur dioxide) is as an average 314 µg/m<sup>3</sup> and maximum particle substance amount is as an average 226 µg/m<sup>3</sup> in city centre. Minimum SO<sub>2</sub> amount is as an average 117µg/m<sup>3</sup> and minimum particle substance amount is as an average 65 µg/m<sup>3</sup> obtained from Atatürk University measurement station.

In addition, in order to determine the people's sensitivity about the air pollution, standard surveys were applied. According to the results from the study it was determined that the most important environment problem of Erzurum was air pollution. In the light of the results of these surveys alternative solutions were proposed. For protecting or minimising the air pollution, deterrents to be taken in the view of the Landscape Architecture were put forward and in the view of the city and region planning, environment engineering and traffic applying deterrents to be taken were determined.

**2002, 88 Pages**

**Key Words:** Environment, environment problems, air pollution, landscape, landscape architecture .



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu alıŐma Atatürk Üniversitesi Fon Saymanlığı tarafından desteklenmiŐ olup Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünde yapılmıştır.

Tez konusunun belirlenmesinden başlayarak sonuçlandırılmasına kadar yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sevgi YILMAZ'a en içten teŐekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, araştırmanın sürdürölmesi sırasında yardımlarını gördüğüm Peyzaj Mimarlığı Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. Hasan YILMAZ'a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Yahya BULUT'a, literatür toplamamda yardımcı olan tüm Peyzaj Mimarlığı Bölümü elemanlarına, Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Yaşar NUHOĞLU'na, Sayın Uzman Engin KOCADAĐISTAN'a (Çevre Sorunları Araştırma Enstitüsü), Sayın Kimyager İkrım CENGİZ'e (Erzurum Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğü), Sayın Ömer BASTEM'e (Çevre İl Müdürlüğü), tez yazımı sırasında bilgisayar düzenlemelerinde yardımcı olan Ziraat Fakóltesi Su Ürünleri Bölümü Sekreteri Sayın Bilsen BİLGİLİ, Sayın ArŐ. Gör. Fatih ÖZ ve ArŐ. Gör. A. Kadir BAYIR'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, çalıŐmam sırasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Hava Kirliliğinin Tanımı ve Bazı Kavramlar.....	3
1.2. Dünyada ve Türkiye’de Hava Kirliliği Sorununun Tarihsel Gelişimi ve Boyutları.....	7
1.3. Hava Kirliliğinin Etkileri.....	13
1.3.1. Hava kirliliğinin insanlara etkileri.....	13
1.3.2. Hava kirliliğinin bitkiler üzerine etkileri.....	15
1.3.2. Hava kirliliğinin cansız varlıklar üzerine etkileri.....	16
1.4. Dünyada ve Türkiye’de Hava Kirliliği İle İlgili Yasal Durum.....	18
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>20</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>33</b>
3.1. Materyal.....	33
3.2. Yöntem.....	34
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>36</b>
4.1. Erzurum Kenti Hava Kirliliğini Oluşturan Etmenler.....	36
4.1.1. Doğal etmenler.....	36
4.1.1.1. Topografik yapı.....	36
4.1.1.2. İklim.....	39
4.1.2. Kültürel etmenler.....	40
4.1.2.1. Kentsel gelişme.....	40
4.1.2.2. Konutların ısıtılmasından kaynaklanan hava kirliliği.....	41
4.1.2.3. Endüstriyel tesislerden kaynaklanan hava kirliliği.....	45
4.1.2.4. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği.....	45
4.2. Erzurum Kenti İçin Hava Kirliliği Haritasının Oluşturulması.....	48
4.3. Erzurum Kent Halkının Hava Kirliliğine Karşı Duyarlılığının Anketlerle Belirlenmesi.....	54
4.4. Erzurum Kentinde Hava Kirliliğinin Çözümü İçin Alınması Gereken Önlemler.....	62
4.4.1. Acil ve kısa vadeli önlemler.....	72
4.4.2. Köklü ve uzun vadeli önlemler.....	72
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b>	<b>74</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>80</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>86</b>
<b>EK 1.....</b>	<b>87</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Erzurum kentinin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki yeri.....	35
Şekil 4.1. Erzurum ve çevresinin topografya haritası.....	37
Şekil 4.2. Erzurum'da hava kirliliği ve inversiyon tabakası.....	38
Şekil 4.3. Erzurum'da hava kirliliği.....	38
Şekil 4.4. Erzurum için ortalama rüzgar gülü.....	39
Şekil 4.5. Erzurum'da konutların ısıtılmasından kaynaklanan hava kirliliğine bir örnek.....	42
Şekil 4.6. Erzurum kenti hava kirliliği ölçüm istasyonları.....	51
Şekil 4.7. Erzurum'da 1992-2002 yıllarında hava kirliliği ölçüm istasyonlarından alınan değerlere göre oluşturulmuş hava kirliliği haritası.....	52
Şekil 4.8. Erzurum'da 1992-2002 yıllarında hava kirliliği ölçüm istasyonlarından alınan değerlere göre oluşturulmuş hava kirliliği haritası.....	53
Şekil 4.9. Kent halkının Erzurum'un en önemli çevre sorunu hakkındaki görüşleri.....	55
Şekil 4.10. Halkın en çok kentin hangi bölgesinde hava kirliliğinden rahatsız oldukları konusundaki görüşleri.....	55
Şekil 4.11. Halkın hava kirliliğinden en çok hangi saatlerde rahatsız oldukları konusundaki görüşleri.....	56
Şekil 4.12. Ankete katılanların hava kirliliğinden en çok hangi mevsimlerde rahatsız oldukları konusundaki görüşleri.....	56
Şekil 4.13. Ankete katılanların oturdukları binanın bacasının kontrolünün yapılıp yapılmadığı konusundaki görüşleri.....	57
Şekil 4.14. Ankete katılanların şehir içindeki ulaşımını nasıl yaptıkları sorusuna verdiği yanıtlar.....	57
Şekil 4.15. Ankete katılanların toplu taşıma araçlarını tercih edip	

etmedikleri konusundaki görüşleri.....	58
Şekil 4.16. Halkın kentin hava kirliliği düzeyi hakkındaki görüşleri.....	58
Şekil 4.17. Halkın hava kirliliğine neden olan en büyük etken hakkındaki görüşleri.....	59
Şekil 4.18. Halkın oturdukları konutu ısıtmak amacıyla kullandıkları yakıt türleri.....	59
Şekil 4.19. Halkın hava kirliliğini önlemek amacıyla ne gibi önlemler alınabileceği konusundaki görüşleri.....	60
Şekil 4.20. Ankete katılan kişilerin sağlık yönünden hava kirliliğinden nasıl etkilendikleri konusundaki görüşleri.....	61
Şekil 4.21. Halkın hava kirliliği konusundaki yasal önlemlerin yeterli olup olmadığı konusundaki görüşleri.....	61
Şekil 4.22. Üniversite kampüsü içerisinde olduğu gibi orta refüj bitkilendirmesi ile motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği azaltılabilir.....	68
Şekil 4.23. Havuz başında olduğu gibi kavşak bitkilendirmesi ile motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği büyük ölçüde azaltılabilir.....	69
Şekil 4.24. Kent içinde koruluklar halinde yapılan ağaçlandırma çalışmaları hava kirliliğini azaltmada etkilidir.....	70

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Temiz havada bulunan maddeler ve oranları.....	3
Çizelge 1.2. 2001 yılı Ocak ayında kükürtdioksit (SO <sub>2</sub> ) ve partikül madde yoğunluklarının en yüksek olduğu il ve ilçe merkezleri.....	10
Çizelge 4.1. Erzurum kenti uzun yıllar iklim verileri.....	40
Çizelge 4.2. Dadaşkent'deki bina sayısı ve yakıt tüketimi.....	43
Çizelge 4.3. Dadaşkent'de ısınma nedeniyle yılda oluşabilecek hava kirletici miktarları.....	43
Çizelge 4.4. Yenişehir ve Yıldızkent'de kömür kullanan binalardaki yakıt tüketimi.....	44
Çizelge 4.5. Yenişehir'de ısınma nedeniyle yılda oluşabilecek hava kirletici miktarları.....	44
Çizelge 4.6. Erzurum'da hidrokarbon ortalama miktarlarının değişimi..	46
Çizelge 4.7. Erzurum'un değişik semtlerinde 1990 yılı kış mevsiminde ölçülen NO <sub>x</sub> konsantrasyonları.....	47
Çizelge 4.8. Dadaşkent ve Yenişehir'de taşıtlardan kaynaklanabilecek kirletici miktarları.....	47
Çizelge 4.9. 1992-2002 yılları arasında Erzurum'da ölçülen yıllık SO <sub>2</sub> ortalamaları.....	49
Çizelge 4.10. 1992-2002 yılları arasında Erzurum ilinde ölçülen yıllık partikül madde ortalamaları.....	50

## SİMGELER DİZİNİ

**KVS (Kısa Vadeli Sınır Değeri):** Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'ne göre maksimum günlük ortalama değer veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları, sayısal değerlerin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının %95'ini aşmaması gereken değerdir. Bir yıllık periyot için KVS değerleri SO<sub>2</sub> için 400 µg/m<sup>3</sup>, partikül madde için 300µg/m<sup>3</sup> olarak saptanmıştır.

**UVS (Uzun Vadeli Sınır Değeri):** Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde belirtilen aşılmasını gereken bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır. Bir yıllık periyot için UVS değeri SO<sub>2</sub> ve partikül madde için 150 µg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir.

**ppm:** 1.10<sup>-6</sup> (milyonda bir)

**ppb:** 1.10<sup>-9</sup> (milyarda bir)

**pH:** Hidrojen iyonları konsantrasyonunun eksi logaritması

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla ilerlemesi insanlar için birçok kolaylığı meydana getirmiştir. Fakat bu teknolojik gelişmeler doğamıza müdahale etmekte ve çevre sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de çevre sorunları giderek artmakta ve toplumsal refahı tehdit altına almaktadır. Endüstrileşmenin sağlıksız gelişmesi yanında hızlı nüfus artışı, göç, kentleşme, çevre sorunlarının artmasına, çevresel kalite değerlerinin bozulmasına, hatta bazı canlı türlerinin tehlike altına girmesine neden olmaktadır.

Bilindiği gibi kent yaşamında topluma güven, psikolojik rahatlık, mutluluk ve dengeli bir ekolojik ortamın yaratılması, insanların hijyenik yaşamının ekolojik sistemleri içinde devamlılığı sağlamaktadır. Ancak yaşam standartları yüksek seviyelere ulaşmış ülkelerde kentleşme, teknolojik ve endüstriyel gelişmelerin oluşturduğu yaşam koşullarının arkasındaki sorunlar, çevre üzerindeki olumsuz etkileri artırmıştır.

Mevcut çevre sorunlarını ortadan kaldırmak, azaltmak ve bundan sonra olabilecek sorunlara karşı daha etkili önlemler alabilmek için sorunların kaynaklarının ve sonuçlarının çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Hava, su ve toprak kirliliği en önemli çevre sorunlarıdır. Bu çevre sorunlarından hava kirliliği son yıllarda kentleşme, teknolojinin giderek ilerlemesi gibi nedenlerle son yıllarda ülkemizin önemli sorunu haline gelmiştir.

Dünyanın bazı yerlerinde, özellikle 1950'li yılların ortalarından bu yana, büyüme ve gelişme hayat standartlarını ve hayat kalitesini büyük ölçüde yükseltmiş bulunmaktadır. Bu ilerlemenin girdileri olan mal ve teknolojilerin pek çoğu hammadde-yoğun ve enerji-yoğun olup bir hayli kirlenmeyi de beraberinde getirmiştir. Bunun sonuçlarının çevreye etkisi insanlık tarihinde daha önce görülenlerin çok üzerinde olmuştur.

Doğal kaynaklara olan ihtiyacımızın boyutları, nüfusun ve üretimin yükselmesi ile büyük çapta artmıştır. Doğa (ekosistem) zengindir ama aynı zamanda kolay zarar görebilir ve dengesi çok duyarlıdır. Sistemin temel bütünlüğünü tehlikeye sokmaksızın aşılamayacak bazı sınırlar vardır. Bugün bizler o sınırların pek çoğuna yaklaşmış bulunuyoruz. Sera etkisi, hayat- destek sistemlerine bu tür tehlikelerden biridir. Bu tehlike doğrudan doğruya kaynak kullanımının artışından ortaya çıkmıştır. Fosil yakıtların yanmasıyla ormanların kesilip yakılmasıyla, havaya karbondioksit (CO<sub>2</sub>) çıkmasına yol açmaktadır. Atmosferde CO<sub>2</sub>'nin diğer bazı gazların birikmesi, yeryüzüne yakın yerlerde güneş radyasyonunu tutmakta, global bir ısınmaya neden olmaktadır. Bu durum deniz seviyesinin yükselmesine, bir çok alçak irtifalı kıyı kentinin ve nehir deltasının sular altında kalmasına yol açabilir. Ayrıca ulusal ve uluslar arası tarımsal üretimi ve ticaret sistemlerini de büyük ölçüde altüst edebilir.

Çeşitli hava kirlenici maddeler ağaçları, gölleri öldürmekte, binaları kültürel hazineleri harap etmektedir ve bu zararlar bazen gazların çıkış yerinden binlerce mil uzaklarda yer almaktadır. Çevrenin asitleşmesi Avrupa ve Kuzey Amerika'nın geniş alanlarını tehdit etmektedir. Orta Avrupa her yıl sürekli olarak her metrekare alan başına bir gramdan fazla kükürt almaktadır. Ormanların kaybı peşinden erozyon, çamurlanma, sel ve yöresel iklim değişikliği gibi felaketleri getirebilir. Hava kirlenmesinin verdiği zarar da, yeni sanayileşmiş bazı ülkelerde gözle görülür hale gelmektedir (Anonim 1991a).

Aysu (1990), kentleşme olarak tanımlanan yığılma ve yoğunlaşmaların, tüm bilimsel ve teknolojik gelişmelere karşın, her geçen gün doğal ekosistemlerden uzaklaşarak kuru-yapay ekosistemler oluşturduğunu belirtmiştir. Çevre üzerine olan baskılar, Keleş (1993)'e göre kentsel nüfusun %6.0, büyük kentler nüfusunun ise %8 oranında artmasıyla, daha da ileriye giderek Göksu (1993)'ya göre topografik özelliklerin değişmesine, su toprak, bitki arasındaki doğal dengenin bozulmasına ve iklim değişikliklerine neden olabilmektedir (Yılmaz ve Yılmaz 1997).

Çağımızın en büyük sorunlarından birini çevrenin korunması teşkil etmektedir. 1979'lu yıllardan beri doğal ortamın korunması yolunda çabalar birçok ülkenin gündemine



yerleşmiştir. Kaynakların bedeli ödense bile kısıtlı olduğu, çağımızın hem üretim hem de tüketim biçimlerinin meydana getirdiği kirliliğin geri döndürülemez nitelikte olduğu artık ortaya çıkmıştır. Bugün çevre sorunlarına karşı çözüm ekolojik bir yaklaşımda aranmaktadır, çünkü çevreye ilişkin alınacak önlemlerdeki her türlü erteleme nin pahasının fazla olduğu artık anlaşılmıştır (Eke 2000).

### 1.1. Hava Kirliliğinin Tanımı ve Bazı Kavramlar

Yaşamın vazgeçilmez unsurlarından biri olan hava, hem volkan patlaması, orman yangınları gibi doğal afetlerle, hem de insanların çok çeşitli aktiviteleri sonucu kirlenmektedir. Temiz havada bulunan maddeler ve oranları Daessler (1986)'ye göre çizelge 1.1'de verilmiştir (Yücel 1995).

**Çizelge 1.1.** Temiz havada bulunan maddeler ve oranları

GAZLAR	ORANLAR
Azot (N <sub>2</sub> )	% 78.10
Oksijen (O <sub>2</sub> )	% 20.90
Asal gazlar (Ar, Kr, Ne, He, Xe)	% 0.94
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	% 0.03
Hidrojen (H <sub>2</sub> )	% 0.01
CO, O <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub>	Miktarı çok az

Havada bulunan maddelerin çeşitli nedenlerle oranlarının değişmesi veya havaya yeni yabancı maddelerin karışması hava kirliliğini oluşturmaktadır (Yücel 1995).

Hava kirliliği veya hava kirlenmesi, "insanlar tarafından atmosfere karıştırılan yabancı maddelerle hava bileşiminin bozulmasıdır" şeklinde tanımlanabilir. Dünya Sağlık

Organizasyonu (WHO) hava kirliliğini canlıların sıhhatini olumsuz yönde etkileyen veya maddi zararlar meydana getiren havadaki yabancı maddelerin, normalin üzerindeki yoğunluğu olarak yapmaktadır. Çepel (1988)'e göre ise hava kirliliği, atmosferde toz, gaz, duman, koku, su buharı, şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insan ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verici miktara yükselmesi olarak tanımlanmaktadır.

Çepel (1988) hava kirliliği ile ilgili bazı kavramları aşağıda görüldüğü gibi açıklamıştır;

### **İmmisyon**

Bir ekosistemin atmosferine veya canlıların bünyesine hava yolu ile yabancı maddelerin (aerosol, zehirli gazlar, toz, duman, gürültü, vb.) girmesi ve bunları etkilemesi olayını ifade etmek için kullanılan bir deyimdir.

### **Aerosol**

Bir gaz ile koloidal boyuttaki katı ve/veya sıvı parçacıkların birlikte oluşturdukları karışımdır. Örneğin bacalardan çıkan duman içinde karbon, uçucu kül ve diğer katı parçacıklar ile çeşitli gazlar bir aerosol oluşturmaktadır.

### **Fiziksel Kirleticiler**

Endüstri bölgeleri ve yerleşim alanlarındaki yapıların bacalarından çıkan duman içinde yüksek miktarda çok küçük çaplı katı parçacıklar bulunmaktadır. Bunlara fiziksel kirleticiler, yaptıkları zararlara da fiziksel kirletici zararları denmektedir.

## **Kimyasal Kirleticiler**

Baca dumanları içinde atmosfere karışarak kirlilik yaratan gazlara, kimyasal kirleticiler denmektedir. Buların en önemlileri kükürtdioksit, azot oksitleri (NO<sub>x</sub>), flor, klor, ozon ve oksitlenmiş hidrokarbonlardır.

## **Füme**

Gaz maddelerin yoğunlaşmasından meydana gelen parçacıkların bir gaz içinde yığılmasıdır. Çapları 1 mikrondan küçük olan kolaylıkla pıhtılaşabilen maddelerdir.

## **Duman**

Katı ve sıvı yakıtlar gibi karbonlu maddelerin tam yanmaması sonucunda meydana gelen katı ve sıvı parçacıkların gazlarla karışması sonucunda meydana gelen bir oluşumdur.

## **Sis**

İçinde asılı olarak kalabilecek kadar küçük su damlacıklarına sahip yeryüzü tabakalarına yakın hava kitlelerine sis denmektedir.

## **Smog**

Sis ve dumanın birlikte oluşturdukları puslu hava kitlesidir.

## Tozlar

Kaya, metal, kömür, odun, toprak, vb. organik ve inorganik maddelerin öğütülme, ezilme, sıkıştırılma, patlama ve yanmalarından meydana gelen 0.1-150 mikron çapındaki parçacıklardır.

Ülkemizde özellikle ısınma enerjisi temini için sosyo-ekonomik şartlardan dolayı ucuz fakat düşük kalorili kömür oranı yüksek kömürlerin fazla kullanılması, motorlu taşıt sayısının hızla artması, zaman zaman oluşan kötü meteorolojik şartların etkisi ile hava kirliliği önlem alınması gereken boyutlara gelmiştir. Hava kirliliğinin sebepleri, endüstri tesislerinden, atmosferik özelliklerden, konutların ısıtılmasından ve motorlu taşıtlardan olmak üzere dört kısma ayırabiliriz. En fazla kirlilik yaratan endüstri dalları; termik santraller, çimento, demir-çelik, petrokimya, gübre endüstrileridir.

Büyük kentlerimizde kış aylarında görülen hava kirliliğinin başlıca ısınma amacıyla tüketilen yakıtlardan kaynaklandığı, özellikle kömürdioksitinin yaklaşık olarak %90'ının bu kaynaktan, %10'unun endüstri, trafik ve rüzgar erozyonu ile geldiği, dumanda ise yakıt dışı kaynakların %20 paya sahip olduğu görülmüştür (Anonim 1995a).

Atmosferde gazların dışında kirlenici etkiye sahip olan başka maddeler de bulunmaktadır. Sıvı veya katı taneciklerin gaz ortamda askıda durması ile oluşan ve tozluluk olarak isimlendirilen bu kirlenici türü, ister doğal isterse yapay kaynaklı olsun, çeşitli iklimsel ve hijyenik etkileri ile önem kazanır. Hava ortamında askıda duran partikül halindeki maddelerin, iriliklerine ve yoğunluklarına bağlı olarak ancak belirli bir süre için bu şekilde kalabildikleri bilinmektedir. Daha sonra, yeryüzüne çökerek atmosferden uzaklaşırlar. Havada yüzer halde buldukları dönemde aerosol olarak isimlendirilen bu tanecikler, tane iriliklerine ve yoğunluklarına ve kimyasal yapılarına bağlı olarak toz, buhar, sis, duman, sprey gibi isimler alırlar (Müezzinoğlu 1987).

## 1.2. Dünyada ve Türkiye’de Hava Kirliliği Sorununun Tarihsel Gelişimi ve Boyutları

Dünyanın en büyük metropollerinden biri olan Mexico City, 1970’li yıllarda kentsel çevre sorunlarının ve kirliliğin uluslararası sembolü haline gelmiştir. Bu dönemde merkezi yetki ve görev alanı içinde bulunan çevre sorunları, bu yönetimin çeşitli müdahale çabalarına karşın giderek içinden çıkılmaz boyutlara ulaşmıştır. Meksika Federal Hükümeti öncelikle yeni bir yasal düzenleme yaparak çevre kirliliğine ilişkin temel yetkilerini yerel yönetimlere bırakmıştır (Bayramoğlu 1994).

Londra’da, 1952 kışında 4000 kişinin ölümüne neden olan hava kirliliği, enerji elde etmek için fazla miktarda kömür kullanılmasından kaynaklanmaktaydı. Bunun üzerine İngiltere’de 1956 yılında yürürlüğe konan Temiz Hava Yasası, Londra merkezinde, duman kirliliğini yaklaşık %80 azaltılmış ve yere düşen güneş ışığı süresini de %70 dolayında artırmıştır (Özdemir 1997).

Dünyanın gelişmiş ülkelerindeki kentlere baktığımız zaman hava kirliliği probleminin çözümlenmiş olduğu görülmektedir. Verilen örneklerde de görüldüğü gibi gelişmiş ülkelerin hemen hemen fosil yakıtlarının terk edildiği, her türlü enerji kaynağına özellikle doğal enerji kaynağına (hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal enerji) yönelme olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda konutların ısıtılması merkezi sistemlerle yapılmakta ve binaların izolasyonuna büyük önem verilmektedir. Sanayide de tesislerin modernizasyonu, doğal gaz kullanımı ve emisyonları minimuma indirici her türlü önlemlerin alınması yer seçimleri önemli olmuştur. Özellikle motorlu araçlarla ilgili olarak da özel araç kullanımındaki sınırlandırmalar, toplu taşımacılık, kurşunsuz benzinin kullanılması ve yakıtların iyileştirilmesi, trafiğe uygun olmayan araçlarla ilgili olarak da özel araç kullanımındaki sınırlandırmalar, toplu taşımacılık, kurşunsuz benzinin kullanılması ve yakıtların iyileştirilmesi, trafiğe çıkması uygun olmayan araçların trafikten men edilmesi gibi çalışmalar neticesinde hava kirliliği ile mücadelede başarı kazanılmıştır (Güllü 1999).

Dünyanın pek çok ülkesinde, trafikten kaynaklanan hava kirleticileri şehirlerdeki hava kirliliğinin esas nedenlerinden birisidir. Özellikle evsel ısınma ve endüstriden kaynaklanan kirleticilere yönelik azaltma tedbirlerinin uygulanması ile motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirleticileri karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO<sub>x</sub>), ve hidrokarbonlar (HC) ve partikül maddedir. Şehirlerde trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin önemle ele alınmasının başlıca nedenleri troposferde ozon oluşumuna yol açmaları ve HC'ların çoğunun kanserojen etkisinin olmasıdır (Oğuz vd 2001).

Ülkemizde hava kirliliği ile ilgili problemler, başka ülkelerde olduğu gibi 1960'lı yıllarda başlamış ve hızlı kentleşmenin sonucu olarak yerleşim bölgelerinde gittikçe artmıştır. 1970'li yıllarda Ankara'nın hava kirliliği problemi olarak dikkat çeken olayı 1980'li yıllarda birçok kentte insan sağlığını tehdit eden ciddi bir problem haline gelmiştir. Kentlerdeki hava kirliliği probleminin yüksek kükürt içeren katı ve sıvı fosil yakıtların hiçbir işleme tabi tutulmadan kullanılmasından, yanlış yakma tekniklerinin kullanılmasından, binalarda ısı kaybından, meteorolojik olaylardan, kullanılan yakma sistemlerinin verimlerinin düşük olmasından, kent dokusunun uygun olmaması ve yeşil alan eksikliğinden ve araçlardan kaynaklandığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur.

Kentlerde ısınma kaynaklı hava kirliliği probleminin boyutlarının çok büyük olması, aynı yerleşim alanlarında başka tür kirlilik problemlerinin de olabileceğinin uzun süre gözardı edilmesine neden olmuştur. Bunlar arasında en önemlisi, taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar ve bunların atmosferde girdiği kimyasal tepkimeler sonucu oluşan ozon, aldehid, keton gibi oksidantlardır. Bugün kentlerde ısınma kaynaklı hava kirliliği bulunmayan ülkelerde bile ozon standartlarının sağlanması mümkün olmamaktadır. Önümüzdeki yıllarda araçlardan kaynaklanan birincil ve ikincil kirleticiler, Türkiye'de gündemin önemli bir maddesini oluşturacaktır (Tuncel 1998).

Türkiye'de hava kirliliğinin iki ana nedeni, diğer çevre sorunlarında da dikkati çektiği gibi düzensiz kentleşme ve çevre ile uyum sağlayamamış endüstridir. Hızlı nüfus artışına paralel olarak, büyük şehirlerde plansız ve bozuk alt yapı kentleşme olgusunu getirmiştir. Kişi başına düşen park ve diğer yeşil alanların şehir yapısı içinde çok az yer

alması, konutların hava akımlarına müsaade etmeyecek ve baca gazlarının yoğunlaşmasına neden olacak şekilde düzensiz ve topografyaya uyumsuz yapılması ve endüstri için yanlış yer seçimi kirlenmeyi hızlandırıcı rol oynamaktadır. Ayrıca genel olarak çevre sorunları konusundaki bilgi eksikliği ve konunun önemsenmeyişi giderek artan boyutlara ulaşmasına neden olmuştur (Haktanır ve Arcak 1998).

Ülkemizde trafik kaynaklı kirlilik ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan troposferik ozon konusunda herhangi bir veri söz konusu değildir. Oysa her geçen gün hızla artan araç sayısı göz önüne alındığında, özellikle nüfus yoğunluğu fazla olan büyük şehirlerde trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin önemli bir tehdit oluşturması beklenmektedir. Dolayısıyla bu kirleticilerin öncelikle türlerinin miktarlarının ve kaynaklarının tespiti büyük önem taşımaktadır.

Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı Çevre İstatistikleri Kapsamında Türkiye genelinde il merkezlerindeki hava kirliliği istatistikleri ile ilgili 2001 yılı Ocak ayına ait kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (duman) yoğunluklarını açıklanmıştır (çizelge 1.2). Enstitü Başkanlığından yapılan açıklamaya göre; 2001 yılı Ocak ayında partikül madde konsantrasyonunun en yüksek bulunduğu il merkezleri ise kirlilik sırasına göre; Ağrı, Erzurum, Zonguldak, Sivas ve Kütahya'dır. Kükürtdioksit yoğunluğunun en yüksek bulunduğu il merkezleri ise kirlilik sırasına göre; Ağrı, Kütahya, Kırşehir, Erzurum'dur.

Ülkemizde çevre konusuna uzun süre kayıtsız kalınması, yeterince önemsenmeyişi, hava kirliliğinin giderek artan boyutlara ulaşmasına sebep olmaktadır.

Çoğu değişik faktörlerin rol oynamasına rağmen hava kirliliğinin sebepleri, endüstri tesislerinden, atmosferik özelliklerden, konutların ısıtılmasından ve motorlu taşıtlardan olmak üzere dört ana başlıkta toplayabiliriz.

**Çizelge 1.2.** 2001 yılı Ocak ayında kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde yoğunluklarının en yüksek olduğu il ve ilçe merkezleri (Anonim 2001a)

<b>Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>)</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Partikül madde (Duman)</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Ağrı</b>	364	<b>Ağrı</b>	222
<b>Kütahya</b>	266	<b>Erzurum</b>	180
<b>Kırşehir</b>	251	<b>Zonguldak</b>	166
<b>Erzurum</b>	226	<b>Sivas</b>	163
<b>Niğde (Bor)</b>	219	<b>Kütahya</b>	146
<b>Burdur</b>	193	<b>Diyarbakır</b>	144
<b>Isparta</b>	185	<b>Afyon</b>	134
<b>Yozgat</b>	185	<b>Denizli</b>	129
<b>Elazığ</b>	178	<b>Kayseri</b>	127
<b>Kırıkkale</b>	178	<b>Burdur</b>	123

Endüstri tesislerinden kaynaklanan hava kirliliğini; termik santraller, çimento endüstrisi, demir-çelik endüstrisi, petrokimya endüstrisi, gübre endüstrisinden kaynaklanan kirlilikler oluşturmaktadır (Topbaş vd 1998).

Tüm karbon monoksit (CO) emisyonlarının %70-90'ından, azot oksit (NO) emisyonlarının %40-70'inden, hidrokarbon (HC) emisyonlarının yaklaşık %50'sinden ve şehir bazında kurşun emisyonlarının %100'ünden özellikle motorlu taşıtlar sorumludur (Anonim 1995a). Bu emisyonların zararlı yakıtın eksik yanması, tam yanmaması sonucunda çıkar. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonların zararları şöyledir:

**CO:** Renksiz, kokusuz, ve tatsız bir gaz olan CO kapalı bir ortamda zehirleyici olup, hatta öldürebilir bir niteliktedir. Havada % 0,3 sınır değerinde öldürücüdür.



**NO:** Renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Motor içindeki yüksek sıcaklık nedeni ile ortaya çıkar. NO<sub>x</sub>'in solunumunda akciğer dokusu hasara uğrar.

**HC:** Yakıtın eksik yanması ve benzinin depodan veya dolum sırasında buharlaşması ile ortaya çıkar. Bazı HC'ler müközada tahrişe yol açar, bazıları da kanserojendir.

**Kurşun:** Motorda vurutuyu önlemek için benzine katılan kurşun bileşikleri doku, kan, kemik ve sinir için zararlıdır (Anonim 1995a).

Hava kirliliği sonucu, değişime uğrayan atmosfer koşulları iklimi de etkilemektedir. Kentlerde ısınma, ulaşım ya da sanayi faaliyetleri nedeniyle artan enerji ihtiyacı, daha fazla yanmayı gerektirmekte ve bu da kentlerdeki sıcaklık ortalamasını yükseltmektedir. Kentsel alanlardaki sıcaklık artışı, bulutların oluşmasını ve bulutlar da yağışların artmasına neden olmaktadır. Kentler üzerindeki oluşan kirli hava katmanları, morötesi (ultraviyole) ışınlarının kaybolmasına, dolayısıyla gün ışığının azalmasına da neden olmaktadır.

Hava kirliliğinin bunlardan başka da küresel etkileri bulunmaktadır. Hava kirliliğinin küresel etkileri iki başlık altında toplanabilir. Bunlardan ilki, hava kirliliğinin yarattığı sera etkisi, ikincisi ozon tabakası üzerindeki olumsuz etkidir.

Başta karbondioksit olmak üzere, bazı atmosferik gazlar sera camının etkisini andırır bir etkiye sahiptir. Güneş ışınlarını geçirir ama, ısıyı içerde tutar ve dolayısıyla sıcaklık artışına yol açar. Bu doğal sera etkisidir. Bu etki iklimi düzenlediği için yararlıdır. Atmosfer ile yeryüzü arasındaki ısı dengesi sanayideki ve fosil yakıtların yanmasındaki artıştan kaynaklanan atmosferik karbondioksit artışlarından etkilenir. Bu ise atmosferdeki ortalama sıcaklığın daha fazla yükselmesine neden olur. İşte bu olay istenmeyen sera etkisi adı yaratmaktadır.

Bir yandan fosil yakıt tüketiminin çok artması, diğer yandan ormanların ve bitki örtüsünün yok edilmesi nedeniyle, fazla miktarda ortaya çıkan karbondioksitin fotosentez süreci içerisinde işlenmemesi sonucunda atmosferde artan miktarda, karbondioksit gazı birikmektedir. Atmosferde artan bu karbondioksit birikimi, uzaya geri yansıyan ısı dalgalarının atmosfer dışına çıkışı azalttığı için, yeryüzü sıcaklığında artışlar ortaya çıkmaktadır. İşte doğal sera etkisinin üzerinde gerçekleşen bu sera etkisiyle, yeryüzü sıcaklığında ortaya çıkan artışlar, dünya, iklim ve bitki örtüsünde değişmelere yol açmaktadır. Bu da ekolojik sistem açısından tehlikeli bir durumdur. Çünkü, dünya sıcaklığındaki birkaç derecelik artışın kutuplardaki buzların erimesine, denizlerin yükselmesine ve önemli miktarda tarım toprağının sular altında kalmasına neden olabileceği gibi, birçok alanı da çöl haline getireceği tahmin edilmektedir.

Ozon tabakası üzerine olumsuz etkiler yeryüzünü kaplayan atmosferin 15 ile 40'ıncı km'leri arasına rastlayan 30 km kalınlıktaki kuşakta, yoğun bir biçimde ozon bulunmaktadır. Ozon yoğunluğu nedeniyle, bu tabaka, ozon tabakası olarak adlandırılmaktadır. Ozon tabakası, güneşten gelen ve canlı organizmalar için zararlı olan morötesi (ultraviyole) ışınların %99'unu tutmaktadır. Bu ışınları tutma işlemi, oksijenin ozona, ozonun tekrar parçalanarak yeniden oksijene dönüşmesi sırasında, morötesi ışınlarının kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Ozon tabakası ayrıca, mor ötesi ışınları emerek, çok yüksek olan ısıyı düşürdüğü için, atmosferin iklim dengesine de katkıda bulunmaktadır.

Canlılar açısından yaşamsal bir önemi olan ozon tabakasının, özellikle, son çeyrek yüzyıldan bu yana, bu işlevleri artık eskisi kadar yerine getiremediği ve atmosferdeki ozon yoğunluğunun giderek azaldığı konusunda, bilim adamları tarafından bazı bulgular elde edilmiştir. Ozon yoğunluğunun morötesi ışınlarını tutma görevini yerine getiremeyecek kadar azalması, ozon tabakasının delinmesi olarak adlandırılmaktadır. Bu ise gerçek bir delik olmaktan çok, bir incelmeyi anlatmaktadır.

Ozon tabakasındaki incelmenin başlıca nedenleri; çok yüksekten uçan jetlerden çıkan azot oksitler, deodorant ve sprey ile buzdolabı ile klimalarda kullanılan

kloroflorokarbonlar, nükleer denemeler, azotlu gübrelerin bakteriler tarafından ayrıştırılmasıyla ortaya çıkan azot oksitlerdir. Hesaplamalara göre, bundan sonraki 20-150 yıl arasındaki sürede, yukarıdaki nedenlerden dolayı, ozon tabakasının %5 ile %25 oranında azalabileceği tahmin edilmektedir (Özdemir 1997).

### 1.3. Hava Kirliliğinin Etkileri

Hava kirliliği insan sağlığı başta olmak üzere tüm canlı ve cansız varlıkları ve iklimi olumsuz yönde etkilemektedir.

#### 1.3.1. Hava kirliliğinin insanlara etkileri

Havadaki zehirli (toksik) maddeler insanların erken yaşlanmasına neden olmaktadır. İnsanlar havası temiz yerlerde yaşayanlara oranla daha çabuk yaşlanmaktadır. Kış aylarında daha yoğun olarak ortaya çıkan ve belirginleşen hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri çok karmaşıktır. Hava kirliliği, çevre, gıda kirliliği ve stresle birleşince prostat, mesane ve böbrek kanserine yol açmaktadır. Prostat kanserinin oluşumunda fiziksel faktörler ağırlık taşımaktaysa da çevre ve gıda kirliliği de göz önüne alınmalıdır. Hava kirliliği ve yağlı gıdaların alınmasının prostat kanseri riskini artırdığı ortaya çıkmıştır. Mesane kanserinin oluşumunda ise sigara çok önemli bir rol oynamaktadır. Kirli havaya ek olarak sigara dumanı öldürücü etki yapmaktadır. Hava kirliliği gözleri de tehdit etmektedir. Hava kirliliğinin önünün alınmaması durumunda uzun vadede binlerce insanın kör olabileceği uzmanlarca açıklanmıştır. Hava kirliliği, göz yaşının miktarını azaltmakta ve niteliğini değiştirmektedir. Bunun sonucu olarak gözlerde batma, yanma gereksiz göz kırpması gibi şikayetler artmaktadır. Kanser, kalp ve damar rahatsızlıkları, astım, bronşit, çocuklarda raşitizm, akciğer hastalıkları, kulak- burun- boğaz hastalıkları, ruhsal depresyon ve moral bozukluğu, saç renginde değişiklik, kirlenme uzun sürerse, yüksek kirlenmenin bulunduğu bölgelerde kalp ve damar rahatsızlıkları yüzünden ölüm sıklığı beklenebilir. Hava kirliliği insan kromozomlarında bozulma ve tahribata yol açmaktadır. Örneğin Katoviçe (Polonya)

havası çok kirli bir şehirdir. 40 kişide araştırma yapılmış ve yaşamın temel molekülü DNA'da bozulmalar saptanmıştır (Güney 1998).

Londra'da, 1952 kışında sisle karışan hava kirliliği, kent üzerindeki hareketsiz hava katmanının kirlilik düzeyini artırmış ve kendini temizleyemeyen hareketsiz kirli hava iki hafta gibi çok kısa bir süre içerisinde 4000 kişinin ölümüne neden olmuştur. ABD'nin Pensilvanya eyaletinde Donara kasabasında 1948 yılında yaşanan hava kirliliği nedeniyle kasaba sakinlerinin yarısına yakın kısmı hastalanmıştır. Yine New York'ta 1963 yılında yaşanan benzer türden hava kirliliği 300 kişinin ölümüne neden olmuştur (Özdemir 1997).

Hava kirliliği ölçüsü olarak genellikle SO<sub>2</sub> gazının yoğunluğu ve etki süresi bir kriter olarak alınmaktadır. Bu kriterler, daha doğrusu sınır değerler ülkelere, çeşitli canlılara, hatta aynı canlının türlerine göre değişmektedir. Kışlalıoğlu ve Berkes (1985)'e göre Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından insan sağlığı için kabul edilen sınır değerler, yıllık ortalama olarak 150 mikrogram SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> hava şeklindedir. Masters (1974)'e göre SO<sub>2</sub> gazının yıllık ortalama yoğunluğu 0,04 ppm (115 mikrogram) veya 24 saatlik ortalama yoğunluğu 0,11 ppm (314 mikrogram) üzerine çıkarsa insan sağlığı için zararlı alana girilmiş olur. Aynı literatüre göre 1saat içinde 1ppm, 8 saat süre ile 0,3 ppm üzere çıkarsa insan sağlığı için tehlike başlamış olmakta, yani sınır değer aşılmış bulunmaktadır. Whelpdale (1983)'e göre canlıların vücudunda civa birikimi 25 miligramı bulunca sinirsel bozukluklar, 25-100 miligramda görme ve işitme zayıflığı, 200 miligramdan itibaren ise sağırılık, felç ve ölüm zararları başlamaktadır (Çepel 1988).

Hava kirliliğinin hayvanlar üzerine olumsuz etkisi genel olarak yem bitkilerinde absorbe edilen kirleticilerden ileri gelmektedir. Bu tip zehirlenmelere sebep olan ağır metaller, arsenik, kurşun, molibdendir. Çiftlik hayvanlarına en çok tesir eden ve öteden beri bilinen bir diğer kirleticide florürlerdir. Çiftlik hayvanlarından özellikle sığırlar ve koyunlar florürden çok etkilenmektedir. Bilhassa hayvanlarda diş hastalıkları görülmektedir (Anonim 1997).

## Hava kirliliğinin bitkiler üzerine etkileri

İnsanlar ve hayvanlar dışında bitkiler de hava kirliliğinin etkileri ile karşı karşıyadır. Hava kirliliğini meydana getiren bazı gazlar, bitkilerin solunumu sırasında gözeneklerden içeriye girerek fotosentezi yavaşlatır. Özellikle tarımsal bitkilerdeki bu olumsuz etki, bir ölçüde ürün azalmasına sebep olur. Kükürtdioksitin en çok etkilendiği bitki türleri, bazı önemli tahıl ürünleridir. Ağaçların yapraklarında görülen renk bozulmaları da hava kirliliğinin bitki hayatında sebep olduğu ayrı bir bozulmadır.

Hava kirliliğinin bitkilere olan etkisinin en iyi örneği, termik santrallerden atılan  $SO_2$  gazının atmosferde girdiği reaksiyonlar sonucu meydana gelen  $H_2SO_4$ 'ün yağmur suyu ile yıkanması sonucu meydana gelen asit yağmurlarının geniş orman alanlarına verdiği zarardır ve pH değeri bazen 4.0'ün altında olan bu tür yağmurların İskandinav ülkeleri, Kanada ve Almanya'daki ormanlara zarar vermiştir (Anonim 1998a).

Hava kirliliğinin bitki ve ağaçlar üzerindeki etkileri daha çok üzerindeki etkileri, daha çok yapraklar üzerinde olmaktadır. Asit yağmuru biçiminde toprağa ulaşan kirlleticiler, bitki dokularını bozmakta toprağın verimini azaltmakta ve tarımsal üretimin azalmasına neden olmaktadır. Hava kirliliği ayrıca topraktaki mikroorganizmalara da zarar vermektedir (Özdemir 1997).

Hassas bitkiler kronik (az seviyeli ve uzun süreli kirlilikler; her  $m^3$  havada 6-24 saatte 300-600 mikrogram  $SO_2$  gazı) ve yarı kronik (çok az seviyeli uzun süreli kirlilikler; her  $m^3$  havada 6-24 saatte 150 mikrogram  $SO_2$  gazı) kirliliğe dayanarak yaşamlarını idame ettirmektedir. Ancak bu kirliliğe ve bitkinin türüne göre değişiklik göstermektedir. Kirliliğin yoğunluğunu bitkiler üzerindeki etkilerinde kolayca anlamak mümkündür. Kronik kirliliğe maruz kalan bitkilerde belirsiz çizgiler yapraklarda sararmış noktalar, genç yaprakların düşmesi ve bu yaprakların kısa zamanda yaşlı yaprak görüntüsü almasıdır. Bitkiler üzerinde yarı kronik reaksiyonların etkisinde oldukça yaygındır. Küçük yaralanmalar daha fazla olmakta yapraklar erken yaşlanmakta ve erken düşmektedir. Bu arada hareketsiz tozlar stomaları kapayarak ışıklanmayı azaltmakta ve

fotosentez özümlemesini etkileyerek bitkiye zarar vermektedir. Pratik olarak bitkiler büyüme sezonunda kirlilikten aşırı etkilenmekte, bir nevi acı çekmektedir. Eğer bir bitki uzun kirlenme periyodunun etkisinde kalırsa aşırı etkilenme sonucu ölmektedir. Her şeye rağmen kirliliğin etkisi bitki üzerinde gözle belirlenemeyecek dahi olsa bitkide çiçek açma ve meyve tutmada olduğu gibi oransal olarak az büyümekte, az ürün vermekte ve daha erken yaşlanmaktadır. Odunsu bitkilerde ise güneş yanıkları, gelişmenin gerilemesi, köklerin kurumaya yüz tutması ve geriye doğru ölümün hızlanması en belirgin özelliklerdir. Ancak bu etkileri kirlilik oranı ve bitkinin cins ve türü ile yakından ilgilidir (Güçlü 1986).

Bucher (1984)'e göre orman ağaçlarında latent (gizli) zararlar meydana getirmeye başlayan  $SO_2$  yoğunluğu sınır değerleri ;uzun süreli etkiler için 60 mikrogram  $SO_2/m^3$ , kısa süreli etkiler için 300 mikrogram  $SO_2/m^3$  olarak kabul edilmektedir. Azot oksitleri ( $NO_x$ ) için uluslar arası yıllık ortalama sınır değerler olarak 100 mikrogram  $NO_x/m^3$  kabul edilmiştir (Çepel 1988).

### 1.3.3. Hava kirliliğinin cansız varlıklara etkileri

Hava kirlenmesinin insan bünyesine doğrudan zarar vermesinin yanısıra, insanların mal varlıklarına yaptığı zararları da göz önüne almak gerekir. Kirlenmenin bu yoldaki etkileri, aşırı korozyon; özellikle işletmeler için makine ve diğer malların aşınmasının artması, malzemelerin korunması için özel tedbirler alınması, fazla zarara uğrayan malzemelerin alınmaması gibi değer yükü getirmektedir. Örneğin kirlenmenin fazla olduğu yerlerde çinko ve demir korozyonu da yüksek olmaktadır. Bu konudaki Fransız kaynaklarına göre damlarda kullanılan çinko kaplamalar fuel-oil yakılması nedeniyle daha çabuk aşınmaktadır. Fuel-oil ortalama olarak %2-3 kükürt içerir. Yanmadan sonra  $SO_2$  ya da  $SO_3$  olarak çinko üzerine çöken kükürt zamanla çinko kaplamaları bu tür kirlenmenin en yoğun olduğu durumlarda 4-5 yılda yenilemek gerekmektedir. Burada böyle aşınmalar sonucu malzemenin ikamesi için yapılan giderlerin yanı sıra boya, badana gibi genel bakım masraflarının da artacağı, ayrıca bu tür işlere bağlanmasının maliyetinin ne olacağını da düşünmek gerekir. Çünkü istatistiklerden anlaşılacağına



göre iş yerlerinde ve evlerdeki böyle masraflar kirlenmeye paralel olarak artmaktadır. Bu arada iş giysileri gibi her tür giysi, örtü, perde ve halının da daha sık temizlenmesi gerekmektedir. Bu konularda gene dış kaynaklı bazı incelemelere baş vurabiliriz. Örneğin İngiltere’de dükkanların boya, temizlik vb. gibi dış bakımları, kırsal yörelerde üç yılda bir, orta derecede kirlenen yörelerde iki yılda bir, çok kirlenen yörelerde her yıl değiştirilmektedir. Yapılan hesaplamalarda, kirlenen yörelerdeki temizlik ve boyama giderlerinin %15-40 daha fazla olduğu anlaşılmıştır (Gürpınar 1992).

Keskinler vd (1994), Erzurum’un kirli havasının ilde bulunan tarihi eserlere etkisini ortaya çıkarabilmek için yaptıkları sınırlı bir çalışmada, Erzurum kalesinden aldıkları taş örneklerini incelemiş ve bunların üzerinde hava kirliliğinin etkisini gösteren  $\text{CaSO}_4$  oluştuğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, aynı etkinin ildeki diğer tarihi eserlerde de olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kirlenmenin zararları ile ilgili bir başka sorun, havayı kirleten maddelerin aslında endüstrinin gereksindiği maddeler olmasıdır. Bu nedenle ekonominin, havaya karışan kirleticilerin oranında kayba uğradığını düşünebiliriz. Ya da konuya iyimser açıdan bakarak, hava kirlenmesini gidermek için yapılacak çabaların, masrafların ekonomik açıdan bir kayıp sayılmaması gerektiğini, havaya karışan bazı maddelerin tekrar üretime katılacağını düşünebiliriz. Ancak bu kirlenmeyi önleme işlemlerinin hangi ilkelere dayanılarak seçileceği, hangisinin ekonomik açıdan en verimli yöntem olacağı, üzerinde karar verilmesi güç bir konudur. Çünkü kirlenmenin kendisi, çok çeşitli kaynaklardan, çok değişik koşullar altında gerçekleşmektedir. Bu bakımdan kirlenmeye karşı yapılacak girişimlerde çok değişik kirlenme etkilerinin yanısıra ekonominin bünyesi göz önüne alınmalıdır. Yoksa kirlenmeyi önleyici çarelerin, başka sorunları, başka kirlenme olaylarını birlikte getirmeleri olasılığı vardır. Örneğin tozların havaya karışmasını önlemek için ısıtma yöntemi seçildiyse, bu suyun sağlanması işletmeye çok fazla donatım masrafı yükleyebilir, kirli suların biriktirdiği yer yeni bir kirlenme kaynağı yaratabilir (Gürpınar 1992).

#### 1.4. Dünyada ve Türkiye’de Hava Kirliliği ile İlgili Yasal Durum

Hava kirliliği ile ilgili yasal önlemler 1980’li ve 1990’lı yıllardan sonra uluslar arası düzeyde yoğunluk kazanmıştır. 12-13 Şubat 1979 tarihinde 1. Dünya İklim Konferansı Cenevre’de toplanmış ve diğer konuların yanında CO<sub>2</sub>’nin sera etkileri tartışılmıştır.

13.11.1979 tarihinde Cenevre’de imzalanan “Uzun Menzilli Sınırlarötesi Hava Kirlenmesi Sözleşmesi” ni Türkiye 21. 01. 1983 tarihinde kabul etmiştir. Cenevre Konferansı’nı 1985 yılında Villach’da yapılan “İklim Konferansı” izlemiştir. 29 ülkenin katıldığı toplantıda CO<sub>2</sub>’nin artmasıyla oluşabilecek tehlikelere dikkat çektikten sonra, diğer bazı gazların da sera etkisi yapabileceği belirtilmiştir (Anonim 1983).

27-30 Haziran 1988 tarihleri arasında 48 ülkeden 300 bilim adamının katıldığı Toronto’daki İklim Konferansı’nda; 2050 yılına kadar CO<sub>2</sub> emisyonunun yarıya indirilmesi, 2005 yılına kadar %20 oranında azaltılması ve atmosferi kirleten ürünlerin işaretlenmesi istenmiştir.

1992 yılında Rio de Janeiro’da yapılan 2. Dünya Çevre Konferansı’nda da iklim konusu ele alınmış ve bir iklim sözleşmesi imzaya açılmıştır. Hava kirliliğine neden olan kirleticilerin azaltılması ve yasaklanmasının öngörüldüğü sözleşmeyi, Türkiye gelişmiş ülkeler sınıfına konulması nedeniyle imzalamamıştır (Yücel 1995).

Ülkemizde de başta hava kirliliği olmak üzere çevre sorunlarının önlenmesi ile ilgili olarak çıkan yasal düzenlemeler yeni değildir. Günümüzde hala önemini koruyan ve Cumhuriyetin ilk yıllarında çevre sorunlarının önlemek üzere çıkarılan ilk yasalardan bir tanesi 1930 yılında yürürlüğe giren 1539 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu’dur.

18.10.1982 tarihli anayasanın yürürlüğe girmesi ve 56. maddesinde; “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını



korumak, ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların görevidir” hükmünü getirmesiyle çevre konusundaki çalışmalar yeni bir boyut kazanmıştır (Yücel 1995).

Hava kirliliği ile ilgili olarak şu anda yürürlükte bulunan yönetmelik, 2.11.1986 tarihli ve 19269 sayılı resmi gazetede yayınlanan “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği”dir.

Bu yönetmeliğin amacı, her türlü faaliyet sonucu atmosfer yayılan is, duman, toz, gaz, buhar, aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak; insanı ve çevresini hava alıcı ortamdaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumak; hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamaktır.

Yukarıda belirtilen yönetmeliğin hükümleri ise; tesislerin kurulması ve işletilmesi, tesislerin, yakıtların, hammaddelerin ve ürünlerin üretilmesi, kullanılması, depolanması, taşınması ve ithalini, motorlu taşıtların donanımları, çalıştırılmaları ve uymaları gereken keyfiyetleri kapsamaktadır. Hava kalitesi; insan ve çevresi üzerine etki eden hava kirliliğinin göstergesi olan, çevre havasında mevcut hava kirlleticilerin artan miktarıyla azalan kalitelidir (Topbaş vd 1998).

Sera etkisine yol açarak dünya iklimini olumsuz etkileyen gaz emisyonlarının kullanımının azaltılmasını öngören Kyoto Sözleşmesi 10 Kasım 2001 tarihinde Fas’ın Marakeş kentinde bir araya gelen 167 ülkenin çevre bakanları ve temsilcileri tarafından imzalanmıştır. Kyoto sözleşmesinde, 39 sanayi ülkesinin karbondioksit başta olmak üzere sera etkisine yol açan gaz emisyonlarının 2010 yılında 1990 yılına göre %5.2 azaltılacağını öngörmektedir (Anonim 2001b).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Başaran (1983)'a göre, bir yerleşim yerinde belli başlı ve önemli hava kirletici kaynakların en seri biçimde saptanabilmesi, yerleşim yerlerinde kolay elde edilebilecek verilere dayanmakta olup kapsamlı tarama ve örnekleme sonucunda ortaya çıkan tablo, harita ve şekiller, seçilen kirleticilerin yıllara ve mevsimlere göre genel kirlenme üzerindeki paylarını, yerleşim yerlerinde havaya atılan kirleticilerin coğrafik dağılımını gösterecektir. Bu tür bilgiler ise etkin bir hava kalitesi koruma programı oluşturmada yararlı olacaktır.

Kırımhan ve Boyabat (1983), Erzurum'da kent merkezinde görülen ve özellikle kış aylarında uygun olmayan yakıtların kullanılması ve yakma yöntemlerine uyulmaması sonucu oluşan hava kirliliği, kış aylarında kar yığınları üzerine çökelmekte ve ilkbaharda karların erimesi ile topraklara geçmektedir. Hava kirliliğinin kentteki kar yığınları ve toprak kaynakları üzerine etkisini araştırmak amacıyla başlatılan çalışmada, farklı yer ve zamanlarda alınan örneklerin kimyasal özellikleri belirlenerek kar ve toprak kirlenmesi ortaya konulmuştur. Kent merkezinden alınan örnekler, hava kirliliğinin etkisinde olmayan örneklerle karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda; kent merkezindeki kar ve toprak örneklerinin hava kirliliğinden önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir.

Barner (1983)'a göre kent havasının temizliği için, kent kurulması ile ilgili planlamalarda, mevcut ekolojik koşullar da, örneğin rüzgar yönü ve hızı, öz önünde bulundurularak, alandan yararlanma planları üzerinde ada sistemi, yeşil ring sistemi, yeşil koridorlar sistemi, yeşil koridorlar ve yeşil ring kombinasyonu, bükülmüş ve düz kesit yeşil alan düzenleme sistemleri de gösterilmelidir. Ada sistemi; kentin büyük bir kısmına dağılan küçük yeşil alanlardır. Yeşil alanlar, ev duvarları ve ulaşım yolları arasında kaldığı için, kentin elverişsiz iklim koşulları etkisi altındadır. Bu nedenle özel bir iklim yaratmazlar. Yeşil Ring Sistemi; kenti çevreleyen kale duvarları etrafına halka

şeklinde saran yeşil alanlardır. Bu nedenle kentin içine girip çıkan havayı çok iyi bir şekilde süzerler. Yeşil koridorlar, kentin merkezinden çevresine doğru radyal olarak uzanan yeşil alanlardır. Kentin çevresinden gelen taze hava ile kent merkezindeki havanın karşılıklı değişimini sağlarlar. Yeşil koridorlar ve yeşil ring kombinasyonu; yeşil ringler havanın süzülmesini, yeşil koridorlar da kentin hava değişimini sağlarlar. Bükülmüş ve düz kesit; kentin merkezine yakın yerden başlayan ve kentin içinde belirli topografik elementlere paralel veya onlara bitişik olarak bir eğri şeklinde veya dümdüz uzanan yeşil alanlardır (Çepel 1988).

Ekstrem derecede hava kirliliği ve asit depolaması olmayan bölgelerde koruyucu önlem olarak, duyarlı türler yerine SO<sub>2</sub> zararlarına nispeten dayanıklı ağaç türleri getirilmesi düşünülebilir. Almanya'da, fidanlıklarda gaz etkisi altında, bu koşullara uyum sağlayacak fidanların yetiştirilmesi için inceleme ve denemelerin yapıldığı belirtilmektedir. Barner (1983) ve Zundel (1987) yaptıkları araştırmalar sonucunda kükürtdioksit gazı zararlarına karşı "nispeten dayanıklı" veya nispeten az duyarlı" ağaç ve çalı türlerinin *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Fraxinus*, *Acer*, *Populus nigra*, *Tilia tomentosa*, *Thuja*, *Taxus*, *Buxus*, *Larix Japonica*, *Picea pungens*, *Juniperus*, *Sambucus nigra*, *Ligustrum vulgare*, *Crateagus monogyna*, *Cornus*, *Rhamnus frangula*, *Hippophae* olduğunu belirtmişlerdir (Çepel 1988).

Serez (1984) hava koşullarına bağlı olarak yetişen yüksek ve alçak boylu bitkilerin hava akımlarını az da olsa önlediğini, bu nedenle soğuk havanın belli istikametlere doğru yayılmadığını belirtmiştir. Bitki örtüsü hava sirkülasyonunu da etkilediği için havanın etkisinin ve derecesinin azaldığını, yüksek hava rutubetinin de zehirli bileşikler içindeki gazı bağladığını, bitkilerin aynı zamanda gaz alışverişiyle CO<sub>2</sub> açığa çıkardığını, örneğin 300m<sup>2</sup> yeşil alanın bir şehrin oksijenini 20 kat artırdığını Özellikle ibreli ağaçların hava filtresi görevini gördüğünü ve havadaki tozları tuttuğunu belirtmiştir.

Kırımhan (1984) Erzurum'daki hava kirliliğini azaltmak için ele alınacak önlemler hakkında önerilerde bulunmuştur. Ağırlıklı olarak; kentin merkezi ısıtma birimleri ile

bölgesel ısıtılmasının sağlanması ,solar enerji ve jeotermal enerjinin kullanılmasının gerektiğini belirtmiştir.

Lane and Bell (1984), Londra merkezindeki SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO ve NO<sub>x</sub> konsantrasyonlarının üç aylık verilerin ve NO<sub>2</sub>'nin konsantrasyonları genellikle birbirine uzakken SO<sub>2</sub> ve NO'nun konsantrasyonu birbirine yakın bulunmuştur.

Güçlü (1986) tek sıralı ağaç şeritlerinin %25'e yakın kirliliği azalttığından, yoğun kirlilik alanlarında daha fazla ağaçlandırma yapılması gerektiğini, kirliliğin önlenmesinde bitkilendirmenin şekli ve yoğunluğu kadar, bitki cins ve türünün de önemli olduğunu bu nedenle hava kirliliğine maruz kalan alanlarda kirliliğin etkili maddesine göre bitki türü seçildiğinde başarı oranının daha yükseleceğini belirtmiştir.

Lucas *et al.* (1986) bitkiler üzerine soğuk etkisi ve hava kirliliği arasındaki etkileşimi araştırmak için yeni bir büyük ölçekli kapalı odalı buhardan geçirme sistemi ile SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub>'ün düşük konsantrasyonlarının etkilerini ve otsu bitkiler ve odunsu türler üzerine düşük sıcaklıkların etkilerini incelemişlerdir. Sistem, güçlü havalandırma sistemine sahip küresel seraların şeklini değiştirme tekniğine dayanmaktadır. Bu bağli nem ve çevre sıcaklığında bitkilerin maruz kalmalarının bitkilerin don hassasiyeti artırıp artırmadığını test etmek dizayn ettikleri deneylerde oda sıcaklığının 4 ile 8<sup>0</sup>C düştüğünü görmüşlerdir.

Bir peyzaj mekanında meydana gelecek hava kirliliğinin derecesi, kirlletici kaynakların yoğunluğu ile, bunlardan çıkacak zararlı madde çeşidi, miktarı ve bunların etki süresine bağlı olarak değişir. Gerçekten bir ton kömürün yanmasıyla 2-9 kg SO<sub>2</sub>, 8-10 kg azot oksitleri (NO<sub>x</sub>), 10-20 kg kül meydana geleceği; aynı ısı gücüne sahip bir ton fuel-oil yanmasından da 1.5-4 kg SO<sub>2</sub> gazının atmosfere karışacağı düşünülürse, kirlenmenin bu maddelerin yakılan miktarı ile orantılı olacağı kolayca anlaşılır. Bu nedenle her ülkede, hatta aynı ülkenin çeşitli yerlerinde hava kirliliği değişik düzeylerde olmaktadır (Çepel 1988).

Holopainen *et al.* (1993) plastik kaplarda gelişen ladin ve çam fidelerinin üzerindeki konifer afitlerinin populasyon dinamikleri en fazla SO<sub>2</sub> yayan bir kağıt fabrikasının civarında çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda tüm konifer afitleri kirlilik kaynağı civarında bulunan koniferler üzerinde kirlilik etkisinin iyi göstergeleri olmadığını büyük bir olasılıkla kirlilik etkilerinin konukçu bitkiler üzerindeki afitlerin genç dönemlerinde gelişimini engellediğini, ayrıca hava kirliliğinin yüksek seviyelerinin afit populasyonunun hızla azalmasına neden olduğunu saptamışlardır.

Kainulainen *et al.* (1993) *Pinus silvestris L.*(Çam) ve *Picea abies (L.) Karst* (Ladin) fideleri, SO<sub>2</sub> yayılımının en fazla olduğu bir kağıt fabrikasından artan mesafelerdeki 5 orman alanından taşınmışlardır. Ladin ve çam fideleri üzerindeki afitler için koruyucu ve besleyici değerlere sahip olabilen bileşimlerin seviyeleri incelemişlerdir. Sonuçta SO<sub>2</sub>'nin ladin ve çam fideleri üzerindeki afitler için koruyucu ve besleyici değere sahip olabilen bileşimlerinin seviyelerini belirlemişlerdir. SO<sub>2</sub>'nin ladin ve çam fidelerindeki karbonhidrat metabolizmalarını bozduğu tespit edilmiştir.

Hava kalitesi ile ilgili kontrol stratejilerinin geliştirilmesi için; özellikle yeni yerleşim bölgelerinde hakim rüzgar yönü göz önüne alınarak konutlaşmaya gidilmelidir. Taşıtlardan ve ısınmadan ileri gelen kirlenmenin atmosferde dağılımı için binalar arasında hava sirkülasyonu sağlayıcı bir yapılaşmaya özen gösterilmelidir. Ve yeni yerleşim merkezlerinde merkezi ısıtmayı teşvik edici ve zorunlu kılıcı tedbirler alınmalıdır (Anonim 1991b).

Özbay vd (1991) Erzurum'da yaptıkları çalışmalarda, hava kirliliğinin nedeninin kullanılan yakıtın yüksek kükürt ve kül içermesi, kirliliğin genellikle inversiyon yüksekliği ve sıklığı, bağıl nem, sıcaklık, gibi faktörler tarafından etkilendiği ve kentin topografyasının hava kirliliğinin artmasında önemli bir faktör olduğu tespit etmişlerdir.

Erzurum'un en önemli çevre sorunlarından olan hava kirliliği, kentsel alandaki hava akımlarının yetersizliğinden ve ısıtma amacıyla kullanılan yakıtın yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Çözüm olarak ısıtmada kullanılan linyit kömürünün oranının

giderek düşürülerek kok kömürü kullanımına ağırlık verilmesi yoluyla giderilebilir (Anonim 1992).

Endüstri kuruluşlarımızın hava kirliliğine karşı önlemleri gerçekten çok yetersiz düzeyde olup, bir araştırma sonucuna göre Türkiye'deki Endüstri kuruluşlarının ancak %6.3'ünün çevre kirliliği oluşturmayacak önlemlere tam olarak sahip bulunduğu ve havayı kirlilettiklerini anlaşılmıştır (Anonim 1993).

Kızıoğlu vd (1993) Erzurum'da hava kirliliğinin bitkiler üzerine etkilerini araştırmışlar ve karayolu çevresindeki bitkilerden 1.0 m yükseklikten alınan örneklerde, 2.5m'den alınan örneklere göre daha fazla kirlilik birikimi olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, Erzurum'da kurşun birikiminin; Karaağaç (*Ulmus glabra*), Huş (*Betula verrucosa*), İğde (*Elaeagnus angustifolia*), çinko birikiminin; kavak (*Populus nigra*), akasya (*Robinia pseudoacacia*) ve kükürt birikiminin ise akçaağaç (*Acer negundo*) ve çam (*Pinus sylvestris*) gibi bitkilerde gelişmeyi engellediği tespit edilmiştir.

Topçu vd (1993) Erzurum yerleşim merkezi üzerinde aldıkları kontrol hava hacminde süreklilik denklemi kullanılarak, bir model geliştirilmiştir. Bu model denklemi 1989-90 ve 1990-91 yıllarının kış periyotlarına ait SO<sub>2</sub>, katı madde kirlileme derişimleri ve meteorolojik verilere uygulanarak, regresyon analiz yöntemiyle model parametreleri tespit edilmiştir. Bu modele göre günlük kirlilik konsantrasyonunun belirlenmesinde, günlük meteorolojik parametrelerin yanında geçmiş günlere ait meteorolojik parametrelerin de etkin olduğu görülmüştür. Önerilen model, meteorolojik verilere günlük kirliletiçi konsantrasyonlarını oldukça iyi bir şekilde tahmin etmektedir.

Barış (1995) Ankara kentinde hava kirliliği sorununun çözümünde peyzaj mimarlığı açısından alınması gerekli önlemler incelenmiş ve özellikle büyük kentlerimizde kış aylarında görülen hava kirliliğinin büyük oranda ısınma amacıyla tüketilen yakıtlardan kaynaklandığını belirtmiştir.



Yücel (1995), 1970'li yıllardan önce hava kirliliğinden bahsedilince yalnızca Ankara düşünülürken, günümüzde İstanbul, İzmir, Bursa, Kayseri, Gaziantep, Kocaeli, Samsun, Zonguldak, Denizli, Erzurum, Diyarbakır, Trabzon, Sivas gibi kentlerimiz özellikle kış aylarında hava kirliliğinin yoğun olduğu yerlerdir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde şeker fabrikaları Erzurum, Elazığ ve Erzincan'da çimento fabrikaları Kars, Elazığ ve Van'da gübre fabrikası da Elazığ'da önemli ölçüde hava kirliliğine neden olmaktadır. Erzurum bölgenin en fazla kirliliği olan kenti durumundadır.

Anonim (1995b)'e göre Erzurum ilinin hava kirliliği problemine çözüm getireceği düşünülen önlem ve uygulamalar; şehre kalitesiz yakıt girişini engellemek, kent civarında yapılacak olan yeni toplu konut alanlarının şehrin kuzey ve kuzeydoğu bölgesine doğru kaydırarak, hakim rüzgarı arkasına alacak şekilde kurulması, cadde ve sokakların mümkün olduğunca hakim rüzgar yönünde oluşturulması, sirkülasyona engel olacak yüksek binalara izin verilmemesi, mevcut ya da kurulacak olan toplu konut bölgelerinin doğal gaz ile ısıtılması, kent içindeki yeşil alanların artırılması, konutların ısıtılması için yakma işlemini ehliyetli kişilerin yapması, binanın daha az yakıtla daha iyi ısıtılması için pencere ve kapı izolasyonlarına ve konumlarına dikkat edilmeli, ısınma amaçlı başka enerji kaynaklarının kullanımın sağlanmasıdır.

Aksu (1996) Bursa'da kentleşme ve hava kirliliği sorunu üzerine bir çalışma yapmış ve Bursa'daki hava kirliliğinin özellikle 90'lı yılların başından itibaren giderek artan bir seyir izlediğini, büyük miktarda kirletici kaynaktan yayılan emisyon kadar, dönemsel meteorolojik faktörlerin de bir araya gelmesiyle kirlilik tehdit edici boyutlara ulaştığını, örneğin 1991-1992 kış döneminde, Türkiye genelinde kükürt dioksit konsantrasyonlarının ortalamalarının en yüksek olduğu il ve ilçe merkezlerinin sıralamasında beşinci, duman ortalamaları sıralamasında onuncu olduğunu belirtmiştir.

Zimmerling *et al.* (1996), Almanya'nın Rotenkamp kırsal alanında iki yıl aerosol'da sülfürdioksit, nitrikasit, nitrousasit, hidroklor, amonyak, sülfat, nitrat, klor ve amonyum konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Saxony Anhalt'dan Saxony'e kirli hava kitlelerinin uzun süreli taşınması Doğu Avrupa üzerindeki yüksek hava bölgeleri doğudan esen

rüzgar etkisinde kaldığından ve alçak inversiyon tabakası nedeniyle yatay değişim azaldığından hava kalitesi etkilendiğini belirtmişlerdir.

Erzurum kent merkezinin bir kış dönemi boyunca ihtiyaç duyduğu katı yakıt miktarı 220.000 ton civarındadır. Bu kadar çok yakıtın yanması ile ortaya çıkan kükürt dioksit gazı partikül maddelerin ve kirliliğin yoğunlaşmasında büyük rol oynayacağı açık bir gerçektir. Öte yandan katı yakıtların fazla miktarda kükürt ihtiva etmesi ve yanlış yakımı gibi faktörlerde kirliliğin artmasında önemli rol oynamaktadır. Kirliliğin belli süreler dağılmadan kalmasına da meteorolojik faktörler sebep olmaktadır. Rüzgar etkili doğrultusu ile kentleşme biçimi arasındaki ters ilişki rüzgar hızının düşmesine yol açarak kirliliğin dağılmasını engellemektedir. İversiyon olayının varlığı da kirletici maddelerin kent üzerinde yoğunlaşmasına neden olmaktadır (Anonim 1997).

Karaöz ve Tolunay (1997)'a göre Yeniköy Termik Santrali'nin (Muğla-Türkiye) çevresindeki doğal kızılçam ormanları üzerine etkilerini araştırmak için yapılan çalışmada; iğne yaprak ve ölü örtü örneklerinin kükürt içerikleri ile, toprakların reaksiyonu (pH) ve  $\text{CO}_2$  miktarları belirlenmiştir. Ayrıca örnek ağaçlardan alınan gövde kesitlerinden yıllık artım durumları irdelenmiştir. Yıllık çap artımı santralin üretime geçmesinden sonra azalmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Yeniköy termik santralinin çevresinde doğal kızılçam ormanlarının önemli ölçülerde etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Nilsson and Randrup (1997)'a göre ağaçlar atmosferdeki partikülleri tutmakta ve ozon, kükürtdioksit ve nitrojen dioksit gibi hava kirliliğine neden olan gazları da absorbe etmekte ve böylece bunları atmosferden uzaklaştırmaktadır. Aynı şekilde ağaçlar ozon oluşmasına yardım eden izopren ve monoterpen gibi çeşitli uçucu organik bileşikler yaydığı belirlenmiştir. Transpirasyonla atmosfere su vererek ve zemine gölge yaparak ağaçlar yerel hava sıcaklığını düşürmekte, yazın binaları gölgelemekte, kış rüzgarlarını kestiklerinden dolayı binalar için enerji tüketimini azaltmakta ve bunun sonucunda enerji üreteçlerinden çıkan hava kirleticilerinin emisyonunu azaltmaktadırlar.



Ocak (1997a) Erzurum'da hava kirliliği değerlendirilmesi ve atmosferik parametreler ilişkilendirilmesi üzerine yaptığı çalışmada; meteorolojik parametrelerden sıcaklık ve rüzgar hızının SO<sub>2</sub>'yi azalttığını, SO<sub>2</sub>'e ait bir önceki gün konsantrasyonunun kirliliği artırdığını belirlemiştir.

Özer (1997)'e göre Bursa'da hava kirliliği ile ilgili yapılan araştırmalara göre Uludağ Sarıalan'da yaz aylarında düşük olarak ozon, azot oksitler ve toplam tanecik derişimleri ile gün içinde ölçülen ozon, azot dioksit ve azot monoksit derişimlerindeki değişimlerin tipik fotokimyasal smoglu oluşumu ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. 28 ppb standardı olan 15 ppb'nin üzerinde olduğu saptanmıştır. Uludağ'da kükürt dioksit ve toplam taneciğın aynı kaynaktan yayılmadığı gözlenmiştir. Kükürt dioksit ve azot dioksit arasındaki korelasyon ise farklı iki kaynağın bu kirleticileri etkilediğini göstermiştir.

Wermann (1997)'a göre ormanlar üzerindeki hava kirliliği etkilerinin izlenmesi ve sebep sonuç ilişkisinin daha iyi anlaşılması için Uluslararası İşbirliği Programı, ormanlar üzerinde hava kirliliği etkilerinin değerlendirilmesi ve izlenmesi için çalışmıştır. On yıllık değerlendirmeler sonucunda, Avrupa'da orman sağlığının bütünüyle bozulduğunu açıklanmıştır. 1988'den 1995'e kadar olan sürede, hasar görmüş ağaç sayısında artış görülmüştür. Bugün aynı bölgedeki sağlıklı ağaçlarla kıyaslandığında örnek ağaçların kabaca dörtte biri yapraklarının %25'ini kaybetmiştir.

Yarmisko and Mazneya (1997) endüstriyel kirlenmenin Kuzey Avrupa çam ormanlarındaki bitkilerin kapasitelerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada; Kola Peninsula'daki çam ormanlarının bitkilerin asimilasyon kapasitesi üzerinde SO<sub>2</sub> ve ağır metaller (Ni, Cu, Co vs.) tarafından meydana getirilen kronik hava kirlenmesinin tesirini araştırmışlardır. Severonickel emisyonundan etkilenmiş kuşaktaki çalışmada hafif kirli alanda bir yaşındaki ibrelilerin %30'u ve çok kirli alandaki ibrelilerin %70'i kloroz ve nekroz ile birlikte ikinci sene prematüre ibrelerin düşmesine eşlik ettiği görülmüştür. Yaşlanma ve çam ibrelerinin ölümünün 5-6 yaşında başladığı, hava kirliliği tesiri altındaki ibre hayatının devamı 7-10 seneden 1-2 seneye düştüğü tespit edilmiştir.

Açık ve yeşil alanların hava kirliliğine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir araştırmada 1 hektar genişliğindeki bir ladin ormanının 32 ton, çam ormanının 36,4 ton kayın ormanının ise 68 ton kadar tozu tutabileceği belirtilmektedir. Bir yerleşim alanından 2 km uzakta bulunan bir orman havasının, bir yerleşim alanının havasına oranla %70 oranında daha az toz parçacıkları içerdiği araştırmalarla ortaya konmuştur. Hatta yapraksız oldukları kış dönemlerinde bile ağaçlar tozları %60 oranında filtre edebilmektedirler. Ağaçlar mevcut yaprak ağırlığının 5-10 katına kadar toz tutabilmektedir. Fransa'da 5 yıl süreyle yapılan bir araştırmada, Paris'te ağaçsız bir alanda 1m<sup>3</sup> havada ortalama 3910 bakteri varken, hemen yakınındaki bir parkta bu miktarın 455'e düştüğü saptanmıştır (Anonim 1998a).

Tuncel (1998)'e göre, 26 ilde 1990-1995 yılları arasında ölçülen kış mevsim SO<sub>2</sub> ortamları sürekli olarak Hava Kalitesi'nin Koruma Yönetmeliği'nde verilen uzun vadeli sınır değer olan 150 µg/m<sup>3</sup>'ü aştığı belirlenmiştir. Aynı illerde kış aylarında Kısa vadeli Sınır Değer olan 400 µg/m<sup>3</sup>'ü düzenli olarak aştığı görülmüştür. Birinci grupta yer alan kentlerden Erzurum, Çorum, Kahramanmaraş, Kırşehir, Afyon, Gaziantep'te 1990-1995 yılları arasında ölçülen SO<sub>2</sub> konsantrasyonları yılda %5 ile %18 arasında değişen artış göstermektedir. Dolayısıyla bu illerde önlem alınmaması halinde zaten bozuk olan hava kalitesinin daha da bozulması beklenmektedir. Ayrıca, Sağlık Bakanlığı tarafından illerde yapılan günlük ölçümlerden hesaplanan kış mevsimi partikül madde konsantrasyonları için yapılan ölçümlerin sonucunda, illerde evsel ısıtmadan kaynaklanan partikül madde kirliliğinin, SO<sub>2</sub> kirliliği kadar büyük boyutlarda olmadığı görülmektedir. SO<sub>2</sub> için yapılan değerlendirmede ölçüm yapılan 26 ilin kış aylarında sürekli olarak hava kirliliği etkisi altında olduğu görülmüş iken, partikül madde konsantrasyonları düzenli olarak Hava Kalitesi Korunması Yönetmeliği'nde belirtilen UVS (uzun vadeli sınır) değeri olan 150 µg/ m<sup>3</sup>'ü aşmakta olduğu belirtilmiştir.

Topbaş vd (1998)'e göre hava kirliliği yolu ile de ekonomik kayıplar söz konusudur. Atmosferik kirlenmenin iki kaynağı vardır. Birincisi bireysel hava kirliliği (ev bacaları, motorlu araçlar vs.), diğeri ise toplu kirlilik (endüstri kuruluşları, sanayi kuruluşları, fabrikalar, resmi kurumlar vs.)'dir. Özellikle şehir merkezlerindeki kirlenmenin %50'si

ev bacaları ve motorlu araçların egsozlarından çıkan dumanlardan oluşmakta ve daha çok burada yaşayan halkın sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Endüstri kuruluşlarımızın hava kirliliğine karşı önlemleri gerçekten de çok yetersiz düzeydedir. Bir araştırma sonucuna göre Türkiye'deki endüstri kuruluşlarının ancak 6,3'ünün çevre kirliliği oluşturmayacak önlemlere tam olarak sahip bulunduğu ve havayı kirletmedikleri anlaşılmıştır. Söz konusu oran son derece yetersiz olup, hava kirliliği probleminin boyutları hakkında iyi bir fikir verebilmektedir.

Güllü (1999)'nün İstanbul'da yaşanan hava kirliliği ve kaliteli kömür kullanımının hava kalitesine etkisini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada; 1980'den sonra yoğun göçle beraber İstanbul'da hızla artan hava kirliliğinin 1990'dan sonra tehlikeli boyutlara ulaştığını, bu yönde, İstanbul'da hava kirliliğinin önlenmesi için etkin kararların alınmasının ve uygulanmasının kaçınılmaz olduğunu, 1994'ten sonra bu doğrultuda yapılan en önemli çalışmalardan birisinin de İstanbul'da kalitesiz kömürlerin yakıt olarak kullanımının yasaklanıp, kaliteli kömür kullanılmasının sağlanmasının olduğunu, kömürlerin torbalanarak satışının yapılması ile birlikte de denetim ve kontroller açısından belirli bir kolaylık sağlandığını ve İstanbul'da kömürlerin yakıt olarak kullanılmasından kaynaklanan hava kirliliğinin önemli ölçüde problem olmaktan çıktığını belirtmiştir.

Müezzinoğlu (2000)'na göre, küçük, orta ölçekli yakma tesisleri Türkiye'nin 1996 yılında 3 milyon ton civarında olan SO<sub>x</sub> emisyonlarının %33'üne yol açmıştır. Diğer bir ifadeyle çok önemli bir kirletici kaynak grubu oluşturmaktadır. Yasalarımıza göre küçük boyuttaki yakma tesislerinde sorunun doğrudan yakıt dağıtım düzenlemeleri ile valilikler tarafından çözümlenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Kubilay vd (2001)'ne göre Doğu Akdeniz'in Türkiye kıyısında bulunan Erdemli (36<sup>0</sup>N, 34<sup>0</sup>E) istasyonundan, 1991, 1992, 1996, 1997 ve 1998 yıllarında toplanan atmosferik partikül (aerosol) örneklerinde gerçekleştirilen (mineral tozun atmosferdeki izsürücü elementi) analizlerinin sonuçları ilkbahar aylarında yüksek Al derişimleri göstermiştir. Üç boyutlu hava kütleleri yörüngeleri, dinamiksel denklemlerin yanı sıra toz taşımını

da içeren bölgesel bir atmosferik model sonuçları ve uzaktan algılama verileri ile birlikte incelenen ölçüm seti kuzey Afrika çöllerinden kaynaklanan mineral tozun bölgeye özellikle geçiş mevsimlerinde taşındığını göstermiştir.

Oğuz vd (2001)'nin yerleşim bölgelerinde trafikten kaynaklanan organik kirleticilerin belirlenmesine yönelik iki aşamalı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın amacı, araç kaynaklı emisyonların sıkı bir şekilde kontrol edildiği bir kent olan Ottawa (Kanada) ile araç emisyonlarının aynı ölçüde kontrol edilmediği bir kent olan Ankara'daki trafik kökenli organik kirleticilerin kompozisyonlarının ve oluşturdukları kirlilik düzeylerinin belirlenmesi ve aradaki farklılıkların incelenmesidir. Çalışmanın Ottawa bölümü 2000 yılında tamamlanmıştır. Ankara'da ki ölçümler 2001-2003 yılları arasında gerçekleştirilecektir. Ottawa 2000 çalışmasında ölçümler, biri yaz ve diğeri kış aylarında olmak üzere iki dönemde gerçekleştirilmiştir. Örnekler, trafiğin yoğun olduğu, bir sokakta burun seviyesi ve çatı katı olmak üzere iki farklı yüksekten alınmıştır. Açık havadaki örneklemelerin yanı sıra, aynı tarihlerde araç içi örneklemeleri de gerçekleştirilmiştir. Özel otomobillerde ve otobüs içinde olmak üzere iki farklı ortamda yürütülen çalışmanın sonucunda kirleticilerin konsantrasyonlarının yaz ve kış aylarında ve açık hava ve araç içinde farklılık gösterdiğini göstermektedir.

Özsoy vd (2001)'ne göre Doğu Akdeniz kıyısında, ODTÜ-Deniz Bilimleri Erdemli Yerleşkesi'nden toplanan günlük atmosferik partikül örneklerinde eser element analizleri ile temel anyon analizleri gerçekleştirilmiştir. ODTÜ-DBE'de 1991 yılında başlatılan uzun vadeli aerosol izleme çalışmaları, bölgesel özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında episodik olarak Sahra Çölü kaynaklı mineral toz taşınımı etkisi altında olduğunu ortaya koymuştur. Aerosol sülfat ve nitrat derişimleri belirgin bir mevsimsel değişim sergilemektedir. Dünya genelinde yapılan benzeri çalışmalarla bir kıyaslama yapılacak olursa elde edilen ortalama aerosol sülfat ve nitrat derişimleri en yüksek değerler arasında yer almaktadır. Hava kütleleri geri yörüngelerine dayalı bazı örnek olaylar için, aereosol sülfat ve nitrat derişimleri ile Zn, Cd, Pb gibi antropojenik elementlerin yerkabuğuna göre zenginleşme faktörleri izleyici olarak kullanılmış ve

Levant Baseni'nde deniz tuzundan kaynaklanmayan sülfatın (nss-sülfat) biyojenik kaynakları belirlenmeye çalışılmıştır.

Yıldırım vd (2001)'ne göre Erzurum yerleşim merkezi üzerinde alınan kontrol hava hacminde süreklilik denklemi kullanılarak, bir model geliştirilmiştir. Bu model denklemi 1994-1998 yıllarının kış periyotlarına ait meteorolojik verilere ve günlük ortalama SO<sub>2</sub> değerlerine uygulanarak, regresyon analiz yöntemiyle model parametreleri tespit edilmiştir. Bu modele göre günlük kirlilik konsantrasyonunun belirlenmesinde günlük meteorolojik parametreler yanında geçmiş günlere ait meteorolojik parametrelerin de etkin olduğu görülmüştür. Önerilen modele göre kirletici konsantrasyonları 20 µg/m<sup>3</sup>' den daha az standart sapmalarla çok yeterli bulunmuştur.

Anonim (2002a)'e göre fosil yakıtların yakılması sonucu atmosfere %20-30 arasında metan gazı salınmaktadır. Ancak doğal gaz yakımı sonucu atmosfere salınan karbondioksit salınımı %47 oranında azalmaktadır. Üstelik yeni geliştirilen yakma teknikleri sayesinde bu oranı %70'lere indirmek mümkün görünmektedir. Öteki fosil yakıtları bunların yanı sıra kil gibi katı atıklarda bırakmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı, doğal gazın öteki fosil yakıtlar yerine kullanımı kirliliği kontrol etmenin en etkin yollarından biri olarak görülmektedir.

Çevre sorunlarının önemli boyutlara ulaştığı günümüzde insanların havası ve toprağı kirlenmemiş, gürültüden uzak bir ortamda yaşamaları en büyük istek ve arzularıdır. Bilindiği üzere son yıllarda ülke çapında pek çok ilimizde hava kirliliği yoğun olarak yaşanmakta ve başta insan sağlığının ve çevresinin korunması yönünde bir önlem alınması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, günümüzde önemli çevre sorunu olan ve yaşamı tehlikeye sokan hava kirliliğini önleyici tedbirler almak ve hava kirliliğini azaltabilmek için peyzaj mimarlığı açısından ne gibi çalışmalar yapılabileceğini araştırmaktır.

Yapılacak olan çalışma; Erzurum'un en önemli çevre sorunu olan hava kirliliğinin insan sağlığına verdiği zararlar konusunda halkı bilinçlendirmek ve kirliliğin ortadan kaldırılması veya en aza indirgenmesi için peyzaj mimarlığı kriterlerine göre alınabilecek tedbirlerin belirlenmesi ve uygulanması için halkın teşvik edilmesi açısından büyük bir önem taşımaktadır.

Toprak genişliği bakımından ülkemizin dördüncü büyük ili, Doğu Anadolu Bölgesi'nin %15'lik kısmını oluşturan ve 25066 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümüne sahip olan Erzurum'da hava kirliliğinin yoğun olduğu kent merkezi, Dadaşkent, Yenişehir, Yıldızkent semtleri ve bunların dışında kalan diğer bölgelerde hava kirliliğini oluşturan unsurlar belirlenecek, kirlilik düzeyinin belirlenmesi ve alınacak tedbirlerin uygulanmasında izlenecek yolun tespiti amacıyla kirletici kaynaklar, topografik durum, yerleşim biçimi, hava akımları ve trafik yoğunluğu gibi faktörler göz önüne alınarak tespit edilmiş ölçüm istasyonlarından alınan kirlilik değerlerine göre kirlilik haritası oluşturulacaktır. Ve bu çalışma kapsamında hava kirliliğini azaltmak için peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmanın materyali olarak Erzurum kent merkezi seçilmiştir. Erzurum Kenti, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğu kesiminde 39°-55" kuzey paraleli ile 41°-16" batı meridyeninin kesişme noktasında yer almaktadır (şekil 3.1). Erzurum kuzeyde Rize, Trabzon ve Artvin, batıda Gümüşhane ve Erzincan, güneyde Tunceli, Bingöl ve Muş, doğuda Ağrı ve Kars illeri ile çevrilidir. 25.066 km<sup>2</sup>'lik araziye sahip olan il, Trabzon'a 324 km, Ağrı'ya 181 km, Artvin'e 295 km, Erzincan'a 193 km, Bingöl'e ise 348 km uzaklıkta bulunmaktadır. Kuzeyinde Kargapazarı ve Dumlu Dağları ile Soğanlı Dağlarının bulunduğu kent merkezi, güneyinde bulunan Palandöken Dağının (3194m) kuzey eteğinde 1800 ile 2150 m yükseklikleri arasında 5445.08 ha'lık bir alan üzerine kurulmuştur (Doğanay 1983).

Çalışmanın ana materyalini Yakutiye, Kazım Karabekir, Dadaşkent ve Yenişehir Belediyelerini sınırları içine alan Erzurum Büyükşehir kenti bütünündeki yerleşim alanlarında ısınma amacıyla kullanılan yakıt, motorlu taşıtlar ve sanayiden kaynaklanan hava kirliliği oluşturmaktadır.

Kentte son yıllardaki hava kirliliği düzeyinin belirlenmesi için Atatürk Üniversitesi Çevre Mühendisliği Çevre Sorunları Araştırma Merkezi'nden alınmıştır. Erzurum Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğü Hava Kirliliği Kontrol Ve Araştırma Laboratuvarlarından 1992-2002 yılları arasındaki SO<sub>2</sub> ve Partikül Maddelerin aylık ortalanmaları alınmıştır.

Araştırmada kullanılan iklimle ilgili sayısal veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Kentin nüfusu ile ilgili sayısal veriler Devlet İstatistik Enstitüsü'nden alınmıştır. Erzurum kentinin hava kirliliği haritasını hazırlamak için Erzurum Büyükşehir Belediyesinden 1/5000'lik nazım imar planı yardımcı materyali

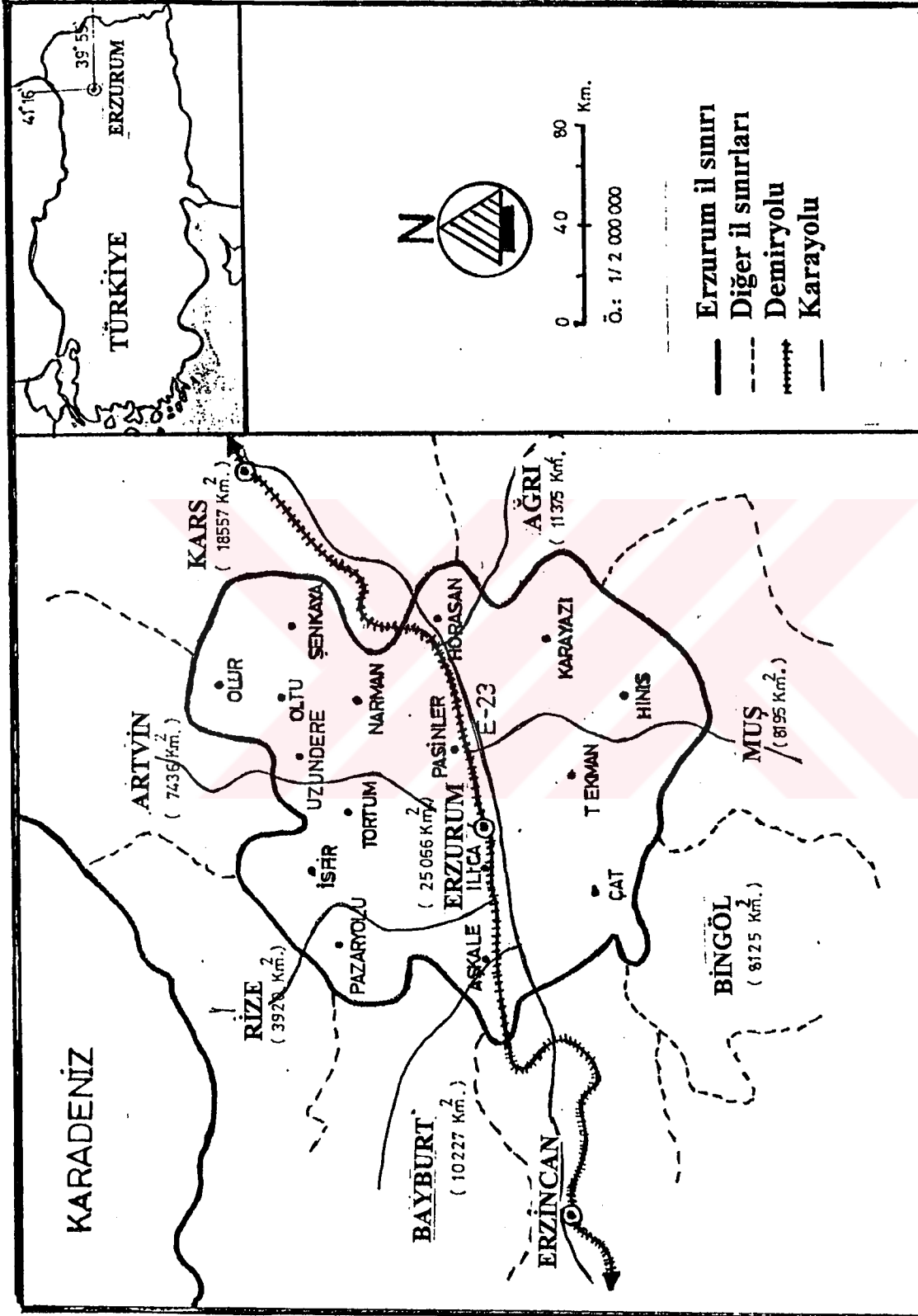


oluşturmaktadır. Hava kirliliği konusunda daha önce yapılmış çeşitli araştırmalar ile yerli yabancı kitaplardan da çalışmanın bütün aşamalarında yararlanılmıştır.

Özellikle yaz aylarında kentin havasının kirlenmesinde büyük bir payı olan motorlu taşıtların sayısını ve artışını belirlemek için Erzurum Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü verilerinden alınan bilgilerden faydalanılmıştır.

### 3.2. Yöntem

Çalışmada etüd, veri toplama, analiz ve değerlendirmeye dayalı peyzaj araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemin belirlenmesinde şehircilik ve peyzaj mimarlığı konularında araştırmalara yer veren ve yöntemler geliştiren Altunkasa (1987) ve Barış (1995)'in çalışmalarından faydalanılmıştır. Kentin nüfus yoğunluğu, topografik yapısı ve meteorolojik şartlarındaki olumsuzluklarda göz önünde bulundurularak kent içi ve çevresindeki hava kirliliğini oluşturan etkenlerin etüdü yapılmıştır. Kirliliğin yoğun olduğu yerlerde, kentin genel görüntüsünü belirten fotoğraflar çekilmiştir. Kent halkının hava kirliliği konusundaki duyarlılığını belirlemek için binde bir örnekleme yöntemine göre 300 kişi üzerine standart anket formu uygulanmıştır. Sorular kişilerin bireysel özellikleri ve hava kirliliğine karşı duyarlılıklarını belirlemek için hazırlanmıştır. Anketlerin sonuçları yüzdelerle değerlendirilmiş ve grafikler şeklinde gösterilmiştir. Bu çalışmada Eymirli (1994)'nin hazırladığı anket çalışmasından faydalanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde Yıldız ve Bircan (1994)'den faydalanılmıştır. Hava kirliliği konusunda halkın ne derecede duyarlı olduğu belirlenerek çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır. Hava kirliliğini oluşturan doğal ve yapay etmenler birlikte değerlendirilerek hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgeler hazırlanan kirlilik haritası üzerinde belirlenmiştir. Araştırma süresince yapılan literatür çalışmaları, toplanan veriler doğrultusunda hazırlanan kirlilik haritası yorumlanarak kentte hava kirliliğinin önlenmesine yönelik kısa ve uzun vadede yapılabilecek çalışmalar önerilmiştir.



Şekil 3.1. Erzurum kentinin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki yeri (Doğanay 1983)

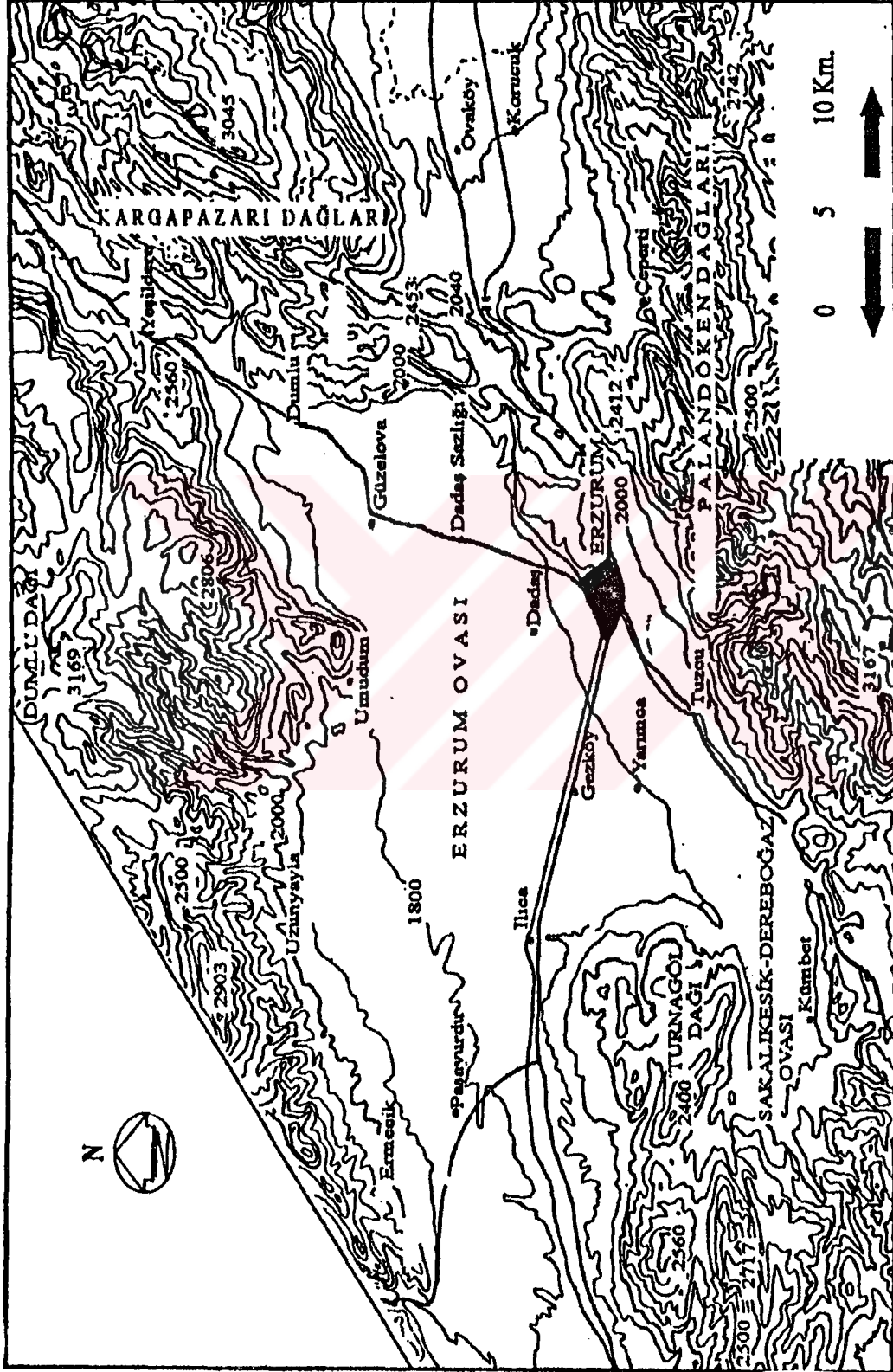
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Erzurum Kenti Hava Kirliliğini Oluşturan Etmenler

#### 4.1.1. Doğal etmenler

##### 4.1.1.1. Topografik yapı

Erzurum kenti, Erzurum Ovası üzerinde genişlemektedir. Kentin merkezi bölümleri ve özellikle tarihi çekirdeği, ovaya göre belirgin bir şekilde eğim kazanmış ve N-S doğrultulu küçük dereler tarafından ayrılmış olan birikinti yelpazesi üzerinde gelişme göstermiştir. Güneye doğru olan gelişmeyi, yaklaşık 2100 m'den sonra, Palandöken sırasının kuzeye doğru alçalan etek kesimleri sınırlamıştır. Kentin doğu kesiminde, 2050 m yükseklik gösteren Mecidiye, 2068 m yüksekliği bulunan Aziziye ve 2190 m'yi bulan Top Dağı Sırtları yükselir. Güneybatıda ise, 1980 m yükseklik gösteren Küçük ve 2013 m yükseklik gösteren Büyük Kiremitlik Sırtları üzerindeki nispeten genişçe düzlüklerde gelişmekte olan yerleşme semtleri bulunmaktadır (şekil 4.1) (Doğanay 1983). Topografik faktörlerin hava kirliliği üzerinde kirliliğin oluştuğu yerin konumuna göre kirliliği artırıcı veya azaltıcı yönde önemli derecede etkisi vardır. Meteorolojik faktörler topografik faktörlere bağlı olarak kısa mesafelerde değişebilir veya geniş alanlarda aynı kalabilir. Bu bakımdan Erzurum'un ayrı bir özelliği vardır. Erzurum kenti etrafı hemen hemen dört bir taraftan dağlarla çevrili düz bir ovada kurulmuştur. Bu nedenle kent çanak (çukur) şeklinde bir topografik oluşumun tabanına kurulmuştur. Bu topografik yapı, başta rüzgar olmak üzere hava kirliliği üzerinde etkili bir çok faktörü kontrol altında tutar ve rüzgar hızı düşükse hava kirliliğinin artmasına neden olur. Özellikle hemen hemen her gün ortaya çıkan inversiyon olayı kirlleticilerin dağılmasını önlemektedir. Kentin topografik yapısı da inversiyon oluşumuna son derece elverişlidir (Anonim 1995b). Şekil 4.2 ve 4.3 Erzurum'da kış aylarındaki hava kirliliğinden dolayı kentin üzerine çöken inversiyon tabakası görülmektedir.



Şekil 4.1. Erzurum ve çevresinin topografya haritası (Atalay 1978)





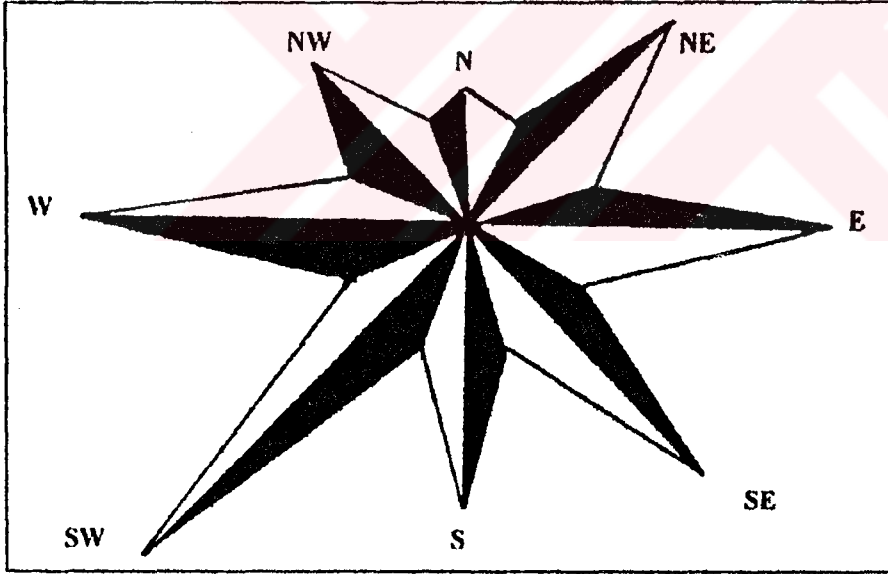
**Şekil 4.2.** Erzurum'da hava kirliliği ve inversiyon tabakası



**Şekil 4.3.** Erzurum'da hava kirliliği

#### 4.1.1.2. İklim

Erzurum kentinde son yıllarda gözlemlenen meteorolojik veriler, hava koşullarını daha iyi bir şekilde ortaya koymaktadır. Erzurum için uzun yıllar iklim ortalaması olarak (çizelge 4.1)'de verilmiştir. Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınan veriler incelendiğinde 1988-2001 yılları arasında Erzurum'da yıllık ortalama sıcaklığın  $5,2^{\circ}\text{C}$ , ortalama rüzgar hızının  $2,8 \text{ m/sn}$ , nispi nemin  $\%64,1$ , kar yağışlı gün sayısının  $53,9$ , karla örtülü gün sayısının  $94,7$  olduğu görülür. Rüzgar hızı Nisan-Ağustos ayları arasında yüksek ( $>3 \text{ m/sn}$ ), Ekim-Mart ayları arasında düşüktür ( $\leq 2,5 \text{ m/sn}$ ) (Anonim 2002). Bölgede, esen rüzgarların esme sayısı en fazla güneybatı yönünden olmaktadır. Dolayısıyla Erzurum için hakim rüzgar yönü de güneybatıdır (Doğanay 1988). Erzurum'un yıllık ortalama rüzgar gülü şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Erzurum için ortalama rüzgar gülü (Doğanay 1988)

Erzurum kentinin uzun yıllar iklim verileri çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1. Erzurum kenti uzun yıllar iklim verileri (Anonim 2002b)**

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sıcaklık	-9.9	-9.9	-4.2	5.7	10.3	15.3	19.9	19.1	13.8	7.1	0.6	-5.5	5.2
Toplam yağış	16.3	15.9	55.3	54.7	60.0	29.8	24.6	8.5	32.0	29.7	22.0	24.2	373.0
Nisbi nem	76.0	73.5	74.8	67.1	62.1	57.0	49.7	46.9	52.4	62.9	68.6	78.2	64.1
Ort. rüzgar hızı	2.3	2.5	2.5	3.1	3.2	3.2	3.6	3.3	2.6	2.5	2.4	2.1	2.8
Rüzgar yönü	E	ENE	ENE	SSW	WSW	ENE	ENE	WSW	WSW	ENE	ENE	ENE	ENE
Basınç ortalaması	822.4	822.0	820.9	822.2	822.8	822.5	821.7	823.0	823.9	826.1	825.5	824.8	823.2
Kar yağışlı gün sayısı	12.5	10.8	3.0	2.0	-	-	-	-	-	3.0	8.2	14.4	53.9
Yağmur yağışlı gün	-	-	-	14.1	16.5	9.6	7.2	4.9	6.3	-	-	-	58.6
Donlu günler sayısı	31.0	28.0	20.5	15.8	4.8	-	-	-	4.8	15.0	25.0	31.0	175.0
Güneşlenme süresi	3.2	4.4	4.3	6.0	7.5	10.0	10.6	10.4	8.2	6.4	4.6	2.8	6.5
Güneşlenme şiddeti	205.7	299.2	372.5	393.6	466.2	544.8	538.0	467.1	401.7	295.8	202.7	157.7	362.1
Bulutluluk miktarı	5.4	4.8	5.3	5.0	4.8	3.0	2.2	2.0	2.4	3.3	4.2	5.0	4.0
En yüksek sıcaklık ort.	-3.5	-2.4	2.9	13.0	17.5	23.5	28.0	28.6	23.5	16.2	8.4	0.5	13.0
En düşük sıcaklık ort.	-16.0	-16.8	-9.9	-0.9	2.5	5.8	10.0	9.4	3.7	-0.9	-6.0	-10.8	-2.5
Karla örtülü gün sayısı	23.6	24.5	22.4	2.0	-	-	-	-	-	-	3.2	19.0	94.7

Çizelge 4.1’de de görüldüğü gibi uzun yıllar iklim ortalamasında en soğuk aylar ocak ve şubat ayları olmuştur. En sıcak aylar ise temmuz ve ağustos aylarıdır. Kışın rüzgar hızının yaz aylarına göre daha düşük olduğu çizelge 4.1’den anlaşılmaktadır.

#### 4.1.2. Kültürel etmenler

##### 4.1.2.1. Kentsel gelişme

Erzurum’da nüfus artış hızı yüksek olmamasına rağmen köyden şehre olan göçler ve toplumun çekirdek aileye doğru gitmesi nedeniyle 1980’li yıllardan itibaren konut ihtiyacı artmış bu nedenle önce Yenişehir sonra sırasıyla Dadaşkent ve Yıldızkent imara açılmıştır.

Yenişehir, Palandöken Dağı eteklerine kurulmuş olup konum bakımından il merkezinin güneybatısına düşmektedir. 1981’de üçüncü gecekondü önleme bölgesi olarak imara açılmıştır ve nüfusu 142000 civarındadır.



Yenişehir belediyesi sınırları içerisinde bulunan Yıldızkent, Yenişehir'in devamı olup Palandöken dağının boğaz mevkiinde kurulmuştur. 1991'de imara açılmış olup 1997 yerleşime geçilmiştir ve halen imar çalışmaları devam etmektedir.

Dadaşkent Erzurum'un güney doğusundaki ekilebilir tarım arazisi üzerine kurulmuş olup 1985'de imara açılmış 1990'da yerleşime geçilmiştir. Nüfusu yaklaşık 27000 civarındadır ve burada da imar çalışmaları halen devam etmektedir (Anonim 1995b).

#### **4.1.2.2. Konutların ısıtılmasından kaynaklanan hava kirliliği**

Erzurum Doğu Anadolu Bölgesi'nin önemli şehirlerinden biri olup, son 10-15 yılda yoğun bir şekilde hava kirliliğine maruz kalan ülkemizdeki belli şehirlerden bir tanesidir. 1980'li yıllardan beri giderek artan hava kirliliğinin en önemli nedeni kullanılan fosil kökenli yakıtların kalori değerlerinin düşük, kükürt ve kül içeriğinin yüksek olmasıdır. Son yıllarda yakıtların serbest bir şekilde şehre girmesi nedeniyle UVS (uzun vadeli sınır) değerler birkaç kat fazlasıyla aşılmaktaydı. Bölge halkının kaliteli yakıt alabilecek gelir düzeyine sahip olmaması nedeniyle ucuz ve kalitesiz yakıt kullanımının önüne geçmek mümkün olmamıştır. Şekil 4.5'de kış aylarında konutların ısıtılmasıyla bacalardan çıkan dumanın havayı nasıl kirlettiği görülmektedir.

Önemli bir sanayi tesisinin olmadığı şehirde, kirletici kaynakların hemen hemen büyük bir bölümü ısınma amaçlı yakıtlardan kaynaklandığı belirlenmiştir (Anonim 1995b).

1992 Aralık ayında şehrin havasında 470 mikrogram/metreküp kükürtdioksit çökmüştür. Erzurum'da Nisan ve Mayıs aylarında yapılan ölçümlerde sağlanan oranlar, İstanbul ve Ankara'nın kış aylarındaki hava kirliliği düzeyindedir. Büyük şehirlerde kirlilik, ısınmadan daha çok sanayi kuruluşlarından kaynaklanmaktadır. Oysa Erzurum'da kirliliğin büyük bir kısmı ısınmadan kaynaklanmaktadır (Güney 1998).



Şekil 4.5. Erzurum’da konutların ısıtılmasından kaynaklanan hava kirliliğine bir örnek

Erzurum’da hava kirliliğinin azaltılması amacıyla, kökürdü az olan ve daha ucuza temin edilebilen yakıtların kullanımı yaygınlaştırılmaktadır. Bunun sonucu olarak Erzurum ilinde 1994 yılında ortalama  $404 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olan  $\text{SO}_2$  değeri 1998 yılında  $216 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e gerilemiştir. Benzer şekilde 1994 yılında ortalama  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olan duman değeri 1998 yılında  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e düşmüştür.

Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü tarafından yürütülen hava kirliliği 1990-1996 yılları ölçüm sonuçları incelenmiştir. Bu çalışmaya göre daha kaliteli yakıt kullanılması ile 1990-1996 yılları arasında  $\text{SO}_2$ ’de %68 oranında, partikül maddede ise %60 oranında azalma görülmüştür (Anonim 1998b).

Erzurum’da yerleşime açılan Yenişehir ve Dadaşkent semtlerinde hava kirleticilerinin miktarları belirtilmiştir. Buna göre Dadaşkent semtindeki ev ve resmi bina sayısı ve buralarda tüketilen yakıt miktarları çizelge 4.2’de verilmiştir (Turaloğlu 2001).

Çizelge 4.2. Dadaşkent'deki bina sayısı ve yakıt tüketimi (Turaloğlu 2001)

Çeşit	Sayı	Yakıt Tüketimi	Toplam Yakıt Tük.
Beş katlı daire	4950	3.5 ton	17325
Dublex daire	450	4.5 ton	2025
Triplex daire	330	8.0 ton	2640
Triplex daire (lüks)	20	12.0 ton	240
Sobalı ev	435	1.5 ton	626
Lise	1	200 ton	200
İlkokul	5	900 ton	900
Karakol (sobalı)	1	13.0 ton	13
Postane	1	40.0 ton	40
Diyanet Eğitim M.	1	40.0 ton	40
Cami	8	145.0 ton	145
<b>Genel Toplam</b>	<b>6202</b>	<b>1327.5</b>	<b>24194</b>

Dadaşkent de kaloriferli binalarda yılda toplam 23795 ton, sobalı binalarda ise 639 ton ithal Rus kömürünün kullanıldığı saptanmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda bulunan emisyon faktörleri kullanılarak Dadaşkent'te ısınma sonucunda oluşan hava kirletici miktarı hesaplanmış ve çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Dadaşkent'de ısınma nedeniyle yılda oluşabilecek hava kirleticisi miktarları (Turaloğlu 2001)

Kirletici	Kaloriferli, ton/yıl	Sobalı, ton/yıl	Toplam Yakıt Tük. (Ton/yıl)
SO <sub>2</sub>	109.5	2.7	112.2
PM	34.5	1.3	35.8
NO <sub>x</sub>	38.8	1.5	40.3
CO	373.6	2.5	376.1
CmHn	1382.6	1.3	138.8
<b>Genel Toplam</b>	<b>1939</b>	<b>9.3</b>	<b>703.2</b>

Yenişehir belediyesi ve bu bölgelerdeki çeşitli muhtarlıklardan alınan bilgilere göre Yenişehir'de toplam 26500 ev, 800 dükkan ve 19 cami bulunmaktadır. Evlerin yaklaşık %80'nin kaloriferli, %20'sinin sobalı olduğu ve 500 civarında triplex daire olduğu belirtilmiştir. Yapılan anketler sonucunda apartmanlarda daire başına yılda ortalama 2.7-3 ton kömür, triplexlerde ise 5-6 ton kömür kullanıldığı belirlenmiştir. Bu bölgelerdeki okul sayısı ve yaktıkları yakıt miktarı ise Milli Eğitim Müdürlüğünden

almıştır. Yenişehir bölgesinde ayrıca 2 büyük resmi hastane, polis okulu ve askeri bölge bulunmaktadır. Buna göre Yenişehir bölgesinde yakıt cinsine göre tüketilen yakıt miktarı çizelge 3.4'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Yenişehir ve Yıldızkent'te kömür kullanan binalardaki yakıt tüketimi (Turaloğlu 2001)

Çeşit	Sayı	Yakıt Tüketimi	Toplam Yakıt Tük. (Ton/yıl)
Çok Katlı Kaloriferli Daire	21200	3 ton	63600
Kaloriferli Dükkan	640	1.5 ton	960
Triplex Daire	500	5.5 ton	2750
Cami	19	18 ton	342
İlköğretim Okulu	20	650 ton	650
Lise	3	560 ton	560
Sobalı Ev	5300	1.5 ton	7950
Sobalı Dükkan	160	10 ton	160
<b>Genel Toplam</b>	<b>27842</b>	<b>1249</b>	<b>76972</b>

Yenişehir'de kaloriferli binalarda yılda toplam 68862 ton, sobalı binalarda ise 8110 ton ithal Rus kömürünün kullanıldığı belirlenmiştir. Burada ayrıca kaloriferli binalarda 5930 ton özel kalorifer yakıtı kullanılmaktadır. (Çizelge 4.5)'de Yenişehir'de ısınma sonucunda oluşan hava kirlenici miktarları hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.5.** Yenişehir'de ısınma nedeniyle yılda oluşabilecek hava kirlenici miktarları

Kirlenici	Kaloriferli- Kömür (Ton/yıl)	Kaloriferli-Sıvı Yakıt (Ton/yıl)	Sobalı- Kömür (Ton/yıl)	Toplam (Ton/yıl)
SO <sub>2</sub>	316.8	90.7	32.4	439.9
PM	99.8	167.2	16.2	283.2
NO <sub>x</sub>	112.2	26.7	18.6	157.5
CO	1081.1	1.9	308.2	1391.2
CmHn	4000.9	185.0	1.6	4187.5

#### 4.1.2.3. Endüstriyel tesislerden kaynaklanan hava kirliliği

Erzurum kentinde iki önemli endüstri kuruluşu vardır. Bu kuruluşların hava kirliliğine katkısı fazla değildir. Bu kuruluşlardan birisi Ilıca Şeker Fabrikası'dır. Şeker fabrikası yılda sadece iki ay faaliyette olduğundan kentin havasının kirlenmesinde fazla etkili değildir. Diğer endüstri kuruluşu Aşkale Çimento Fabrikası'dır. Çimento Fabrikası Erzurum kent merkezine 55.5 km uzakta olması nedeniyle kirlilik açısından kent merkezine önemli bir etkisi bulunmamaktadır. Çimento fabrikası yerleşim alanlarından uzak olduğundan ve çevresinde zarar vereceği bitki topluluğu bulunmadığından kirlettiği hava insan ve bitki sağlığını etkileyecek durumda değildir.

Bu iki önemli endüstri kuruluşu haricinde Erzurum Yem Fabrikası bulunmaktadır. Tesiste enerji kaynağı olarak, fuel oil ve elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Bu kaynakların da havayı kirleticiliğe çok fazla sahip olduğu söylenmez.

#### 4.1.2.4. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği

Erzurum'da taşıtlardan kaynaklanan emisyonların boyutu yollar çevresinde alınan kurşun düzeylerinin araştırılmasıyla incelenmiştir. Toplanan kar suyu örneklerinden kurşunun 24-151 Mg.100ml<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve konsantrasyonlarının yoldan uzaklaştıkça azaldığı görülmüştür. Değerlerin yüksekliğinden, Erzurum'da taşıt araçlarından kaynaklanan emisyonların önemli boyutlarda olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, taşıtlardan havaya atılan kurşunun içme sularına karışabileceği ve Erzurum içme sularında ölçülmüş olan yüksek kurşun konsantrasyonlarını, tek başına olmasa bile bazı diğer kaynaklarla birlikte açıklayabileceği öne sürülmüştür. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirliliğin belirlenmesine yönelik diğer bir çalışmada, ilde kurulan beş istasyondan diğer kirleticilerle birlikte hidrokarbon, dört istasyonda da azot oksitleri ölçülmüştür. 1988 yılında ölçülen hidrokarbon değerleri çizelge 4.6'da, 1990 yılında ölçülen NO<sub>x</sub> konsantrasyonları çizelge 4.7'de verilmiştir. Tablolarda görülen değerlerin yüksek olması taşıt kaynaklı kirliliğin Erzurum'da kış aylarında çok düşük



sıcaklıklarda, dizel motorlu araçların çalışmalarındaki zorluklardan dolayı, Erzurum'da benzinli araç sayısının çok olduğu ve benzinle çalışan taşıtların ilk çalışmaları sırasında soğuk havalarda atmosfere bırakılan kirleticilerin artacağı, bunun da hava kirliliğine katkıda bulunduğu öne sürülmüştür (Anonim 1998b).

**Çizelge 4.6.** Erzurum'da hidrokarbon ortalama miktarlarının değişimi (Anonim1998b)

<b>İstasyon</b>	<b>Yer</b>	<b>HC (%LEL)</b>
1	50. Yıl Ortaokulu	7,0
2	DDY Gar Müdürlüğü	7,0
3	Hıfzısıhha	8,0
4	Üniversite	6,0
5	Belediye	9,0

Erzurum İl Trafik Tescil Şube Müdürlüğü'nden alınan verilere göre Erzurum'da toplam motorlu taşıt sayısı 44.282'dir (Anonim 2002c). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsünden alınan verilere göre en son yapılan sayımlara göre Erzurum İli'nin nüfusu 366.962'dir (Anonim 2000). Erzurum İl Trafik Tescil Şube Müdürlüğü'nden alınan veriler, T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsünden alınan nüfus verilerine oranlandığında kişi başına düşen motorlu taşıt sayısının yaklaşık 0.121 olduğu belirlenmiştir.

Turalioğlu (2001) tarafından yapılan çalışmada, Dadaşkent'in ana yollarında çeşitli gün ve saatlerde araç sayımları yapılmış ve ortalama araç sayısı çıkartılmıştır. Buna göre Dadaşkent'te günde ortalama 1035 adet otomobil, 430 adet minibüs, 312 adet otobüs, 96 adet kamyon, 12 adet mobilet ve 3 tane traktör geçmektedir. Yenişehir'de ise günde 6450 adet otomobil, 1100 adet minibüs, 510 adet otobüs ve 350 adet kamyonun seyir halinde olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.7.** Erzurum'un değişik semtlerinde 1990 yılı kış mevsiminde ölçülen NO<sub>x</sub> konsantrasyonları (µg/m<sup>3</sup>) (Anonim 1998b)

	<b>Kasım</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>
<b>50.Yıl Ort.</b>	167	173	153	86
<b>Gar</b>	109	153	167	95
<b>Hıfzısıhha</b>	70	193	191	110
<b>Belediye</b>	127	185	188	109

Motorlu araçlardan kaynaklanan emisyon miktarının hesaplanması için bazı kabuller yapılmıştır. Benzinli ve dizel araçların şehir içinde 100 km'de 10 lt yakıt kullandıkları kabul edilmiş ve bu değerler bu bölgelerde katedilebilecek yol uzunluğu ile çarpılarak günde ortalama tüketilen yakıt miktarı hesaplanmış ve emisyon faktörleri ile çarpılarak kirlenici miktarları bulunmuştur. Taşıtların Dadaşkent'de ortalama 4 km Yenişehir'de 7 km yol kattettikleri kabul edilerek taşıtlardan oluşabilecek kirlenici miktarları hesaplanmış ve çizelge 4.8.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Dadaşkent ve Yenişehir'de taşıtlardan kaynaklanabilecek kirlenici miktarları (ton/yıl) (Anonim 1995b)

<b>Dadaşkent</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>PM</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CmHn</b>	<b>CO</b>	<b>Pb</b>
Benzin	0.10	0.05	2.94	2.70	21.38	0.02
Dizel	0.62	0.12	6.04	1.63	2.34	-
<b>Yenişehir</b>						
Benzin	1.05	0.55	31.70	29.15	230.49	0.17
Dizel	2.52	0.48	24.65	6.65	9.55	-
<b>Toplam</b>	4.29	1.2	65.33	40.13	263.76	0.19

Erzurum'da hava kirliliği oluşturan önemli kirlenici parametrelerinden olan kurşun kirliliği incelendiğinde, özellikle trafiğin yoğun olduğu şehir merkezi ve güney çevre yolunda, kentnin diğer kesimlerine göre yüksek değerler tespit edilmiştir. Ancak belirlenen bu değerler standartların altındadır (Anonim 1995b).



Türkiye’de motorlu taşıtların benzininde kurşun katkısı ilk olarak Kasım 1977’de yürürlüğe giren TS 2885 No’lu “Motor Benzini” standardında sınırlandırılmıştır. Bu standarda göre benzindeki organik kurşun bileşikleri, kurşun üzerinden normal ve süper benzinin 1 litresinde maksimum 0,84 gr. (Pb)’ı geçemez (Anonim 1998b).

Şehir merkezinde etkili olan hava akımının batıdan doğuya doğru olması, özellikle atmosferdeki kurşun partiküllerini şehrin doğusuna doğru sürüklemektedir. Erzurum şehir merkezinde kurşun kirliliğini oluşturacak önemli bir sanayi kuruluşu bulunmamaktadır. Fakat E-6 olarak bilinen güney çevre yolu gibi yoğun bir trafiğe sahip ulaşım şeridinin, şehir merkezinin içinden geçmesi kurşun kirliliğinin en önemli kaynağını oluşturmaktadır. Trafikte ilave olarak ufak çaptaki sanayi kuruluşlarının ısınma amacıyla yanmış motor yağı kullanmaları da kurşun kirliliğinin diğer bir nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Erzurum Valiliği Çevre Koruma Vakfı tarafından motorlu taşıtların egsoz gazı ölçümleri sonucunda, egsoz gazı ölçülen değişik marka ve model 789 otomobilden 258’i havaya standartların üzerinde kirletici verdiği belirlenmiştir (Anonim 1995b).

#### 4.2. Erzurum Kenti İçin Hava Kirliliği Haritasının Oluşturulması

Erzurum kentinin hava kirliliği haritasını hazırlamak için öncelikle Erzurum Büyük Şehir Belediyesi’nden 1/5000’lik nazım imar planı alınmıştır. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi’nden ve Erzurum Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğü’nden 1992-2002 yılları arasında ölçülen SO<sub>2</sub> değerleri çizelge 4.9’da, partikül madde değerleri ise çizelge 4.10’da verilmiştir. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi’nden şehir hava kirliliği ölçüm istasyonları yerleri belirlenerek harita üzerinde gösterilmiştir (şekil 4.6). Kentin 6 farklı yerinde kurulmuş olan üniversite, 12 Mart, aziziye, demiryolu, belediye, hıfzısıhha istasyonlarında yapılan ölçümler dikkate alınmıştır. Bu istasyonlarda 1992-2002 yılları arasında yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak yoğunluklarına göre 4 farklı sınıf oluşturulmuştur.

Harita üzerinde farklı şekillerde taranmıştır. SO<sub>2</sub> ve partikül madde için µg/m<sup>3</sup> olarak yapılan ölçümlere göre oluşturulan sınıflar;

1. Sınıf 0-100 µg/m<sup>3</sup>
2. Sınıf 100-200 µg/m<sup>3</sup>
3. Sınıf 200-300 µg/m<sup>3</sup>
4. Sınıf 300-400 µg/m<sup>3</sup> arasındaki değerlerdir.

Bu sınıflandırmaya göre 1992-2002 yılları arasında ölçüm istasyonlarından alınan ortalama değerlere göre en düşük SO<sub>2</sub> ortalaması 117 µg/m<sup>3</sup> olarak Atatürk Üniversitesi İstasyonunda ölçülmüştür. En yüksek ortalama değer ise 314 µg/m<sup>3</sup> olarak belediye istasyonunda ölçülmüştür (şekil 4.7). Aynı tarihler arasında ölçüm istasyonlarından alınan değerlere göre en düşük partikül madde ortalaması 65 µg/m<sup>3</sup> olarak Atatürk Üniversitesi İstasyonundan, en yüksek ortalama değer ise 226 µg/m<sup>3</sup> olarak kent merkezinin hava kirliliği ölçümünü yapan belediye istasyonundan alınmıştır (şekil 4.8).

**Çizelge 4.9.** 1992-2002 yılları arasında Erzurum ilinde ölçülen yıllık SO<sub>2</sub> ortalamaları (µg/m<sup>3</sup>) (Anonim 2002d)

Yıl	Üniversite	12 Mart	Aziziye	Demiryolu	Belediye	Hıfzısıhha
1992	195	311	338	411	557	369
1993	275	382	407	495	575	474
1994	126	235	255	334	435	292
1995	78	143	179	182	272	185
1996	68	116	134	113	191	152
1997	93	147	163	166	235	172
1998	99	137	171	150	213	175
1999	82	104	141	135	152	151
2000	94	140	149	129	-	173
2001	95	113	137	130	277	157
2002	85	120	159	133	236	179
<b>Ortalama</b>	<b>117</b>	<b>177</b>	<b>203</b>	<b>216</b>	<b>314</b>	<b>225</b>

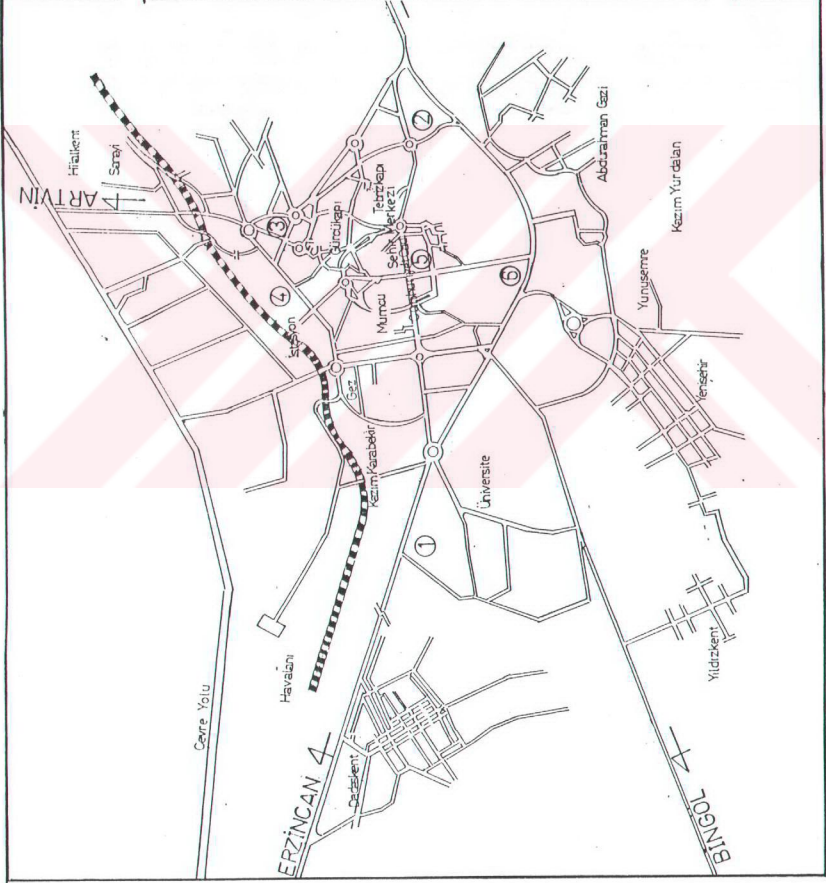
**Çizelge 4.10.** 1992-2002 yılları arasında Erzurum ilinde ölçülen yıllık partikül madde ortalamaları ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Anonim 2002d)

Yıl	Üniversite	12 Mart	Aziziye	Demiryolu	Belediye	Hıfzısıhha
1992	94	244	267	289	351	260
1993	132	317	351	314	387	307
1994	77	190	206	228	348	203
1995	47	106	94	135	170	104
1996	31	68	81	68	111	72
1997	46	86	118	96	151	88
1998	46	102	152	103	153	114
1999	49	95	154	128	116	113
2000	39	115	171	109	0	133
2001	91	118	155	100	237	132
2002	64	145	181	100	239	151
<b>Ortalama</b>	<b>65</b>	<b>144</b>	<b>175</b>	<b>152</b>	<b>226</b>	<b>152</b>

ERZURUM KENTİ HAVA KİRLİLİĞİ  
SORUNUNUN ÇÖZÜMÜNDE PREYZAJ  
MİMARLIĞI AÇISINDAN ALINMASI  
GEREKEN ÖNLEMLER

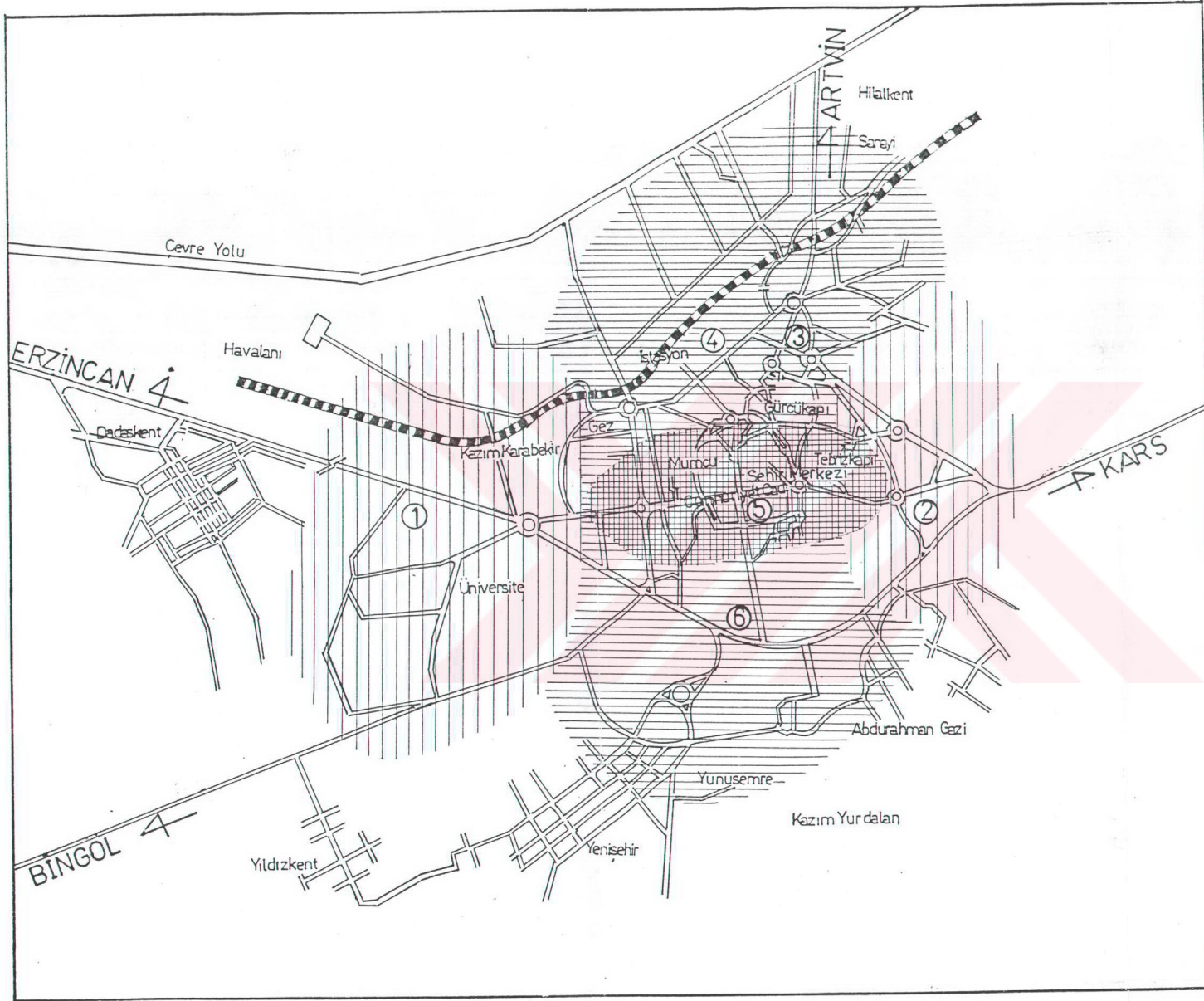
**Şehir Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları**

- 1 Atatürk Üniversitesi İstasyonu
- 2 12 Mart İlkokulu İstasyonu
- 3 Azizîye İlkokulu İstasyonu
- 4 Demiryolu İstasyonu
- 5 Belediye İstasyonu
- 6 Hıfzıssıhha İstasyonu



Şekil 4.6. Erzurum kenti hava  
kirliliği ölçüm istasyonları



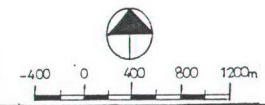


**ERZURUM KENTİ HAVA KİRLİLİĞİ  
SORUNUNUN ÇÖZÜMÜNDE PEYZAJ  
MİMARLIĞI AÇISINDAN ALINMASI  
GEREKEN ÖNLEMLER**

**Şehir Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları**

- 1 Atatürk Üniversitesi İstasyonu
- 2 12 Mart İlkokulu
- 3 Aziziye İlkokulu
- 4 Demiryolu İstasyonu
- 5 Belediye İstasyonu
- 6 Hıfzısıhha İstasyonu

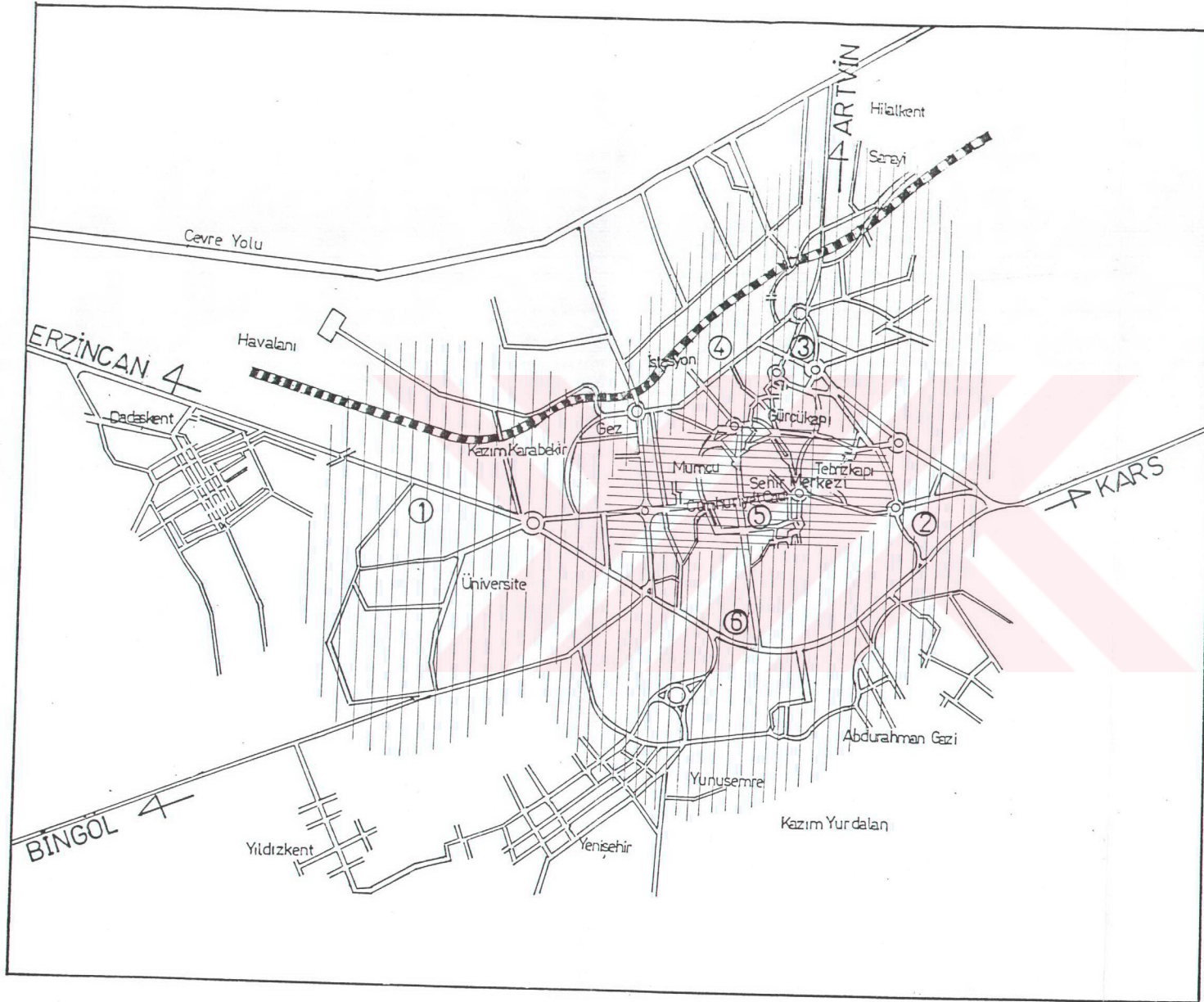
**K**



1992- 2002 ölçülen ortalama  
SO<sub>2</sub> değerleri (µg/m<sup>3</sup>)

- 100-200
- ◐ 200-300
- ◑ 300-400

**Şekil 4.7.** Erzurum'da 1992-2002 yıllarında hava kirliliği ölçüm istasyonlarından alınan değerlere göre oluşturulmuş hava kirliliği haritası



**ERZURUM KENTİ HAVA KİRLİLİĞİ  
SORUNUNUN ÇÖZÜMÜNDE PEYZAJ  
MİMARLIĞI AÇISINDAN ALINMASI  
GEREKEN ÖNLEMLER**

**Şehir Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları**

- 1 Atatürk Üniversitesi İstasyonu
- 2 12 Mart İlkokulu İstasyonu
- 3 Aziziye İlkokulu İstasyonu
- 4 Demiryolu İstasyonu
- 5 Belediye İstasyonu
- 6 Hıfzısıhha İstasyonu

**K**



0 400 800 1200m

1992- 2002 ölçülen ortalama  
partikül madde değerler ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- 0-100
- ◐ 100-200
- ◑ 200-300

**Şekil 4.8.** Erzurum'da 1992-2002  
yıllarında hava kirliliği ölçüm  
istasyonlarında alınan değerlere  
göre oluşturulmuş hava kirliliği haritası

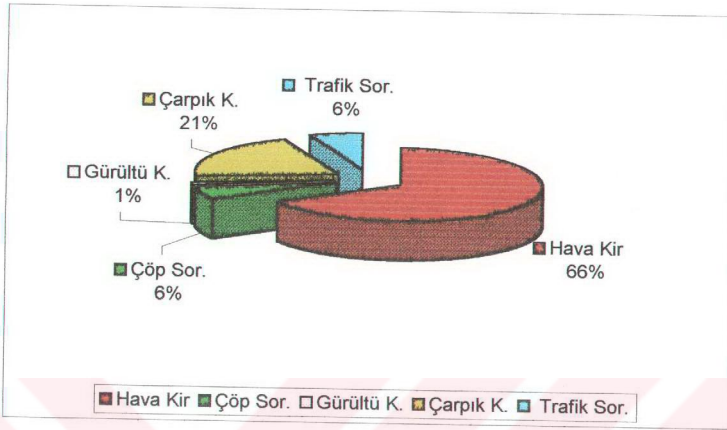
#### 4.3. Erzurum Kent Halkının Hava Kirliliğine Karşı Duyarlılığının Anketlerle Belirlenmesi

Erzurum kent halkının hava kirliliğine karşı duyarlılığının belirlenmesi için kişiyi tanımlayıcı ve hava kirliliği üzerine görüşlerini belirten 20 soru içeren anket hazırlanmıştır. Anketler toplam kent nüfusunun 1/1000'i baz alınarak ortalama bir rakam olarak 300 kişi üzerine uygulanmıştır. Yapılan anketler değerlendirilerek anket sonuçları aşağıda verilmiştir.

Ankete katılanların %4'ü 18 yaşından küçük, %48'i 18-30 arası, %45'i 31-60 yaş arası, %3'ü 60 yaşından büyüktür. %5'i ilkokul mezunu, %6'sı ortaokul mezunu, %24'ü lise mezunu, %65'i yüksekokul-üniversite mezunudur. %43'ü bayan, %57'si erkektir. %29'u Yenişehir, %26'sı şehir merkezi, %17'si Dadaşkent, %11'i Yıldızkent, %17'si de bu bölgelerin dışında kalan yerlerde ikamet etmektedir. %69'u memur, %13 öğrenci, %8'i işsiz, %4'ü işçi, %2'si serbest meslek, %3'ü esnaf, %1'i çiftçi'dir.

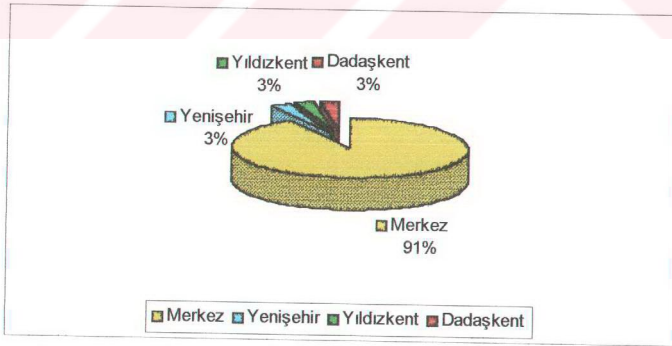
Erzurum'un en önemli çevre sorununun ne olduğu sorusuna kent halkının %66'sı hava kirliliği cevabını vermiştir. Hava kirliliği cevabını sırasıyla %21 çarpık kentleşme, %6 trafik sorunu, %6 çöp sorunu, %1 gürültü sorunu cevabı takip etmiştir (şekil 4.9).





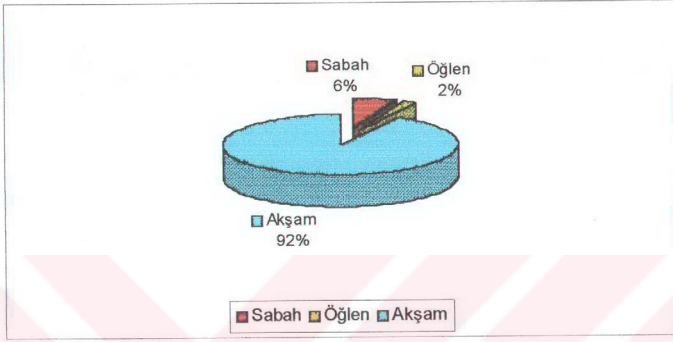
Şekil 4.9. Kent halkının Erzurum'un en önemli çevre sorunu hakkındaki görüşleri

En çok kentin hangi bölgesinde hava kirliliğinden rahatsız oluyorsunuz sorusuna halkın %91'i kent merkezi, %3'ü Yenişehir, %3'ü Yıldızkent, %3'ü ise Dadaşkent yanıtını vermiştir (şekil 4.10).



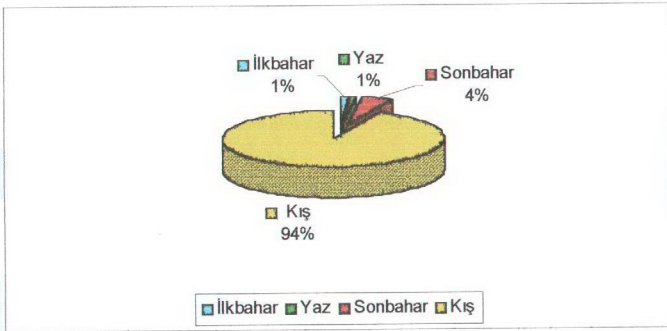
Şekil 4.10. Halkın en çok kentin hangi bölgesinde hava kirliliğinden rahatsız oldukları konusunda görüşleri

Hava kirliliğinden en çok hangi saatlerde rahatsız oluyorsunuz sorusuna halkın %92'si akşam, %6'sı sabah, %2'si öğlen cevabını vermiştir (şekil 4.11).



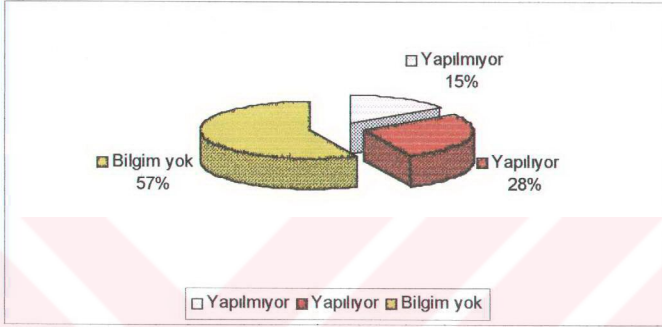
Şekil 4.11. Halkın hava kirliliğinden en çok hangi saatlerde rahatsız oldukları konusundaki görüşleri

Hava kirliliğinden en çok hangi mevsimlerde rahatsız oluyorsunuz sorusuna ankete katılanların %94'ü kış, %4'ü sonbahar, %1'i ilkbahar, %1'i yaz mevsimi cevabını vermiştir (şekil 4.12).



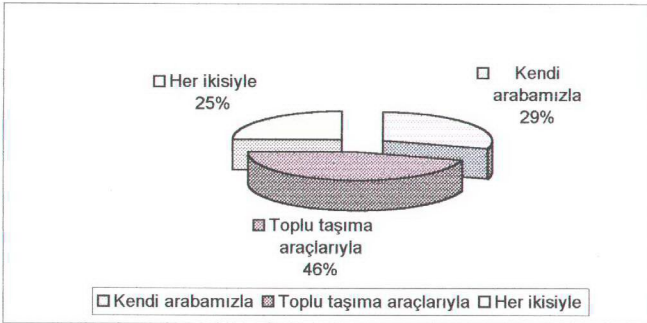
Şekil 4.12. Ankete katılanların hava kirliliğinden en çok hangi mevsimlerde rahatsız oldukları konusundaki görüşleri

Oturduğunuz binanın bacasının kontrolünün yapıp yapılmadığı hakkında bilginiz var mı sorusuna ankete katılanların %57'si bilginiz yok, %28'i her sene yapıyor, %15'i yapılmıyor cevabını vermiştir (şekil 4.13).



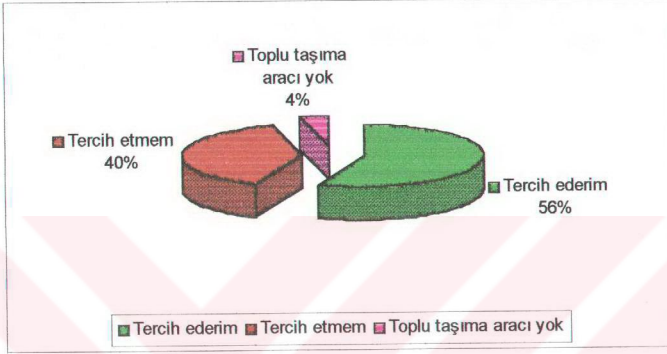
**Şekil 4.13.** Ankete katılanların oturdukları binanın bacasının kontrolünün yapıp yapılmadığı konusundaki görüşleri

Şehir içindeki ulaşımınızı nasıl yapıyorsunuz sorusuna %46'sı toplu taşıma araçlarıyla, %29'u kendi arabamızla, %25'i her ikisiyle cevabını vermiştir (şekil 4.14).



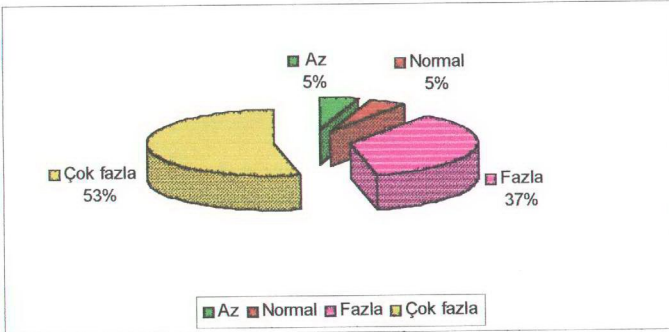
**Şekil 4.14.** Ankete katılanların şehir içindeki ulaşımını nasıl yaptıkları sorusuna verdikleri yanıtlar

Toplu taşıma araçlarını tercih eder misiniz sorusuna ankete katılanların %56'sı tercih ederim, %40'ı tercih etmem, %4'ü yolculuk yaptığımız güzergahta toplu taşıma aracı yok yanıtını vermiştir (şekil 4.15).



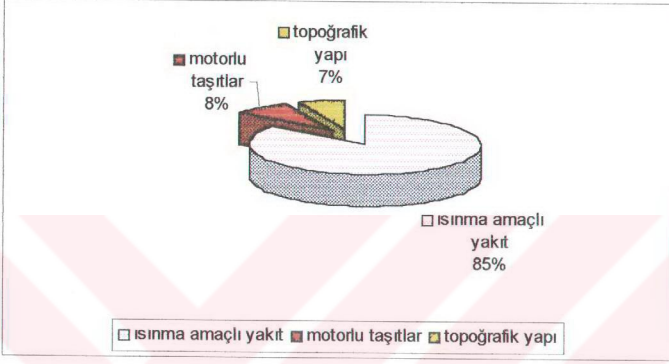
Şekil 4.15. Ankete katılanların toplu taşıma araçlarını tercih edip etmedikleri konusundaki görüşleri

Kentimizin hava kirliliği düzeyi sizce ne orandadır sorusuna halkın %53'ü çok fazla, %37'si fazla, %5'i normal, %5'i az yanıtını vermiştir (şekil 4.16).



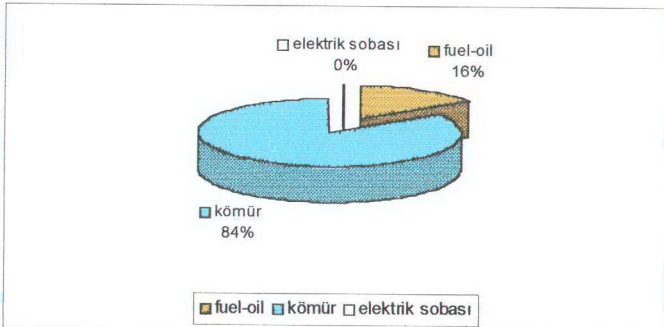
Şekil 4.16. Halkın kentin hava kirliliği düzeyi hakkındaki görüşleri

Erzurum ilinde hava kirliliğine neden olan en önemli etken nedir sorusuna halkın %85'i ısınma amacıyla kullanılan yakıt, %28'i motorlu taşıtlardan kaynaklan egsoz dumanı, %7'si topografik yapı olduğunu söylemiştir (Şekil 4.17).



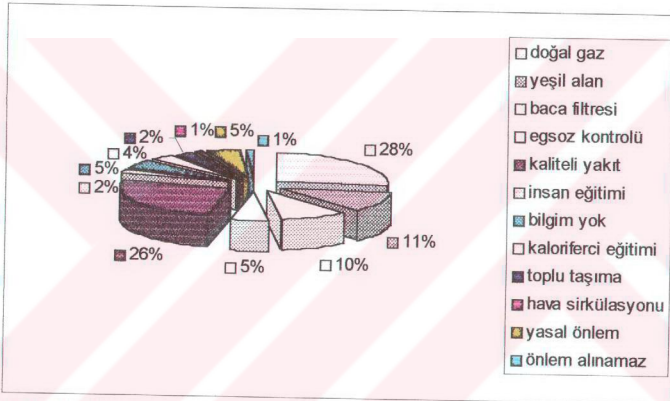
Şekil 4.17. Halkın hava kirliliğine neden olan en büyük etken hakkındaki görüşleri

Oturduğunuz konutu ısıtmak amacıyla hangi tür yakıt kullanıyorsunuz sorusuna halkın %84'ü kömür, %16 fuel-oil cevabını vermiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Halkın oturdukları konutu ısıtmak amacıyla kullandıkları yakıt türleri

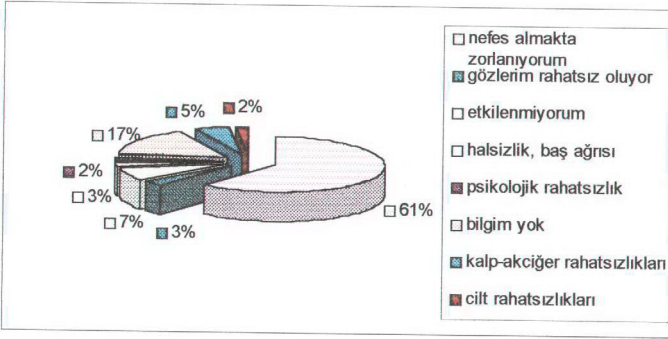
Ankete katılan kişilere hava kirliliğini önlemek amacıyla ne gibi önlemler alınabilir sorusuna katılımcıların %28'i doğal gaz geçilmeli, %26'sı kaliteli yakıt kullanılmalı, %11'i yeşil alan artırılmalı ve korunmalı, %10'u bacalara filtre takılmalı, %5'i yasal önlemler uygulanmalı, %5'i bilgin yok, %5'i önlem alınmaz, %4 kaloriferiler eğitilmeli, %2'si toplu taşıma araçları daha fazla tercih edilmeli, %1'i yeni yerleşim alanları hava sirkülasyonuna engel olmayacak şekilde kurulmalı, %2'si insanlarımız eğitilmeli, %1'i motorlu taşıtlarda egsoz kontrolü yaptırılmalı yanıtını vermiştir (şekil 4.19).



Şekil 4.19. Halkın hava kirliliğini önlemek amacıyla ne gibi önlemler alınabileceği konusundaki görüşleri

Sağlık yönünden hava kirliliğinden nasıl etkileniyorsunuz sorusuna halkın %61'i nefes almakta zorlandığını, %3'ü gözlerinin rahatsız olduğunu, %17'si nasıl etkilendiğini bilmediğini, %7'si etkilenmediğini, %5'inin kalp- akciğer rahatsızlıkları olduğunu, %3'ü halsizlik ve baş ağrısından şikayetçi olduğunu, %2'si psikolojik yönden rahatsız olduğunu, %2'si cilt rahatsızlıklarının olduğu cevabını vermiştir (şekil 4.20).





**Şekil 4.20.** Ankete katılan kişilerin sağlık yönünden hava kirliliğinden nasıl etkilendikleri konusundaki görüşleri

Hava kirliliği konusunda sizce yasal önlemler yeterli mi sorusuna halkın %83'ü yetersiz, %14'ü bilgim yok, %3'ü yetersiz yanıtını vermiştir (şekil 4.21).



**Şekil 4.21.** Halkın hava kirliliği konusundaki yasal önlemlerin yeterli olup olmadığı konusundaki görüşleri

#### 4.4. Erzurum Kentinde Hava Kirliliğinin Çözümü İçin Alınması Gereken Önlemler

Kent plancıları, peyzaj mimarları, mimarlar için kent içi iklim değişkenlikleri önemli konu haline gelmiştir. Bina çevrelerinde solar radyasyon değişiklikleri en kolay izlenebilen iklim çeşitliliğidir. Ancak, sıcaklık, rüzgar, sis ve kirlilik parametreleri de kent peyzajı içinde önemli değişiklikler gösterir. Bu değişikliklerin özellikleri ve önemine ilişkin kayıtlı kesin sonuçlar olmamasına rağmen, uzmanlar bu parametrelere ilişkin ekstremlerin birçok kentte çok sayıda insanın sağlığını olumsuz yönde etkilediği konusunda hemfikirlerdir (Marsh 1991). Aynı zamanda kent ikliminin, kentsel alan kullanım aktivitelerinin etkin planlanması ve yönetimi ile kentsel tasarımda yaklaşımların geliştirilmesi yoluyla iyileştirilebileceği konusunda ortak fikirler vardır. Kent tasarımında bölgesel atmosferik koşullarla mücadele konusunda çok az müdahaleler yapılabilirken, kent içi mikroklimalarıyla bağlantılı hava kirliliği sorunlarını ve termal ekstremleri minimize etmede önlemler alınabileceği çeşitli araştırmalarla saptanmıştır. Temel olarak kentsel tasarım ve planlamada da hava sıcaklığı, nem, solar radyasyon, hava kirliliği gibi beş iklimsel kontrol ya da değişiklik yapılabileceği bilinmektedir. Burada amaç kentlerde aşırı sıcaklık ve hava kirliliği koşullarını iyileştirmektir (Barış 1995).

Hava kirliliğinin kontrolünde idarecilere büyük ödevler düşmektedir. Kirliliğin azaltılması için bölgesel ve uzun vadeli planlamanın yapılması gerekir. Peyzaj mimarları, şehir ve bölge planlamacıları, ve çevre mühendisleri bir bütün olarak çalışmalıdır.

Erzurum'da ve ülkemizde hemen hemen hiç yapılmamış olmasına rağmen şehir ve bölge planlama çalışmaları kentsel ve otolardan kaynaklanan hava kirliliğinin azaltılmasında en önemli etkidir. Bu amaçla özellikle caddeler hakim rüzgar yönüne paralel olarak tasarlanarak, oluşacak hava kirleticileri rüzgarla taşınarak konsantrasyonlarını seyreltmek suretiyle zararlı etkiler minimuma indirgenebilir.

Ana caddeler ve paralel olarak yapılacak sokaklarda bina yüksekliği optimum olarak alınarak ve kent içi peyzaj düzenlemeleri ile hava kirleticilerin etkilerinin azaltılması sağlanır. Erzurum kenti bu önlemlerden uzak kurulduğu için bu ansa sahip değildir. Ancak kent içi ağaçlandırma ve yeşillendirme çalışmaları ile bu sorun giderilmeye çalışmalıdır.

Kirliliğin azaltılmasında karayolu peyzaj planlaması bir başlangıç olarak alınmaktadır. Kirliliğin yoğun olduğu bölümlerde yapılan ağalama derinliği fazla olmalıdır. Kirliliğin hızla yayılma gösterdikleri alanlarda yerleşim ünitesine müsaade edilmemelidir. Eski yerleşim alanların çevresi de yeşil bir kuşakla çevrilmelidir. Bu yöntemlerle şehir içerisinde dahi kirlilik oranı düşmektedir.

Bitkilendirme yapılan alanlarda bitkilerin fiziko- kimyasal aktiviteleri ile kirlilik azaltılmakta ve hava şartları kısmen iyileşmektedir. Ancak bu bitkilerin türlerine göre büyük farklılıklar göstermektedir. Kirlilik maddeleri arasında Nitrik Asit, Karbon monoksit'in temizlenmesinin zor olmasına karşın SO<sub>2</sub>, Hidrojen florid, Nitrojen dioksit gibi gazlar, tozlar ve aerosollar daha hızlı filtre edilmektedir. Yerleşim alanlarında ve endüstriyel alanlarda 30 m derinliğindeki ağaç bariyerler kirliliği azaltmakta ve hemen hemen tamamen durdurulabilmektedir. Bu arada gaz kirliliğini önemli derecede azaltmaktadır (Güçlü 1986).

Erzurum ili hava kirliliği probleminin azaltılması yönünden alınması gereken tedbirler dört ana başlık altında toplanabilir:

## 1. evre Mühendisliği Uygulamaları

1.1. Kente kalitesiz yakıt girişi engellenerek, kükürt içeriği düşük ve kalorisi yüksek yakıtların temin edilmesi gerekmektedir. Kötü kaliteli kömür kükürt dioksit ve duman kirliliğine neden olduğundan, doğal gaz ve kükürt ile toplam tanecik derişimi düşük yakıt kullanımı teşvik edilmelidir.

1.2. Özellikle kentte mevcut ya da gelecekte kurulacak olan toplu konut bölgelerinin doğal gaz ile ısıtılması oldukça uygun olacaktır. Ülkemizin doğu ya da kuzey doğusunda yer alan ülkelerde mevcut doğal gazın kente getirilmesi ile mevcut hava kirliliğinin önemli ölçüde azalacağı bir gerçektir. Örneğin yalnızca Yenişehir bölgesinde doğal gaz kullanımı yılda yaklaşık olarak 30.000 ton'luk bir yakıtın yakılmaması demektir. Yakılan temiz yakıta bağlı olarak da şehir hava kirliliğinde en az yaklaşık %25'lik bir azalma olacaktır. Aynı uygulamanın Dadaşkent bölgesinde de yürürlüğe sokulması Erzurum kentine temiz bir nefes aldıracaktır. Doğal gaz tesisatının getireceği maliyet elbette az olmayacaktır. Ancak elde edilecek fayda ile bunun tartılması mümkün değildir.

1.3. Bölgede kullanılan yakıtların türüne uygun yakma sistemlerinin oluşturulması ve yakma işlemlerinin mutlak suretle ehliyetli kişilerce yapılması ve bunların mutlaka denetlenmesi gerekmektedir.

1.4. Daha az yakıt kullanımı demek ve daha az ekonomik götürü demektir. Bina içlerinin daha az yakıtla daha iyi ısıtılması için pencere ve kapı izolasyonlarına ve konumlarına çok iyi dikkat edilmelidir. Kent içindeki binaların kullandıkları yakıt miktarının azaltılması, bina izolasyonunun iyi yapılmasına ve binanın dizaynı esnasında dikkat edilmesi gereken duvar/pencere alanı oranına bağlıdır. Erzurum ilinde mevcut yapıların tamamına yakını çift pencere sistemiyle donatılmış olup, son yıllarda yapılan binaların tamamı çift tuğla ile örülmüştür. Ancak yapıların çoğu incelendiğinde, pencerelerin yapısal olarak bozuk olduğu görülmektedir. Özellikle kış şartlarına daha dayanıklı olmasından ve ısı geçirgenliği minimum olduğundan plastik pencere kullanımının artırılması uygun olacaktır. Genel bir kural olarak kış şartları için pencere alanının duvar alanının %20'sini geçmemesi gerekmektedir. Ancak Erzurum'da bu oranın daha azaltılması uygun olacaktır. Ancak inşa edilecek olan binalarda güneşe bakan duvarlarda pencere alanı daha fazla ve kuzeye bakan duvarlarda daha az olmalıdır.

1.5. Isınma amaçlı başka enerji kaynaklarının kullanımı gerekmektedir. Erzurum kenti ve civarı jeotermal kaynaklar açısından zengin sayılabilecek bir bölgedir. Özellikle kente yakın bölgelerden Ilıca, Tekman, Hasankale'de mevcut olan jeotermal suların ısı kayıpları minimum olan borularla (yeni kullanılmaya başlayan Epoksi borularla 50 km'de yaklaşık 1°C kayıp oluşmaktadır. Özellikle kentin güneyinde kalan Tekman ilçesinde Hamzan, Gökoğlan ve Neman bölgelerinde sırasıyla 57,33 ve 49°C sıcaklığa sahip yeraltı suları bulunmakta olup bu suların şehre getirilmesi teknolojik olarak mümkün görülmektedir. Sıcaklık değerlerinin çok yüksek olmamasına karşın özellikle yakınlığı nedeniyle Yenişehir bölgesinde bu suların kullanımı normaldeki ısı 5°C civarındaki şebeke suyunu ısıtılmak için gerekli enerjiden çok daha azını gerektirecektir. Bunun yanı sıra yine oldukça yakınlığı (5 km) nedeni ile Dadaşkent toplu konut bölgesinin Ilıca'daki Jeotermal kaynaklarla ısıtılması çok kolay ve uygun olacaktır (Anonim 1995 b).

## 2. Şehir ve Bölge Planlama Uygulamaları

Kent civarında yapılacak olan yeni toplu konut alanlarının şehrin kuzey ve kuzey-doğu (Dumlu) bölgesine doğru kaydırılarak, hakim rüzgarı arkasına alacak şekilde kurulması ve cadde ve sokakların mümkün olduğunca hakim rüzgar yönünde oluşturulması, sirkülasyona engel olacak yüksek binalara izin verilmemesi gerekmektedir.

## 3. Peyzaj Mimarlığı Uygulamaları

Kent içindeki mevcut yeşil alanların artırılması ve iklimsel şartlara uygun ağaçlandırılmaya gidilmesi önemli bir fayda sağlayacaktır. Çimlendirilmiş alanların yanısıra iyi tanzim düzenlenmiş ve iklimsel şartlara göre seçilmiş ağaç ve çalılar güzel bir görünümle birlikte havanın temizlenmesinde de büyük rol oynarlar. Doğanay (1983), Erzurum'da mevcut bütün yeşil alanların 185.85 ha olduğunu ve kişi başına 9.2 m<sup>2</sup> yeşil alan düşüğünü saptamıştır. Ancak bu miktar içerisine ileride geliştirilmesi düşünülen yeşil alanlar da eklenmiştir. Oysa günümüzde geliştirilmesi düşünülen bu yeşil alanların bir kısmı henüz tamamlanmamıştır. Eymirli (1994) tarafından yapılan



araştırma sonucunda ise halkın kullanımına açık, yarı açık ve kullanımına izin verilmeyen yeşil alanların 167 ha olduğu belirlenmiştir. Bu alanın, 19 ha'nı parklar, 2 ha'nı meydanlar 146 ha'nı ise diğer yeşil alanlar oluşturmaktadır. Mevcut yeşil alanlar 1990 kent merkezine oranlandığı zaman kişi başına düşen yeşil alanın 6.8 m<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir. Bu rakamın azalmasında nüfus artışının da etkili olduğu belirlenmiştir.

Erzurum'da kişi başına düşen 6.8 m<sup>2</sup> lik yeşil alan miktarı, İmar Kanununda önerilen 10 m<sup>2</sup>/kişi'nin altında olduğu görülmektedir. Ve hava kirliliğinin giderilebilmesi açısından bu oran azdır. Bunun yanı sıra kent içindeki hava kirliliğinin en yoğun olduğu bölgedeki yeşil alanlar bina yapımı ve yol amacı ile yok edilmiştir.

Tüm bu gelişmeler sonucunda gerek rüzgar sirkülasyonunu sağlayacak açık yeşil alan miktarı azaltılmakta ve gerekse kirliliği azaltabilecek bitki örtüsü tahrip edilmektedir. Bu açıdan yapılabilecekler arasında kent içinde daha fazla yapılaşmaya izin verilmemesi ve yeni yeşil alan açılması için mevcut gecekondü bölgeleri zamanla tasfiye edilmesi sayılabilir. Yeni yapılan toplu konut bölgeleri süratle ağaçlandırılmalı ve kentin batı ve güney bölgelerinde yapılan yeşil kuşak ağaçlandırma çalışmaları kuzey ve güney bölgelere de kaydırılmıştır (Anonim 1995b).

Bernatzky (1978) ağaç türlerini hava kirliliğine karşı duyarlılık derecelerine göre sınıflandırmıştır. Azotoksite karşı nispeten duyarsız olan türler; *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Ginkgo biloba*, *Robinia pseudoacacia*, *Sambucus nigra*, *Quercus robur*, *Ulmus montana*, *Pinus austriaca*, *Taxus baccata*, *Acer campestre*, *Acer negundo*, *Quercus borealis*, *Quercus robur*, *Chamaecyparis species*'dir. Ozona karşı nispeten duyarsız olan ağaç türleri; *Cornus mas*, *Cornus florida*, *Acer platanoides*, *Acer saccharum*, *Quercus robur*, *Betula papyrifera*'dir. Barner (1983) ve Zundel (1987) kükürtdioksite nispeten dayanıklı olan ağaç ve çalı türlerinin *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Fraxinus spp.*, *Acer spp.*, *Populus nigra*, *Tilia tomentosa*, *Thuja spp.*, *Taxus spp.*, *Buxus spp.*, *Larix japonica*, *Picea pungens*, *Juniperus spp.*, *Sambucus nigra*, *Ligustrum vulgare*, *Crateagus monogyna*, *Cornus spp.*, *Rhamnus frangula*, *Hippocyparis spp.* olduğunu belirtmişlerdir (Çepel 1988).



Yukarıda belirtilen hava kirliliğine nispeten dayanıklı bitki türleri arasında Erzurum kentinde yetişebilenler de vardır. Hava kirliliği sorununun fazla olduğu kentimizde bu bitki türlerinden *Robinia pseudoacacia*, *Sambucus nigra*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Populus nigra*, *Crateagus monogyne*, *Fraxinus spp.* ve *Hippophae spp.* gibi bitki türlerini daha yoğun olarak kullanılabilir.

1973 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde Nort Carolina State Üniversitesinde Warren tarafından yapılan "Hava kirliliğinin kontrolüne yönelik yeşil alan oluşturulması" isimli araştırmada, hava ve gürültü kirliliğine karşı yapılacak ağaçlandırma çalışmalarına ilişkin ilkeler belirlenmiştir. Erzurum'da hava kirliliğini önlemeye yönelik bitkilendirme çalışmalarında da yararlı olabilecek ilkeler şunlardır:

Fabrika veya kirlitici aktivitelerin yoğun olduğu noktasal kaynaklar çevresinde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında, ağaç şeritleri hakim rüzgarların alana girebilmesi için huni şeklinde oluşturulmalıdır. Ağaç grupları arasında huni biçimindeki bu koridorlar 100-120 m genişlikte olmalı ve kirlitici kaynaklara yaklaştıkça rüzgarın hızını artıracak kirliticilerin dağılmasını kolaylaştıracak şekilde daraltılmalıdır. Serbest hava akımının olabilmesi için bu koridorlarda yüksek yapılar ve diğer bariyerler olmamalıdır. Kirli havayı taşımaları nedeniyle bu koridorların yolu üzerinde yerleşim alanları yapılmamalıdır.

Yeşil kuşaklar veya orman şeritleri en sık esen rüzgar yönlerine paralel ve sıra araları 2.5-3.0 m olacak şekilde 7-8 ağaç sırasından oluşturulmaktadır. Sıra üstü mesafe çalılar için 0.4 m, ağaçlar için 0.5 m olmalıdır. Bu sıralar rüzgar koridoruna en yakın yerde alçalacak şekilde kademeli olarak oluşturulmalıdır. Yaşlı ağaçlar genç ve güçlü fidanlarla karıştırılmalıdır. Yeşil kuşak ortalama 11-20 m yükseklikte ve 25-35 m genişlikte olmalıdır. Derinlik mevcut kirlitici tiplerine bağlı olarak 2000 m kadar olabilir.

Hareketli ve noktasal olmayan kirlilik kaynakları için, trafik koridorlarının yanında güvenli olduğu oranda yakın olacak şekilde ve çalılarla yeşil alanlar oluşturulmalıdır.

Çok şeritli otoyollarda, orta refüjlerde veya kavşaklarda bitkilendirilmiş alanlar bırakılmalı veya yapım tamamlandıktan sonra bitkilendirme yapılmalıdır (şekil 4.22). Bu yeşil alanlar ortalama 10-20 m yükseklikteki ağaçlarla en az 15-30 m genişlikte oluşturulmalıdır.



**Şekil 4.22.** Üniversite kampüsü içerisinde olduğu gibi orta refüj bitkilendirmesi ile motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği azaltılabilir



**Şekil 4.23.** Havuz başında olduğu gibi kavşak bitkilendirmesi ile motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği büyük ölçüde azaltılabilir

Düşük konsantrasyondaki gaz kirleticiler için partikül konsantrasyonlarını azaltmak amacıyla ihtiyaç duyulandan daha yoğun bir yeşil kuşak gereklidir. Hem partiküller hem de gaz kirleticilerin yeşil kuşaklara taşınmasını sağlamak için, yeşil kuşakların boyolanmasına olan aksları hakim rüzgar yönlerine dik olmalıdır. Bu bariyerler kirlilik kaynaklarının çevresinde ortak merkezli olarak oluşturulacak ve radyal şeritlerle birbirine bağlanacak geçirgen dokulu bitkilendirme ile kombine edilmelidir.

Partikül ve gaz kirleticilerin yıl boyunca filtre edilmesi için koniferler, yaprağını döken ağaçlardan daha çok tercih edilmelidir. Toksik düzeyde kirleticilerin bulunmadığı yerlerde yaprağını döken ağaçlar koniferlerle karıştırılarak dikilmelidir. Bölgeye adapte olmuş türler lokal koşullara ve dayanıklılıklarına bağlı olarak amaca yönelik olarak seçilmiş olan türlerle birlikte kullanılmalıdır (Barış 1995).



Şekil 4.24. Kent içinde koruluklar halinde yapılan ağaçlandırma çalışmaları hava kirliliğini azaltmada etkilidir

#### 4. Trafik Uygulamaları

4.1.Trafiğin bazı bölgelerde yoğunlaşarak, özellikle nem oranı yüksek kış aylarında kirliliği artırmamak için trafik ağının düzenlenmesi, alternatif caddeleri kullanıma açılmasının sürdürülmesi gerekmektedir. Trafığe çıkan araçların periyodik muayenelerinin yapılması, akaryakıt kalitelerinin standartlara uygun hale getirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir (Ocak 1997b).

Egzos kirliliğini azaltmak için, egzos emisyonu kontrolleri tüm araçlar için yapılmalı ve kurşunsuz benzin tüketecek araçların üretimi ve kullanımı için yasal girişimler başlatılmalıdır. Egzos ve diğer kaynaklardan yayılan kirlenmelerin, bilhassa çalışma atmosferinde ölçümleri sürekli ve daha kapsamlı yapılmalıdır (Özer 1997).



4.2. Kent içinde toplu taşımacılığın özendirilmesi gerekmektedir. Toplu taşımacılığın artmasıyla trafiğe çıkacak motorlu taşıt sayısı azalacak ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği azalacaktır. Kısa mesafelerde özel araçların kullanılması yerine insanlar bisiklet gibi motorsuz araçlarla ulaşımaya özendirilebilir.

Türkiye’de hava kirliliğinin %70’i ulaşımdan, motorlu taşıtlardan kaynaklanmaktadır. Taşıtlardan çıkan egzoz gazları havayı kirleten en önemli etkenlerin başında gelmektedir. Bu konuda İstanbul örneği ilginçtir. 1992 yılı Aralık ayında yapılan bir sayıma göre İstanbul’da 16 bin taksi vardı. Bunlardan yalnızca 2700’ü durağa bağlı olarak çalışmaktadır. Durak sayısı artırırsa taksi sayısı, buna bağlı olarak da hava kirliliği ve gürültü azalacaktır. Kurşunsuz benzin kullanımının yaygınlaşması da hava kirliliğini azaltacaktır. Bu tür benzinin devlet tarafından sübvansiyeye edilmesi gerekmektedir (Güney 1998).

İstanbul’da doğalgaz 1992 yılından itibaren pilot bölge bazında kullanılmaya başlanmıştır. Son beş yılda kullanıcı sayısının artması sonucunda doğalgaz kullanılan bölgelerde hava kirliliğinin önemli bir ölçüde azaldığı görülmüştür (Say 1997).

Yerleşim alanları içerisinde kükürt dioksit gazının insan sağlığı yönünden zararlı etkileri dikkate alınarak, 24 saatlik ortalama değerin  $1600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ulaşması “UYARI”,  $2100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e ulaşması “TEHLİKE” belirtilmiştir. Bunun yanında ABD Ulusal Çevre Havası Kalite Standartları’na göre kükürt dioksit gazı için verilen sınır değerler, yıllık ortalama olarak  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bir yılda bir kereden fazla olmamak üzere 24 saatlik ortalama  $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bir yılda bir kereden fazla olmamak üzere 24 saatlik ortalama  $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 3 saatlik değer  $1300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  yıllık ortalama  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve yılda bir kereden fazla olmamak üzere 24 saatlik ortalama  $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dür. Ancak uzun dönem içerisinde yıllık ortalama  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak sınırlandırılırken, ölçümlerin %98’inin  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değerinin altında olmaması gerektiği belirtilmektedir. Atmosferde bulunan parçacıklar için sınır değer, WHO teşkilatı tarafından yıllık ortalama  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak verilmektedir. ABD

tarafından kabul edilen 24 saatlik en yüksek sınır değeri ise  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dür (Kırımhan ve Boyabat 1983).

Erzurum'daki hava kirliliğini azaltmak amacıyla ileri sürülen bu önerileri, acil ve kısa vadeli önlemler, köklü ve uzun vadeli önlemler olarak iki grupta toplayabilir ve şöylece açıklayabiliriz;

#### **4.4.1. Acil ve kısa vadeli önlemler**

Acil ve kısa vadeli önlemler arasında, kükürt dioksit miktarını azaltmak amacıyla daha az kükürt ihtiva eden yakıtların kullanılması (asfaltit yakımının azaltılması veya yakılmaması, yerine daha az kükürt ihtiva eden Balkaya, Sütkans ve Linyit briketi gibi kömürlerin yakılması), ateşçilerin eğitimine önem vererek yakıttan tasarruf sağlanması ve atmosfere yayılan kirlenici gaz ve parçacıkların miktarının azaltılması yakma tekniğinin geliştirilmesi ile daha azaltılması yakma tekniğinin geliştirilmesi ile daha az yakıt tüketimi veya yakma randımanının artırılması, bacalara takılacak kurum tutucularla çevreye yayılan kurumların tutulması veya ıslak filtrelerin kullanılması gibi önlemler sıralanabilir. Belirtilen bu önlemlerin büyük bir bölümü yapılan öneriler doğrultusunda İl Hıfzısıhha Kurulu kararları olarak benimsenmiş, Üniversite, Belediye ve Vilayet işbirliği ile uygulama ve denetim faaliyetleri sürdürülmüştür. Bu önlemlerin uygulanması ile geçtiğimiz kış döneminde (1982-1983) kükürt dioksit miktarı %40 oranında ve duman miktarı da yaklaşık olarak %50 oranında azalmıştır. Ancak alınan bu önlemlere rağmen hava kirliliği insan sağlığını etkileyen seviyenin altına düşürülemediği. Önümüzdeki kış döneminde önlemlerin sürdürülmesi ile kükürt dioksit miktarının %60 oranında azaltılabileceği tahmin edilmektedir.

#### **4.4.2. Köklü ve uzun vadeli önlemler**

Acil ve kısa dönem içerisinde uygulamaya sokulabilecek bu tedbirlerle hava kirliliğini yok etmek mümkün olmayacaktır. Bu nedenle köklü ancak uzun dönem içerisinde



gerçekleştirilebilecek önlemlere girilmesi zorunluluğu vardır. Bunların başında daha temiz yakıt kullanımı gelecektir. Bu nedenle çevrede yer alan linyitlerin kükürtten arındırılması konusudur. Ancak ısı değeri 4.000-4.500 kcal/kg olan bölge linyitlerinden yararlanılarak bir termik santralin beslenip beslenemeyeceğinin araştırılması gerekebilir. Bu yolla üretilen elektrik enerjisi ile kentin ısıtılması sağlanabilir, Bu bilinen yollardan biridir ve bazı ülkeler tarafından tatbik edilebilmektedir. Diğer taraftan yörenin jeotermal alanları oldukça geniş ve ümitli görülmektedir. Kentin bir bölümünde de olsa jeotermal enerjiden yararlanılarak ısıtılması ile hava kirliliğinde önemli bir azalma gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca tüketilen katı yakıt miktarını azaltarak hava kirliliği oranını düşürmek amacıyla güneşli günlerde güneş enerjisinden yararlanılarak sıcak su üretimi mümkün olabilir (Kırımhan ve Boyabat 1983).

Uzun vadeli çözümler birkaç grupta toplanabilir. Isıtma teknolojisiyle ilgili çözümler arasında, birçok Avrupa şehrinde olduğu gibi, merkezi ısıtma tesisleri kurmak, kükürtsüz bir yakıt olan doğal gaz kullanmak, kükürdü temizleyici ve tutucu teknolojiler kullanmak, güneş enerjisinin su ve konut ısıtımında kullanılmasını artırmak gibi yöntemler sayılabilir. Ulaşım ile ilgili çözümler arasında, yollardaki özel motorlu taşıt sayısını azaltarak, elektrikle çalışan (yer altı trenleri dahil) toplu taşımacılık araç ve sistemlerine ağırlık vermek gibi yöntemler bulunur. Şehircilikle ilgili çözümler arasında ise yeşil alanları artırmak, şehir içi nüfus yoğunluğunu azaltmak, sanayi ve nüfusun kent dışında odak noktalarına kayması için özendirici önlemler almak gibi yaklaşımlar yer alır. Bu çözümler arasında ekologları özellikle ilgilendiren bir konu yeşil alanlardır. Bitkiler geniş çapta hava kirliliğini önleyici etkilere sahiptirler. Bundan başka, yeşil kuşak oluşturularak kirlenmiş havanın hareketliliğini artırmak da olası gibi görünmektedir (Kışlalıoğlu ve Berkes 1994).

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünyanın gelişmiş ülkelerindeki kentlerin hava kalitesi ile Türkiye gerçeğini gözlemlediğimizde, Türkiye'deki büyük kentlerde hava kirliliğinin yoğun olarak yaşandığı gözükmetedir. Bunun sebebi de bu konuda ciddi önlemlerin olmayışıdır. Şehirlerde hava kirliliğinin ağırlıklı olarak temel sebebi, ısınma amacıyla kullanılan yakıtlar, trafik ve sanayiden kaynaklanmaktadır. Ülkemizdeki hava kirliliğinin yaşandığı kentlerde ısınma amaçlı ve yakıt olarak fosil yakıtların yoğun olarak kullanılması, motorlu araçlarla ilgili olarak ciddi düzenlemelerin yapılmayışı ve sanayi tesisleri ile ilgili gerekli çalışmaların olmayışı hava kirliliği problemlerini gündemde tutmaktadır. Son yıllarda hava kirliliğinin yoğun olarak yaşandığı illerimizde hava kirliliği ile ilgili çalışmalarda belli bir mücadele verilmekte ise de yeterli düzeyde değildir.

Erzurum'da hava kirliliği insan ve çevre sağlığı açısından ihmal edilmeyecek düzeylere ulaşmıştır. Hava kirliliğini denetleyen bir yönetmeliğin yürürlüğe girmesi yıllardan beri ihtiyaç duyulan ve pek çok tanımsızlığın ve belirsizliğin ortadan kalkmasını sağlayan bir gelişmedir. Böylece tehlikeli derecede kirliliğin havanın tanımı sayısal olarak yapılabilmiş, yeni yatırımlarda modern ihtiyaçlara uygun ölçüler getirilebilmesinin yasal yolları sağlanabilmiştir. Ancak yönetmeliğin sanayimiz için çok yabancı sayılan ve ekonomik anlamda dışsal kabul edilebilir bir sorun olarak hava kirliliği kontrolü konusunda ele aldığı ve oldukça kısa geçiş süreleri tanıdığı da bir gerçektir. Özellikle konuya ilişkin alt yapı noksanlıkları, enerji politikasıyla olan bağlantısızlık ve kirlilik kontrolü için istenecek yatırımların finansman/kredi sorunlarının çözülmemiş olması akla gelen başlıca uygulama güçlüklerini teşkil etmektedir.

1980'li yıllarda özellikle Ankara'da hava kirliliğinin önemli boyutlara ulaşmasından sonra hava kirliliğini azaltmak ve zararlarını en aza indirmek amacıyla değişik teknolojik çözümler aranmaya başlanmıştır. Fakat bu çözüm önerileri hava kirliliğinin çözümünde etkili olabilecek nitelikte olmalarına rağmen teknik maliyet yönünden

uygulanması zor çözümlerdir. Bu teknik çözümleri uygulamak zor olacağından daha uzun vadeli bir çözüm önerisi olması hem de kentlerimizin estetik yönden daha güzel görünümüne sahip olmasını sağlayan bitkisel materyaller kentin iklimini olumlu yönde etkilemesi ve temiz bir hava sağlanması, oksijen üretimini yapması, karbondioksit fiksasyonu, toz zerrecikleri filtre etmesi, radyoaktif maddeleri ve gazları azaltması, gölgeleme etkisi, gürültüyü azaltması ile kent planlamalarında yapılan kentsel peyzaj planlamalarının ne derecede önemli olduğunu göstermektedir. Yeşil alanlar kent iklimi yumuşatırlar, hava hareketlerini düzenlerler, inversiyon olayının oluşumuna engel olurlar.

Hava kirliliği, doğal olaylar ve insan aktiviteleri gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Erzurum'da hava kirliliğine daha çok insan aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. Kentin en önemli çevre sorunu hava kirliliğidir. Halkın %66'sı da yapılan ankette en önemli çevre sorununun hava kirliliği olduğunu belirtmiştir. Erzurum'da hava kirliliğine neden olan en önemli faktör konutların ısıtılması için yakılan yakıtlardır. Halkın görüşü de bunu doğrulamaktadır. Çünkü kent halkının %85'i kirliliğin ısınma amacıyla kullanılan yakıttan kaynaklandığını belirtmiştir.

Yakıttan kaynaklanan hava kirliliğini azaltabilmek için kaliteli (kükürt oranı düşük) yakıt kullanmak ya da kullanmadan önce kükürt oranını düşürücü kimyasal muameleler uygulamak, bacalara filtre takmak gerekmektedir. Kent halkının %26'sı hava kirliliğini azaltabilmek için kaliteli yakıt kullanmanın, %10'u da bacalara filtre takılmasının etkili olacağını söylemiştir. Kente giren tüm kömürlerin denetlenmesi sıhhatli bir şekilde mümkün olmamaktadır. Özellikle kış sezonunun başlangıcında yoğun bir kontrol mekanizması ile mutlak suretle 24 saat aralıksız denetim yapılmalıdır. Bu hususta en önemli olan konu Erzurum'a tahsis edilen kok kömürü miktarı artırılmasıdır. Anonim (1995b)'de belirttiği gibi Ankara kenti hava kirliliği problemi büyük ölçüde bu şekilde çözülmüştür. 1990-91 kış sezonunda kente tahsis edilen kok kömürü miktarı toplam yakıtlar içinde %28 iken, 1994-95 kış sezonunda bu oran %43'e çıkmış ve hava kalitesi değerlendirildiğinde 1994-95 kış sezonundan önceki yıllara göre yaklaşık %30'luk bir iyileşme sağlanmıştır. Bu sezonda ortalama SO<sub>2</sub> konsantrasyonu 175 µg/m<sup>3</sup> olup kente

giren kok kömürü miktarı en kısa zamanda en az 70.000 ton'a çıkarılması durumunda UVS değerlerinin altına inilecektir. Bu sebepten dolayı kükürt içeriği yüksek kömürler (Aşkale, sütkans ve briket v.b.) kente kesinlikle sokulmamalıdır. Şehirde sıvı yakıt kullanımı giderek artmakla birlikte 6 numaralı fuel-oil kullanan bina sayısının çokluğu dikkat çekmekte olup, şehirde mutlak suretle sıvı yakıt olarak özel kalorifer yakıtı (No 4) kullanılmalıdır. Güney (1998)'in de belirttiği gibi kullanılan kömürün kalitesi önem taşımakta ve yakıt sorunu çözümlenirse, kaliteli kömür kullanılırsa Erzurum'un havası kendiliğinden temizlenecektir.

Devlet İstatistik Enstitüsü 2001 yılı verilerine göre Erzurum kent merkezinin nüfusu 1985 yılında 246.053 iken 2000 yılında nüfus 366.962'ye çıkmıştır (Anonim 2001b). Bu da ilimizde nüfusla birlikte konut sayısının da hızla artmasını gerektirmektedir. Yeni yerleşim bölgelerinin hızla büyümesi ile hava kirleticiler de artmakta ve kent merkezine doğru taşınarak buranın da hava kalitesini kötüleştirmektedir. Kent halkının %91'i hava kirliliğinden en çok kent merkezinde rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. Zaten hava kirliliği ölçüm istasyonlarından alınan veriler de bunu doğrulamaktadır. Bu nedenle Yenişehir, Yıldızkent, Dadaşkent semtlerinde yeni binaların yapımı durdurulmalıdır. Yeni kooperatifler kurulması için boş bırakılmış alanlar koruluklar halinde ağaçlandırılmalıdır.

Kent bütününde kış aylarında hava kirliliği olmaktadır. Nitekim halkın %94'ü de kirlilikten en fazla kışın etkilendiklerini belirtmişlerdir. Fakat kent merkezinde kirlilik daha yoğun olduğundan merkezden başlamak üzere hem soğuğa hem de hava kirliliğine dayanıklı olan bitki türlerini peyzaj mimarlığı prensiplerini de göz önüne almak üzere uygun olan yerlerde bitkilendirme yapmak gerekmektedir. Taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin azaltılması için kent içinde yol kenarı orta refüj ve kavşaklarda doğru bitkiler kullanılmalıdır. Belediyelerin Park ve Bahçeler Müdürlüklerinde görev alacak kişiler bu konuda eğitim almış olmalı veya bu konuda eğitilmeleri için önerilerde bulunmak gerekmektedir.



Kent içindeki resmi kurum ve kuruluşlar, okullar, park ve bahçeler, çocuk oyun alanları, spor sahaları hava kirliliğine dayanıklı bitki türleriyle yine peyzaj mimarlığı prensiplerine uygun bir şekilde ağaçlandırılmalıdır. Toplu konut alanlarında açık-yeşil alanlara gerektiği kadar yer verilmeli, park ve bahçe için ayrılan yerlerde konut yapımına izin verilmesine kesinlikle karşı çıkılmalıdır.

Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınan veriler incelendiğinde Erzurum kentinde hava kirliliğinin fazla olduğu kış aylarında rüzgar hızı düşüktür. Bu nedenle kirleticiler yatay yönde çevreye yayılmadan şehrin üzerine çökerek uzun süre etkili olmaktadır. Diğer taraftan birçok kış gününde oluşan inversiyon tabakası da düşey yönde (yukarıya doğru) kirleticilerin yayılmasını engelleyince kirleticiler şehrin üzerinde bir kara bulut tabakası gibi çökmektedir.

Yukarıda verilen meteorolojik veriler incelendiğinde, Erzurum'un çanak şeklinde bir topografik oluşumunun tabanında yer aldığı da dikkate alınarak Erzurum için meteorolojik ve topografik faktörlerin hava kirliliği üzerindeki etkisi şu şekilde açıklanabilir. Rüzgar hızının düşük olması, hava hareketlerinin olmaması nedeniyle egsozlarından atmosfere verilen kükürtdioksit, partikül maddeler, azotoksitler, karbonmonoksit ve diğer kirleticiler, çeşitli atmosferik reaksiyonlarla (doğal süreçlerle) zararsız hale gelinceye kadar şehrin üzerinde kalmaktadır. Zaman zaman iki-üç gün hatta daha fazla süre rüzgarsız geçen hava koşulları kirleticilerin atmosferde birikerek Erzurum şehrinin üzerini kapladığı birçok araştırmada tespit edilmiştir. Böylece hava kirliliği insan sağlığını tehdit eder boyutlara ulaşmaktadır. Bunun yanında rüzgarın esme yönüne göre çoğu zaman Yenişehir, Yıldızkent toplu konut bölgelerinde oluşan hava kirleticiler de şehrin üzerine taşınarak, kükürtdioksitin havadan yoğun olması nedeniyle burada yığılmak suretiyle hava kirliliğini artırmaktadır. Böylece Erzurum'da kükürtdioksit konsantrasyonları günlük ortalama olarak  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü birçok ölçüm istasyonunda çok kez aşmaktadır. Anlık değerler olarak da  $2000-3000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü de geçmektedir. Bu kadar yüksek konsantrasyondaki kükürtdioksit 3. uyarı kademesine ulaşmaktadır. Ve birçok ülkede toplu insan ölümlerine neden olan konsantrasyonlarına varmaktadır. Kış ayları boyunca solunum yolu rahatsızlıklarında ve buna bağlı ölüm

vakalarında artışlar görülmektedir. Bunun yanı sıra bu konsantrasyondaki kirleticiler kısa süre de olsa dışarıda kalan insanlarda solunum yollarında yanma ve acıma hissi, balgam çıkarma, zor nefes alma gibi çeşitli şikayetlere neden olmaktadır.

Erzurum ilinde son yıllarda yanlış bir uygulamanın sonucu olarak yeni kurulan toplu konut bölgeleri güney ve güney-batı kesimlerine yerleştirilmiştir. Özellikle Yenişehir ve Dadaşkent toplu konut bölgeleri sırayla 80.000 ve 100.000 nüfuslu yeni yerleşim yerleridir. Bu bölgelerin hakim rüzgarı arkasına alarak kirleticilerini şehre doğru getirecek şekilde kurulmuştur. Kuruluşu tamamlanmış sayılabilecek Yenişehir toplu konut bölgesi hakim rüzgara hemen hemen uygun olduğundan bölgede hava kirliliği kent merkezine oranla oldukça düşük olup, bölgenin konum itibarı ile durumu şehre zarar vermektedir. Benzer şekilde Dadaşkent bölgesinde de aynı durum söz konusudur.

Yenişehir ve Dadaşkent kurulmadan önce şehrin en temiz bölgesi olan Atatürk Üniversitesi kampüsündeki SO<sub>2</sub> konsantrasyonu 1984-85 kış sezonunda 155 µg/m<sup>3</sup> iken 1991-92 kış sezonunda 219 µg/m<sup>3</sup> seviyesine çıkmıştır. Bu artışlar şehrin öteki bölgelerinde de görülmekte ve toplu konut bölgelerinin kuruluşlarını tamamlamaları ile birlikte artmaktadır. Yenişehir ve Dadaşkent, şehirdeki toplam yakıt miktarının yaklaşık yarısını kullanmaktadır. Bu nedenle buralardaki yakıt kalitesi daha iyi kontrol edilmelidir. Bu iki yerleşim bölgesi şehirdeki toplam yakıt miktarının yaklaşık yarısını kullanmaktadır. Bu nedenle buralardaki yakıt kalitesi daha iyi kontrol edilmelidir. Tüm bu kötü etkilere rağmen Yenişehir'in biraz daha batısında Yıldızkent adı altında yeni bir toplu konut bölgesinin inşasına devam edilmektedir. Bu bölge hakim rüzgar yönü açısından şehir merkezi için Yenişehir'den daha da kötü konumlandırılmıştır. Bu bölgenin daha fazla büyümeden mutlak suretle durdurulması gerekmektedir. Kirlilik haritalarından anlaşılacağı üzere şehir merkezinde hava kirliliği daha yoğundur. Bu bölgedeki bina ve caddeler rüzgar sirkülasyonuna engel olmaktadır. Çoğu kamu binasının bu bölgede mevcut olması da hava kirliliğini artıran bir durumdur. Bu açıdan mümkün olduğunca kamu binalarının şehir merkezi dışına çıkarılması ya da en azından yeni kurulacak olan birimlerin merkeze kurulmaması uygun olacaktır.



Yıldızkent ve Artvin yolu üzerinde kurulmuş olan yeni bir toplu konut alanı olan Hilalkent'te çok katlı binalar bulunmaktadır. Bu binalar rüzgar sirkülasyonuna engel olup özellikle kış aylarında kirli havanın uzaklaşmadan kent üzerinde çöküp kalmasına neden olduğundan Yıldızkent ve Hilalkent'te yüksek katlı binaların kurulması yasaklanmalıdır. Erzurum'un güney batı kesimine düşen Yıldızkent ve kuzey doğu kesimine düşen Hilalkent'te bina sayısı hızlı bir şekilde artmakta, Yıldızkent Çat yoluna, Hilalkent'te Artvin yoluna doğru kaymaktadır. Bu durumu önlemek için Barner (1983)'in önerdiği yeşil ring (Yeşil kuşak) sistemi Erzurum kenti için de uygulanabilir. Kale duvarları gibi kentin etrafını saran yeşil alanlar içeriye girip çıkan havayı çok iyi bir şekilde süzerler.

Ayrıca şehir hava kalitesinin iyileştirilmesi için doğal gazın en kısa sürede şehrin hizmetine sunulması ve zengin olmayan bu halkın doğal gazdan yararlanabilmesi için teşviklerin uygulanması gerekmektedir. Nitekim halkın %28'i de doğal gaza geçmenin kirliliği azaltmada etkili olacağı görüşündedir. Kentte giren yakıtlar çok iyi denetlenmeli, kalorifercilerin eğitimine önem verilmeli ve yeni yerleşime açılan bölgelerin merkezi ısıtmaya geçmeleri için teşvik gereklidir. Erzurum merkezinde taşıt sayısında ki önemli artışlar da gelecekte buradaki hava kirliliği sorununu farklı bir boyut kazandırabilecektir.

Hepsinden önemlisi eğitim seviyesini yükseltmek, insanlarımızın çevreye, doğaya karşı sevgisini artırmak, temiz bir havanın insan sağlığı açısından önemini ve havanın temizlenmesinde bitki örtüsünün büyük bir katkısı olduğunu belirtmek amacıyla halkı bilinçlendirmek gerekmektedir.

**KAYNAKLAR**

- Aksu, R.T., 1996. Bursa'daki Kentleşme ve Hava Kirliliği Sorunu, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, 63, Bursa.
- Altunkasa, M.F., 1987. Çukurova Bölgesi'nde Biyoklimatik Veriler Kullanılarak Açık ve Yeşil Alan Sistemlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 224, Adana.
- Anonim, 1983. 23.03.1983 tarih ve 17996 sayılı Resmi Gazete.
- Anonim, 1991 a. Ortak Geleceğimiz. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, 452, Ankara.
- Anonim, 1991b. Hava kalitesi Yönetimi. VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- Anonim, 1992. Erzurum'92. Çevre Bakanlığı Yayını, Ankara.
- Anonim, 1993. Çevre Kurulu Raporu. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 146s, Ankara.
- Anonim, 1995a. Çevre Notları. Çevre Bakanlığı Çevre Eğitimi ve Yayın Daire Başkanlığı, 55s, Ankara.
- Anonim, 1995b. Temiz Hava Planı Erzurum Alt Projesi (Nihai Rapor). Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum.
- Anonim, 1997. Hava Kirliliği ve Erzurum T.C. Sağlık Bakanlığı Erzurum Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum.
- Anonim, 1998a. Açık ve Yeşil Alanların Hava Kirliliğine Etkisi. Bilim ve Teknik Dergisi, 369, 92-94.
- Anonim, 1998b. Türkiye'nin Çevre Sorunları'99. Türkiye Çevre Vakfı Yayını
- Anonim, 2000. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. ISBN 975-19-2938-5, Yayın No: 2514.
- Anonim, 2001a. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Çevre İstatistikleri.
- Anonim, 2001b. 10 Kasım 2001 Tarihli Hürriyet Gazetesi.
- Anonim, 2002 a. Neden Doğal Gaz?. Bilim ve Teknik Dergisi, 411, 74-77.
- Anonim, 2002 b. Erzurum Meteoroloji İl Müdürlüğü Verileri, Erzurum.

- Anonim, 2002 c. Erzurum İl Trafik Şube Müdürlüğü Verileri, Erzurum.
- Anonim, 2002d. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Hava Kirliliği Ölçüm Değerleri, Erzurum.
- Atalay, İ., 1978. Erzurum Ovası ve Çevresinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi. Atatürk Üniv. Yayın No: 343, s96, Erzurum
- Aysu, E., 1990. Şehir Planmasında Yoğunluk, Yıldız Üniv. Yayın.No: 214, İstanbul
- Banş, M., 1995. Ankara Kentinde Hava Kirliliği Sorununun Çözümünde Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gerekli Önlemler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 151s, Ankara.
- Barnier, J., 1983. Experimentelle Landschaftsökologie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Başaran, A., 1983. Yerleşim Yerlerinde Görülen Hava Kirliliği Düzeyinin ve Kirleticilerin Pratik Olarak Belirlenmesi. Çevre Sorunları Simpozyumu-5, 6-8 Haziran 1983, Tebliğ Özetleri, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Erzurum.
- Bayramoğlu, Y.F., 1994. Çevre ve Yerel Yönetim. Yerel Yönetimin Geliştirilmesi Programı, El Kitapları Dizisi, Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı ve IULA-EMME Yayını, Kent Basımevi, İstanbul.
- Bernatzky, A., 1978. Tree Ecology and preservation. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam-Oxford-New York.
- Bucher, J. B., 1984. Bemerkungen zum Waldsterben und Umweltschutz in der Schweiz. Forstw. Cbl. 103 (1984), s. 16-27.
- Çepel, N., 1988. Peyzaj Ekolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekolojisi Anabilim Dalı, 228, İstanbul.
- Doğanay, H., 1983. Erzurum'un Şehrsel Fonksiyonları Ve Başlıca Planlama Sorunları. Atatürk Üniv. Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 425, Erzurum.
- Doğanay, H., 1988. Erzurum'un Genel Coğrafya Özellikleri. Fen- Edebiyat Fak. Yay. No: 56, s143., Erzurum.
- Daessler, H.G., 1986. Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Ursachen- Wirkungen- Gegenmaßnahmen. Veb Gustav Fischer Verlag.

- Eymirli, S., 1994. Erzurum Kenti Açık Ve Yeşil Alanlarının Saptanması Ve Kentiçi Açık-Yeşil Alan İlkeleri Yönünden Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 103, Adana.
- Eke, F., 2000. Kentsel Ekolojik Planlama. 2000'li Yıllarda Yaşadığımız Çevre ve Peyzaj Mimarlığı Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 23-30, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara.
- Göksu, Ç., 1993. Güneş ve Kent. ODTÜ Mim. Fak., 1993.
- Güçlü, K., 1986. Bitki ve Hava Kirliliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1-4), 107-111.
- Güllü, G., 1999. Çevrenin Önemi, İstanbul'da Yaşanan Hava Kirliliği ve Kaliteli Kömür Kullanımının Hava Kalitesine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Mahalli İdareler ve Yerinden Yönetim Bilim Dalı, 167, İstanbul.
- Güney, E., 1998. Çevre Sorunları. Dicle Üniversitesi Coğrafya Eğitimi Bölümü, 159, Diyarbakır.
- Gürpınar, E., 1992. Çevre Sorunları. Der Yayınları, 200, İstanbul.
- Haktanır, K., Arcak S., 1998. Çevre Kirliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 323, Ankara.
- Holopainen, J., Mustaniemi A., Kainulainen P., Satka H. and Oksanen J., 1993. Conifer Aphids in An Air-Polluted Environment. I. Aphids Density, Growth and Accumulation of Sulphur And Norway Spruce Seedlings. Environmental Pollution, 80(2), 185-191.
- Kainulainen, P., Satka H., Mustainemi A., Holopainen J. and Oksanen J., 1993. Conifer Aphids in An Air-Polluted Environment II. Host Plant Quality. Environmental Pollution, 80(2), 193-200.
- Karaöz, M. Ö., Tolunay T., 1997. Yeniköy Termik Santralinin (Muğla-Türkiye) Çevresindeki Doğal Kızılçam Ormanları Üzerine Etkileri. XI. Dünya Ormancılık Kongresi Bildirileri, 13-22 Ekim 1997, cilt 1, s:157, Antalya.
- Keleş, R., Kent ve Siyaset Üzerine Yazılar. Kent Basını, İstanbul.
- Keskinler, B., İpekoğlu B., Danış Ü., Acar F. and Özbay O., 1994. Hava Kirliliğinin Erzurum'da Tarihi Yapıtlara Etkisi. Tr. J. Of Engineering and Environmental Sciences. 18 (1994) 169-174.



- Kırımhan, S., Boyabat N., 1983. Erzurum'da hava kirliliğinin Kent İçerisindeki Kar Yağınları ve Toprak Üzerindeki Etkileri. Çevre Sorunları Simpozyumu-5. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, 11, Erzurum.
- Kırımhan, S., Boyabat N., 1983. Erzurum'da Hava Kirliliği-Son Rapor. Çevre Sorunları Sempozyumu-5. 6-8 Haziran 1983. Tebliğ Metinleri. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, 11, Erzurum.
- Kırımhan, S., 1984. Erzurum'da Hava Kirliliği ve Alınması Gereken Önlemler. Çevre Koruma, 19, 9-11.
- Kırzioğlu, I., Nuhoglu Y. and Yıldırım Y., 1993. Motorlu Araç Trafikinin Oluşturduğu Çevre Kirliliği ve Çevre Düzenleme Olanakları. Atatürk Üni. Müh. Fak. Böl., 18, Erzurum.
- Kışlalıoğlu, M., Berkes F., 1985. Ekoloji ve Çevre Bilimleri. Önder Matbaası, Ankara.
- Kubilay, N., Koçak M., Özsoy E. ve Saydam A.C., 2001. Mineral Tozun Doğu Akdeniz Atmosferindeki Değişimi: Afrika Çöllerinden Uzun Mesafeli Atmosferik Taşınımın Gösterilmesi. IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 480-487, İçel.
- Lane, P.I., Bell N.B., 1984. The Effect of Simulated Urban Air Pollution on Grass Yield: Part 1-Description and Simulation of Ambient Pollution. Environmental Pollution (Series B), 8(4), 245-263
- Lucas, P., Cottam D. Mansfield, T., 1986. A large Scale Fumigation System For Investigating interactions Between Air Pollution and Cold Stress on Plants, Environmental Pollution, 43(1), 15-28.
- Marsh, W.M., 1991. Landscape Planning Environmental Applications. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Masters, G.M., 1974. Introduction to Environmental Science and Technology. John Wiley and Sons. New York.
- Müezzinoğlu, A., 1987. Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Müezzinoğlu, A., 2000. Hava Kirliliği ve Kontrolü Esasları. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Nilsson, K., Randrup T. B., 1997. Şehir ve Çevresi Ormanlığı. XI. Dünya Ormanlık Kongresi Bildirileri, 13-22 Ekim 1997, 1, 72-86, Antalya.



- Ocak, S., 1997 a. Erzurum'da Hava kirliliği, Değerlendirilmesi ve Atmosferik Parametrelerle İlişkilendirilmesi (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Ocak, S., 1997 b. Erzurum'da Hava Kirliliğine Genel Bir Bakış. Atatürk Üniversitesi Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Bülteni, Ocak 1997, 1, Erzurum.
- Oğuz, Ö., Tuncel, G., Karman, D., 2001. Trafikten Kaynaklanan Uçucu Ve Yarı Uçucu Organik Bileşiklerin Belirlenmesi Ve Mevsimsel Değişimlerin İncelenmesi. IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 495-504, İçel.
- Özbay, O., Bayramoğlu M., Keskinler B., Topçu N. ve Boyabat N., 1991. Erzurum'da Hava Kirliliği Üzerine Çevresel ve Atmosferik Parametrelerin Etkisinin Sümülasyonu, Kimya 91. Kimya ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu, Tebliğler Kitabı, 379, Gazimagusa.
- Özdemir, Ş., 1997. Temel Ekoloji Bilgisi ve Çevre Sorunları. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, 235s, Ankara.
- Özer, U., 1997. Bursa Hava Kirliliği İle İlgili Araştırmaların Sonuçları Ve Öneriler. Çevre 97 Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Bursa.
- Özer, S., 1998. Peyzaj Mimarlığı Açısından Erzurum Kentinin Gürültü Kirliliğinin Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 91, Erzurum.
- Özsoy, T., Kubilay N. ve Saydam A.C., 2001. Doğu Akdeniz Atmosferinde Temel Asidik Bileşenler. IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 487-495, İçel.
- Polat, Z., 2000. Erzurum Kentinde Bulunan Park Alanlarının Yeterliliği Üzerine Bir Araştırma (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum.
- Say, S., 1997. İstanbul'da Hava Kirliliğinin Azaltılmasında Doğalgazın Etkisi. Sakarya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.

- Serez, M., 1984. Hava Kirliliği. Çevre Koruma Dergisi, 19, 13-14.
- Topbaş, M., Brohi A. ve Karaman M., 1998. Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, 340s, Ankara.
- Topçu, N., Keskinler B., Bayramoğlu M. and Akçay M., 1993. Air pollution modelling in Erzurum City. Enviromental Pollution, 79(1), 9-13.
- Turalhoğlu, F.S., 2001. Erzurum'da Yeni Yerleşime Açılan Bölgelerin Şehir Hava Kalitesine Katkısı, IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. 7-10 Kasım 2001, 504-512, İçel.
- Tuncel, G., 1998. Hava Kalitesinin Korunması. Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Ulusal Çevre Eylem Planı.
- Wermann, E., 1997. Orman Üzerindeki Hava Kirliliği Etkilerinin İzlenmesi. XI. Dünya Ormancılık Kongresi Bildirileri, 13-22 Ekim 1997, cilt1, s:149, Antalya.
- Whelpdale, D.M., 1983. Acid deposition: distribution and impact. Water quality Buletin, 8(2): 72-80.
- Yarmisko, V. T., Mazneya E. A., 1997. Endüstriyel Kirlenmenin Kuzey Avrupa Çam Ormanlarındaki Bitkilerin Kapasitesine Etkisi. XI. Dünya Ormancılık Kongresi Bildirileri, 13-22 Ekim 1997, 1, 156, Antalya.
- Yıldırım, Y., Demircioğlu N., Koby M. and Bayramoğlu M., 2001. A Matematical Modeling Of Sulphurdioxide Pollution İn Erzurum City. Enviromental Pollution, 118(2002) 411-417.
- Yılmaz, H., Yılmaz S., 1997. Kimlikli Kentleşmede Peyzaj Planlaması. Ankara Sempozyumu 13-15 Ekim 1997 Bildiriler Kitabı, 347-352, Ankara.
- Yıldız, N., Bircan H., 1994. Araştırma Ve Deneme Metodları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 266, Erzurum.
- Yücel, M., 1995. Çevre Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 302, Adana.
- Zimmerling, R., Damngen U., Küsters A., Grünhage L. and Jager J., 1996. Response of A Grassland Ecosystem To Air Pollutans .IV. The Chemical Climate: Concentrations of Relavant Non-Criteria Pollutatants ( Trace Gases and Aerosols). Enviromental Pollution, 91(2), 139-147.
- Zundel, R., 1987. Naturschutz und Landschafts- Pflege. Die Forstbetriebsdient, Band 3. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich.

**EKLER**

EK-1- Kent İçi Standart Anket Formu



Ek-1- Kent İçi Standart Anket Formu

## KENT İÇİ STANDART ANKET FORMU

### A. Anket Yapılan Kişinin Bireysel Özellikleri:

1. Yaşınız?

( ) 18'den küçük ( ) 18-30 ( ) 31-60 ( ) 60'dan büyük

2. Cinsiyetiniz?

( ) Erkek ( ) Bayan

3. Medeni haliniz?

( ) Evli ( ) Bekar

4. Aylık net geliriniz?

-----

5. Öğrenim durumunuz?

( ) Okuma yazma bilmiyor ( ) İlkokul ( ) Ortaokul ( ) Lise ( ) Yüksekokul-  
Üniversite

6. İşiniz?

( ) İşçi ( ) Memur ( ) Çiftçi ( ) Esnaf ( ) Serbest meslek  
( ) Öğrenci ( ) İşsiz

7. Hangi semtte oturmaktasınız?

( ) Yenişehir ( ) Yıldızkent ( ) Dağışkent ( ) Şehir merkezi  
( ) Diğer

### B. Erzurum Kenti Hava Kirliliği Üzerine Yönelik Sorular

1. Sizce Erzurum kentinin en önemli çevre sorunu nedir?

( ) Hava kirliliği

( ) Çöp sorunu

( ) Gürültü kirliliği

- ( ) Çarpık kentleşme
- ( ) Trafik sorunu
2. En çok kentin hangi bölgesinde hava kirliliğinden rahatsız oluyorsunuz?
- ( ) Kent merkezi ( ) Yenişehir ( ) Yıldızkent ( ) Dadaşkent
3. Hava kirliliğinden en çok hangi saatlerde rahatsız oluyorsunuz?
- ( ) Sabah ( ) Öğlen ( ) Akşam
4. Hava kirliliğinden en çok hangi mevsimlerde rahatsız oluyorsunuz?
- ( ) İlkbahar ( ) Yaz ( ) Sonbahar ( ) Kış
5. Oturduğunuz binanın bacasının kontrolünün yapılıp yapılmadığı hakkında bilginiz var mı?
- ( ) Yapılmıyor ( ) Her sene yapılıyor ( ) Bilгим yok
6. Şehir içindeki ulaşımınızı nasıl yapıyorsunuz?
- ( ) Kendi arabamızla ( ) Toplu taşıma araçlarıyla (otobüs, minibüs, v.b) ( ) Her ikisiyle
7. Toplu taşıma araçlarını tercih eder misiniz?
- ( ) Tercih ederim
- ( ) Tercih etmem
- ( ) Yolculuk yaptığım güzergahta toplu taşıma aracı yok
8. Kentimizin hava kirliliği düzeyi sizce ne orandadır?
- ( ) Az ( ) Normal ( ) Fazla ( ) Çok fazla
9. Sizce Erzurum ilinde hava kirliliğine neden olan en büyük etken nedir?
- ( ) Isınma amacıyla kullanılan yakıt artıkları
- ( ) Motorlu taşıtlarda kaynaklanan ekzos dumanı
- ( ) Topoğrafik yapı
10. Oturduğunuz konutu ısıtmak amacıyla hangi yakıtı kullanıyorsunuz?
- ( ) Fuel-oil ( ) Kömür ( ) Elektrik sobası
11. Sizce hava kirliliğini önlemek amacıyla ne gibi önlemler alınabilir?
12. Sağlık yönünden hava kirliliğinden nasıl etkileniyorsunuz?
13. Hava kirliliği konusundaki yasal önlemler sizce yeterli mi?
- ( ) Yeterli ( ) Yetersiz ( ) Bilгим yok



## ÖZGEÇMİŐ

Erzurum'un Horasan ilçesinde 1975 yılında doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1993 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden 1997 yılında mezun oldu. 1998 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansa başladı.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünde 1997 yılından beri Okutman olarak görev yapmaktadır.

**Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**