

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arman MAVRUK

**YÜREĞİR VE SEYHAN (ADANA) İLÇELERİNDE ANA ARTERLERDEKİ
TOZ ve GÜRÜLTÜ DAĞILIM HARİTALARININ HAZIRLANMASI**

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

ADANA, 2005

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜREĞİR VE SEYHAN (ADANA) İLÇELERİNDE ANA ARTERLERDEKİ
TOZ VE GÜRÜLTÜ DAĞILIM HARİTALARININ HAZIRLANMASI**

Arman MAVRUK
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ç.Ü
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez .../.../.... Tarihinde Aşağıdaki Juri Üyeleri Tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İmza_.....
Prof.Dr.Mesut ANIL
BAŞKAN

İmza
Doç.Dr. Suphi URAL
ÜYE

İmza.....
Yrd. Doç.Dr. A.Mahmut KILIÇ
ÜYE

İmza.....
Yrd.Doç.Dr. Fuat BUDAK
ÜYE

İmza.....
Öğr.Gör.Dr. Nil YAPICI
DANIŞMAN

Bu tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

* Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YÜREĞİR VE SEYHAN (ADANA) İLÇELERİNDE ANA ARTERLERDEKİ
TOZ VE GÜRÜLTÜ DAĞILIM HARİTALARININ HAZIRLANMASI**

Arman MAVRUK
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Öğr.Gör.Dr. Nil YAPICI

Yıl : 2005, **Sayfa :**135

Jüri : Prof.Dr. Mesut ANIL

Doç.Dr. Suphi URAL

Yrd. Doç.Dr. A.Mahmut KILIÇ

Yrd. Doç.Dr. Fuat BUDAK

Öğr.Gör.Dr. Nil YAPICI

Bu çalışmada Yüreğir ve Seyhan ilçelerinin ana arterlerindeki önceden belirlenen noktalardan genellikle trafiğin yoğun olduğu saatlerde Partikül Madde (1-10 µm) emisyonları ve desibel cinsinden gürültü ölçümleri alınmıştır. Ayrıca ana arter ve bulvarlardaki güzergahlarda belirlenen istasyonlarda çökelen tozları ölçmek amacıyla Türk Standartları Enstitüsü'nün Çökelti Ölçme Cihazı kullanılarak toz örnekleri toplanmıştır. Örneklerin kimyasal analizleri yapılarak insan sağlığı açısından son derece tehlikeli olan ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir.

Meteorolojik veriler göz önünde bulundurularak, harita çiziminde sıkça kullanılan SURFER bilgisayar programı ile konsantrasyon eğrileri belirlenmiştir. Program girdisi olarak ölçüm noktalarının GPS cihazı ile belirlenen X-Y koordinatları ve ölçüm sonuçları kullanılmış, bu veriler Adana Şehir Planı Sayısal Haritası'na işlenerek toz ve gürültü haritaları çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toz, Gürültü, Hava Kalitesi, Yüreğir, Seyhan

ABSTRACT

MSc THESIS

TO PREPARİNG THE PARTICULATE AND NOİSE MAPS OF THE MAIN STREET IN YÜREĞİR AND SEYHAN(ADANA)

Arman MAVRUK

DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Dr. Nil YAPICI

Year : 2005, **Sayfa :**135

Jury : Prof. Dr. Mesut ANIL

Assoc.Prof. Dr. Suphi URAL

Assist.Prof.Dr. A. Mahmut KILIÇ

Assist.Prof. Dr. Fuat BUDAK

Dr. Nil YAPICI

In this study, Particulate Material (1-10 μm) emission and noise measurements have been carried out in preselected point in Yüreğir and Seyhan. Moreover, some particulate examples were taken by using an equipment from TSE(Turkish Standards Institute) which are from main streets and bulvard. As a result of chemical investigation, it was noticed that measured particulates have caucial risk over human health.

Particulate levels in the map and consantration curves have been defined by measurement of Surfer Computer program. By using this methods and computer program particulate and noise measurements and X-Y coordination measurements using GPS from station points maps were defined for Adana city.

Key Words: Particulate, Noise, Air Quality, Yüreğir, Seyhan

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada öncelikle her konuda fikirlerini beyan eden ve bana yol gösterici olan Sayın Hocam Prof. Dr. Mesut Anıl'a, gerek ölçüm programlarında gerekse de raporların düzenlenmesinde emeklerini hiçbir zaman inkar edemeyeceğim Danışman Hocam Öğr. Gör. Dr. Nil Yapıcı'ya, kimyasal analizlerin yapımında tecrübesi ve titizliği ile her zaman yanımda bulunan Arş. Gör. Mehmet Türkmenoğlu'na, haritaların modellemesinde ve çiziminde yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Arş. Gör. Bayram Ali Mert'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1.GİRİŞ	1
1.1. Adana Kentine Genel Bakış	4
1.1.1. Adana İlinin Coğrafik Özellikleri	5
1.1.2. Adana İlinin Meteorolojik Özellikleri	5
1.1.3. Adana'nın Nüfusu ve Sosyo-Ekonomik Özellikleri	8
1.1.4. Adana İlinin Ulaşım ve Trafik Verileri	10
1.1.5. Seyhan İlçesi'nin Genel Özellikleri	13
1.1.6. Yüreğir İlçesi'nin Genel Özellikleri	14
1.2. Toz ve Hava Kirliliği	15
1.2.1. Toz ve Hava Kirliliğinin Tanımı	15
1.2.1.1. Hava Kirliliğinin Bileşenleri	15
1.2.1.2. Havanın Bileşenleri	16
1.2.2. Hava Kirleticiler	17
1.2.2.1. Partikül Maddeler	17
1.2.2.2. Kükürt Oksitler	20
1.2.2.3. Azot Oksitler	23
1.2.2.4. Karbon Monoksit	25
1.2.2.5. İz Elementler (Ağır Metaller)	28
1.2.3. Hava Kirletici Kaynakları	31
1.2.3.1. Yakıt Yakılması Kaynaklı Hava Kirliliği	32
1.2.3.2. Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliği	33
1.2.3.3. Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliği	35

1.2.4. Hava Kirliliğine Neden Olan Fiziksel Etkenler.....	37
1.2.5. Hava Kalite Standartları.....	39
1.2.6. Hava Kirliliğinin Ekolojik Etkileri.....	43
1.2.6.1. Küresel Isınmaya Etkisi.....	43
1.2.6.2. Atmosferdeki Ozon Tabakasına Etkisi.....	43
1.2.6.3. Asit Yağmurları Oluşumuna Etkisi.....	44
1.2.6.4. İklim Değişikliğine Etkisi.....	45
1.3. Gürültü Kirliliği.....	46
1.3.1. Ses ve Gürültünün Özellikleri.....	46
1.3.1.1. Ses Dalgalarının Özellikleri.....	46
1.3.2. Gürültünün Kaynakları.....	49
1.3.2.1. Fiziksel Gürültü Kaynakları.....	49
1.3.2.2. Çevresel Gürültü Kaynakları.....	52
1.3.3. Gürültü Kirliliğine Neden Olan Fiziksel Etkenler.....	62
1.3.3.1. Çevre Şartlarının Gürültüye Olan Etkileri.....	62
1.3.3.2. Atmosferik Şartların Gürültüye Etkileri.....	63
1.3.4. Gürültü Birimleri ve İndeksleri.....	65
1.3.4.1. Gürültü Seviyesi (Ses basınç seviyesi).....	65
1.3.4.2. Eşdeğer Gürültü Seviyesi.....	65
1.3.4.3. Gürültü Azaltma Katsayısı.....	65
1.3.5. Gürültü Kirliliğinin Çevresel Etkileri.....	66
1.3.5.1. Gürültünün Fizyolojik ve Psikolojik Tesirleri.....	66
1.3.5.2. Gürültünün Konuşma Üzerine Etkileri.....	69
1.3.5.3. Gürültünün Çalışma Hayatına Etkisi.....	69
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	71
2.1. Toz ve Hava Kirliliği ile İlgili Önceki Çalışmalar.....	71
2.1.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar.....	71
2.1.2. Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar.....	73
2.2. Gürültü Kirliliği ile İlgili Önceki Çalışmalar.....	74
2.2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar.....	74
2.2.2. Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar.....	76

3. MATERYAL ve METOT	80
3.1. Toz Ölçümleri için Uygulanan Materyal ve Metot	80
3.1.1. Askıda Kalan Tozlar için Uygulanan Materyal ve Metot	80
3.1.2. Çökelen Tozlar için Uygulanan Materyal ve Metot	81
3.1.2.1. Cihazın Özellikleri	82
3.1.2.2. Cihazın Yerleştirilmesi	83
3.1.2.3. İşleme Başlama	83
3.1.2.4. İşlemi Bitirme	83
3.1.2.5. Uygulama	84
3.1.2.6. Kimyasal Analizler	86
3.2. Gürültü Ölçümleri için Uygulanan Materyal ve Metot	88
3.3. Haritalamada Kullanılan Materyal ve Metot	89
4. ARAŞTIRMA ve BULGULAR	90
4.1. Çökelti Oluşturan Tozların Ölçüm Raporları	90
4.2. Toz Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları	102
4.3. Emisyon ve Gürültü Ölçüm Raporları	106
5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER	122
5.1. Sonuçlar	122
5.2. Öneriler	123
KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ	128
EKLER	
Ek.1. Emisyon Ölçüm Noktalarının Haritası	
Ek.2. Çökelen Tozların Ölçüm Noktalarının Haritası	
Ek.3. Adana Toz Dağılım Haritası	
Ek.4. Adana Gürültü Dağılım Haritası	

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Adana İlinin Uzun Yıllar Sıcaklık Ortalamaları.....	6
Çizelge 1.2. Adana'nın Aylık Hava Sıcaklığı Ölçümleri.....	7
Çizelge 1.3. Adana İlinin Uzun Yıllar Yağış Ortalamaları	7
Çizelge 1.4. Adana'nın Aylara Göre Rüzgar Ölçümleri.....	8
Çizelge 1.5. Kent Bütününde Adana Nüfus Değişimi.....	9
Çizelge 1.6. 2005 Mayıs itibari ile Adana Merkez Motorlu Araç İstatistiği.....	11
Çizelge 1.7. Kükürtdioksitin İnsan Sağlığına Etkileri.....	22
Çizelge 1.8. Azotdioksit ve Sağlık Üzerine Etkileri.....	24
Çizelge 1.9. CO 'nun Kandaki Karboksihemogloblin Yüzdelere Göre Belirlenen Etkileri.....	27
Çizelge 1.10. Havada Bulunabilen İz Elementlerin Referans Değerleri.....	31
Çizelge 1.11. Hava Kirleticiler ve Kaynakları.....	36
Çizelge 1.12. Farklı Kurumlar Tarafından Oluşturulan Hava Kalitesi Standartları.....	40
Çizelge 1.13. Uzun Vadeli ve Kısa Vadeli Hava Kalite Sınır Değerleri.....	41
Çizelge 1.14. Hedef Sınır Değerler	42
Çizelge 1.15. Özel Sınır Değerler.....	42
Çizelge 1.16. Sesin 21 °C 'deki Yayılma Hızları.....	48
Çizelge 1.17. Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği 'nde Taşıtlar İçin Getirilen Sınırlandırmalar.....	54
Çizelge 1.18. Bazı Ülkelerde Taşıtlarla İlgili Gürültü Standartlar.....	55
Çizelge 1.19. Bazı Ülkelerde Makine Gürültüsü Ölçüm Standartları.....	59
Çizelge 1.20. Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği, 2004.....	61
Çizelge 1.21. Normal ve yüksek sesle yapılan konuşmalar için değişik mesafelerdeki gürültü girişim seviyeleri.....	69
Çizelge 4.1. Kısa ve Uzun Vadeli Toz Örneği Miktarının Hesaplanması.....	99
Çizelge 4.2. Toz Örneklerinin Ağır Metal Kimyasal Analiz Sonuçları.....	103
Çizelge 4.3. Ağır Metallerin Uzun ve Kısa Vadeli Analiz Sonuçları.....	104
Çizelge 4.4. Ağır Metallerin Hava Kalitesi Sınır Değerleri.....	106
Çizelge 4.5 . Emisyon Ölçüm Sonuçlarının E.K.H.K.K.Y. ile Karşılaştırılması.....	107
Çizelge 4.6. Gürültü Ölçüm Sonuçları.....	117

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Adana İl Haritası.....	4
Şekil 1.2. Yıllara göre Adana'nın Motorlu Araç Dağılımı.....	11
Şekil 1.3. Hava Kirliliğinin Bileşenleri.....	16
Şekil 1.4. Aerosollerin Tane İriliğine Göre Sınıflandırılması.....	18
Şekil 1.5. Basit Harmonik Bir Ses Dalgasının Bir Noktada Oluşturduğu Ses Basıncının Zamanla Değişimi.....	46
Şekil 1.6. Ses Dalgasının Oluşturduğu Ses Basıncının Ses Kaynağından Olan Uzaklıkla Değişimi.....	47
Şekil 1.7. Bir Kaynaktan Yayılan Ses Dalgalarının Hareketi.....	50
Şekil 1.8. Noktasal Bir Kaynaktan Sesin Küresel Yayılımı.....	51
Şekil 1.9. Çizgisel Kaynaktan Ses Dalgalarının Yayılması.....	52
Şekil 1.10. Sınır Tabakasında Gürültü Dalgalarının Kırılması.....	64
Şekil 1.11. İnsanların Gürültüye Olan Tepkileri.....	67
Şekil 1.12. Değişik Gürültü Kademelerinin İnsanda Oluşturduğu Tahribatlar	68
Şekil 3.1. Thermo Anderson Emisyon Ölçüm Cihazı.....	81
Şekil 3.2. TSE Çökelti Ölçme Cihazı.....	85
Şekil 3.3. Kurutulan Toz Örnekleri.....	85
Şekil.3.4. Kimya Laboratuvarında Çözelti Haline Getirilen Toz Örnekleri.....	87
Şekil 3.5. Toz Çözeltilerinin Atomik Absorbsiyonda Okunması.....	88
Şekil 3.3. NL 20 Gürültü Ölçüm Cihazı.....	89

1. GİRİŞ

Nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler sonucu yaşam kalitesinin artmasıyla çevre kirliliği günümüzün en güncel ve en önemli problemi haline gelmiştir. Başlangıçta hava, su ve toprakta meydana gelen bu sorunlar gün geçtikçe çeşitlenerek daha farklı boyutlara ulaşmıştır. Hava ve gürültü kirliliği bu süreçte belirtilen çevre problemlerinin en başında gelmektedir.

Hava kirliliği problemi sanayi devriminden sonra ve özellikle sanayileşmiş bölgelerde ortaya çıkmıştır. Kalkınma ise sanayileşmenin bir bütünüdür. Artan çevre problemleri ve bu problemlerin ortaya çıkardığı ekolojik denge bozulması, canlının karşılaştığı sağlık problemleri ve canlı çeşitliliğinin azalması, çevreyle barışık kalkınma modelini sürdürülebilir kalkınma modeli olarak ortaya sunmuş ve dünyanın devamının her türlü canlının güvenliğini sağlamakla, kalkınma ve ekonomiklik arasındaki barış ve dengeye borçlu olduğu görüşünü getirmiştir. Hava kirliliği çevre problemlerinden sadece biri olup küreselleşen dünyada, ülkeleri birbirlerine karşı sorumlu kılan en bağlayıcı kirlilik türü olmuştur.

Hava kirliliğinin en önemli kaynağını havada askıda bulunan partikül maddeler yani tozlar ve aerosoller teşkil ederler. Hava kirleticiler arasında ilk sırada bulunurlar. Ortalama gaz molekül büyüklüğü 0,0002 µm çaptan iri olan ve havada bir süre askıda kalabilen katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girer. Bu asılı maddelerin çok ince olup da havada kolloidal süspansiyon oluşturanlarına aerosol denir. Doğal sis olayına asıl etken bu aerosollerdir. Bunun gibi kirlenmeye bağlı yapay sis (smog) olaylarında da aerosoller etkili olmaktadır. Bu çalışmada partikül maddeler (tozlar) üzerinde durulacaktır.

Kentleşme sürecinde artan nüfus, trafik, endüstrileşme ve gelişen teknoloji gibi çeşitli faktörler çözümü güç sorunlardan biri olan gürültü kirliliğini meydana getirmiştir. Gürültü, arzu edilmeyen ses olarak tanımlanır ki; yirminci yüzyılın başında gelişmeye başlayan endüstrileşme sonucu, sanayi makinelerinin sesleri gücün, ilerlemenin ve daha iyi bir yaşamın sembolleri olarak kabul edilirken, günümüzde gelişimin olumsuz faktörleri hatta ve hatta geri kalmışlığın bir göstergesi haline gelmiştir.

Gürültü, teknolojik gelişmelerin yol açtığı atıkların en önemlisidir.Çünkü hemen hemen her tür üretim yada etkinlikte, söz konusu üretim ve etkinliğe özgü atıkların yanısıra gürültü de bulunmaktadır.Doğal olarak da bu durum gürültünün günümüzde en yoğun çevre kirliliği etkeni durumuna düşmesine yol açmıştır(Karabiber, 1991).

Adana sanayi, ticaret ve nüfus bakımından Türkiye'nin ilk dört büyük şehriden biridir.Ülkemizdeki çarpık kentleşme ve kontrolsüz sanayileşmeden payını alan en büyük iller arasındadır.Çarpık kentleşmenin en önemli nedenlerinden olan Doğu ve Güneydoğu Anadolu'dan gelen göçün günümüzde de devam etmesine engel olunamamıştır.Bunlara rağmen bu büyük ilde gözle görülür bir çalışma yapılmamıştır.

Adana ilinin sanayi ve ticaret merkezini oluşturan, nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu Yüreğir ve Seyhan ilçelerinde ana arterlerinde endüstriyel kaynaklı çevresel etkiler hızla artmaktadır.Trafikte seyir halindeki araçlardan ortaya çıkan gürültü ve tozlar esas olarak gerekli önlemlerin yeterince alınamamasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada daha çok Yüreğir ve Seyhan (Adana) ilçelerinde ana arterlerinde ortaya çıkan toz ve gürültü nedeni ile oluşabilecek olumsuzluklar çevresel etki bakımından incelenecektir.Bunun için tüm toz ve gürültü kaynakları önceden belirlenecek ve bunların giderilmesi için alınabilecek tedbirler önerilecektir.Çalışmanın amacı, yerleşim bölgelerinde mevcut hava kirliliği ve gürültü kaynaklarının belirlenmesi ve bu kaynakların çevreye verdiği kirliliğin ölçülerek kirlilik kaynaklarının haritalama yöntemi ile yoğunlaşma noktalarının ortaya çıkarılmasıdır.

1.1. Adana Kentine Genel Bakış

Adana, Türkiye'nin güneyinde Akdeniz Bölgesi'nin Doğu Akdeniz Bölümü'nde yer alan 14.030 km² yüzölçümüne ve 1.945.250 nüfusa sahip bir ildir. (Şekil 1.1). Adana ilinin merkezi yine aynı adla anılan Adana kenti olup, Adana ili ve il merkezi Türkiye'nin en önemli tarımsal üretim bölgelerinden olan Çukurova Deltası'nda yer alır ve esas olarak gelişimi ve ekonomisi tarımsal üretim ve tarıma

dayalı endüstri yoğunlukludur.05.06.1986 tarihinde çıkarılan 3306 sayılı yasa ile Büyükşehir statüsüne kavuşmuştur.Bu tarihten itibaren Adana il merkezi Seyhan ve Yüreğir ilçeleri olarak ikiye ayrılmıştır (Adana Valiliği, 2002).

Adana kenti, Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin oluşturduğu Çukurova Deltası'ndan kuzeydeki dağlara doğru hafif bir eğimle yükselen alüvyal dolgu taraçalardan biri üzerinde, denizden yaklaşık 40 km içeride kurulmuştur. Denizden yüksekliği il merkezinde 23 m'dir. Seyhan nehri, bu düzlükte bir kaç metre gömülmüş geniş bir yatak içinde kentin kuzeyinden güneyine akar. Irmakla kentin kurulduğu düzlük arasındaki düzey farkının azlığından doğan sel baskınları, Seyhan Barajı'nın yapımından sonra hemen hemen ortadan kalkmıştır.

Adana kentinin çekirdeğini, sırtını doğuda Seyhan ırmağına dayamış olan Tepebağ yükseltisinin çevresindeki dairesel yerleşim oluşturur. Roma döneminden kalma Taş Köprü, burayı Seyhan'ın sol kıyısına bağlar. Uzun süre orta halli bir taşra kenti özelliğini koruyan, nüfusu 20-30 bini aşamayan Adana; 19. yy'ın ikinci yarısında gelişmeye başladı. Bu gelişme özellikle 1950'den sonra hızlanarak Adana'ya bugünkü büyük kent özelliğini kazandırdı. 1886'da, kent, demir yoluyla Mersin Limanı'na bağlandı. Hicaz demir yolu Birinci Dünya Savaşı yıllarında Torosları aşarak Adana'ya ulaştı. Bu gelişmeler sonucu kent, özellikle 1950'den sonra eski çekirdeğin çevresinde daha çok Kuzey-Batı'daki istasyona ve batıya doğru olmak üzere hızla yayıldı, çekirdek bölümde kimi düzenlemeler yapıldı. Planlı yeni mahalleler kuruldu, geniş caddeler ve parklar açıldı. Bu gelişmeler sırasında büyüme Seyhan'ın sol yakasına taşdı. Türkiye'deki kentleşme sürecinin en hızlı olduğu yerleşmelerden biri olan Adana, Akdeniz Bölgesi'nin ticaret, sanayi ve sermaye piyasası bakımlarından en önemli merkezidir. Gelişmiş bir yol şebekesinin kavşak noktası olan Adana'da, havaalanı, çeşitli düzeyde eğitim kurumları, Çukurova Üniversitesi ve Devlet Güzelsanatlar Galerisi vardır (Adana Valiliği, 2002).

1.1.1. Adana İlinin Coğrafik Özellikleri

Adana ili 36-59 kuzey enlemleri ile 36-18 doğu boylamları arasında ve Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Kuzeyinde Kayseri, doğusunda Kahramanmaraş ve Gaziantep, batısında Niğde ve İçel, güneydoğusunda Hatay illeri bulunur. Güneyi 160 km 'yi bulan Akdeniz kıyılarıyla sınırlanan ilin yüzölçümü 14.030 km² 'dir. Şehir merkezinin deniz seviyesinden yüksekliği 23 m olan Adana'nın Aladağ, Ceyhan, Feke, İmamoğlu, Karaisalı, Karataş, Kozan, Pozantı, Saimbeyli, Seyhan, Tufanbeyli, Yumurtalık ve Yüreğir olmak üzere 13 ilçesi, 46 belediyesi, 550 köyü bulunmaktadır.

Adana ilinin toplam yüzölçümü, 1997 yılında Osmaniye'nin il olması ve Kadirli, Bahçe ve Düziçi ilçelerinin de bu ile bağlanmasıyla 17.562 km²'den 14.030 km²'ye gerilemiştir. Bu alanın yaklaşık %38'ini (540.000 ha) işlenen tarım toprakları oluşturmaktadır. Tarım topraklarının yaklaşık %98 (527.421 ha) gibi oldukça önemli bir bölümü sulanabilir nitelikte olmakla beraber, bu alanın sadece %40'ı (217.562 ha) fiilen sulanabilmektedir (Adana'nın Sosyo-Ekonomik Yapısı Raporu, 2003).

1.1.2. Adana İlinin Meteorolojik Özellikleri

Adana, Akdeniz iklim özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Bölgede meydana gelen yağışlar, genellikle yamaç yağışları ve gezici hava kütlelerinin karşılaşması ile oluşur. Ortalama yağış miktarı 625 mm' dir. Yılın ortalama 74 günü yağışlı geçer. Yağışlar %51 kışın, %26 ilkbaharda, %18 sonbaharda, %5 yazın düşer. Yazın havanın nemle yüklü olmasına karşılık, bazı yıllarda hiç yağış düşmediği görülür. Yazın bir alçak basınç merkezi olan Çukurova'ya denizden ve Toroslar'dan hava akımı olur. Böylece dinamik nedenli bir yüksek basınç merkezi oluşur. Bir taraftan denizden gelen nemli hava, diğer taraftan barajlar ve ovanın sulanması nedeniyle nem artar. İklimin ve enlemin etkisiyle ısınan hava, birikim nedeniyle ağırlaştığı için yükselemez ve doyma noktasına ulaşamaz. Böylece yazın nem yüklü sıcak bir hava görülür. Ortalama nisbi nem %66 olmakla beraber, yazın %90 'ın üzerine çıkar. 37 yıllık ortalama sıcaklık 18.7⁰ C 'dir (Çizelge 1.1.). En soğuk ay Ocak, en sıcak ay Ağustos'tur. Ocak ayı ortalaması 9⁰ C, Ağustos

ayı ortalaması 28°C dir (Çizelge 1.2.). Ovanın sıcak olmasına karşılık, ilin topraklarında yükselti ve yüzey şekillerine göre iklim şartları çok değişir. Yağışlarda da değişme görülür (Çizelge 1.3.). Dağlık kesimde yağışlar doğal olarak fazladır (Feke'de 930.5 mm Saimbeyli'de 805 mm). Ovada ender olarak görülen kar, dağlarda erken başlar ve bazen aylarca kalır. Adana'da yılın 195.6 günü yaz günüdür. Bu günlerin 134.4'ü tropik gün olarak belirlenmiştir. Rüzgarlı ölçümleri Çizelge 1.4. 'de verilmiştir

Çizelge 1.1. Adana İli'nin Uzun Yıllar Sıcaklık Ortalamaları (Meteoroloji, 2004)

Yıllar	Sıcaklık($^{\circ}\text{C}$)	Yıllar	Sıcaklık($^{\circ}\text{C}$)
1980	18,8	1993	19,2
1981	19,4	1994	19,4
1982	18,7	1995	18,8
1983	18,5	1996	19,1
1984	19,1	1997	18,0
1985	19,0	1998	19,4
1986	19,5	1999	19,6
1987	18,9	2000	18,9
1988	19,1	2001	19,7
1989	19,4	2002	19,2
1990	19,5	2003	19,3
1991	19,3	2004	19,1
1992	18,0	2005	-

Çizelge 1.2. Adana'nın Aylık Hava Sıcaklığı Ölçümleri (Meteoroloji, 2004)

AYLAR	EN YÜKSEK SICAKLIK		EN DÜŞÜK SICAKLIK		ORTALAMA °C
	°C	Gün Sayısı	°C	Gün Sayısı	
Ocak	26,5	5	-8,4	20	9,9
Şubat	26,2	25	-6,6	9	10,4
Mart	30,7	25	-4,9	7	13,1
Nisan	36,8	16	0,1	1	17,1
Mayıs	41,3	27	7,1	1	21,4
Haziran	42,6	20	9,2	7	25,2
Temmuz	44,0	8	11,5	11	27,7
Ağustos	45,6	24	14,8	25	28,1
Eylül	43,2	9	9,3	23	25,4
Ekim	41,5	3	2,5	30	21,0
Kasım	34,3	16	-4,3	29	15,1
Aralık	26,7	3	-4,4	19	11,1
Yıllık	45,6	24	-8,4	20	18,8
Rasat Süresi Yıl	67	67	67	67	67

Çizelge 1.3. Adana İli'nin Uzun Yıllar Yağış Ortalamaları (Meteoroloji, 2004)

Yıllar	Yağış(mm)	Yıllar	Yağış(mm)	Yıllar	Yağış(mm)	Yıllar	Yağış(mm)
1980	771,2	1987	911,6	1994	1072,5	2001	756,8
1981	1071,2	1988	805,2	1995	727,1	2002	478,2
1982	442,7	1989	502,5	1996	682,4	2003	587,9
1983	712,0	1990	482,7	1997	654,8	2004	516,8
1984	534,0	1991	807,9	1998	590,8	2005	-
1985	645,2	1992	707,5	1999	458,3		
1986	457,0	1993	407,4	2000	446,6		

Çizelge 1.4. Adana'nın Aylara Göre Rüzgar Ölçümleri (Meteoroloji, 2004)

AYLAR	Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	En Hızlı Rüzgar		Ortalama Fırtınalı Gün Sayısı*	Ortalama Kuvvetli Rüzgar Gün Sayısı*
		Yönü	Hızı (m/sn)		
Ocak	2,2	S	32,2	0,6	3,5
Şubat	2,2	E	29,6	0,8	3,1
Mart	2,3	E-NE	33,6	0,7	3,9
Nisan	2,3	W	20,9	0,6	3,8
Mayıs	2,3	S-SE	24,6	0,4	4,8
Haziran	2,4	W	23,7	0,2	5,1
Temmuz	2,6	S-SE	22,0	0,2	4,8
Ağustos	2,4	N	25,0	0,0	4,9
Eylül	2,0	S-SW	27,0	0,2	4,2
Ekim	1,6	W-SW	32,5	0,4	1,9
Kasım	1,6	S	25,6	0,3	1,7
Aralık	1,9	W	27,5	0,4	2,7
Yıllık	2,2	E-NE	33,6	4,6	44,5
Rasat Süresi Yıl	61	41	41	34	34

(*)Kuvvetli rüzgar hızı 10,8-17,1 m/sn arası, fırtına hızı >17,2 m/sn kabul edilir.

1.1.3. Adana'nın Nüfusu ve Sosyo-Ekonomik Özellikleri

1.945.564 olan Adana nüfusunun sadece üçte biri köy ve kırsal alanlarda bulunmaktadır. Şehir nüfus yapısı ile köy nüfus yapısının 1960 ile 2000 yılları arasında değişimleri Çizelge 1.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.5. Kent Bütününde Adana Nüfus Değişimi (Adana Valiliği, 2002)

Yıllar	Şehir Nüfusu(kişi)	Köy Nüfusu(kişi)	Toplam Nüfus(kişi)
1960	334.039	436.764	760.803
1965	422.298	480.414	902.712
1970	535.668	509.702	1.035.377
1975	706.186	534.289	1.240.475
1980	842.845	642.898	1.485.743
1985	1.150.529	575.411	1.725.940
1990	1.366.060	579.601	1.945.564
1997	1.270.640	418.515	1.689.155
2000	1.397.853	451.625	1.945.564

Çizelge 1.5. 'de görüldüğü üzere nüfustaki bu hızlı değişme, beraberinde çarpık kentleşme, alt yapı sorunları, sosyal sorunlar ve işsizlik problemlerini beraberinde getirmektedir. Adana ilindeki tarımsal gelişme pamuk ekim alanlarının gelişimi ve 1960 yılından itibaren önem kazanan tarıma dayalı sanayileşme özellikle doğu ve güneydoğu illerinden göçler, ilin nüfus yapısında aşırı bir gelişme oluşturmuştur.

Tarımsal alan yönünden önemli bir potansiyel olan il, sanayi sektöründe de yeni atılımları ile, ayrıca eğitim, sağlık ve yeni istihdam alanları ile hızlı bir gelişme eğilimi göstermektedir. Yerleşim alanlarının Mersin 'den Hatay sınırına kadar uzanması bu düşüncenin önemli bir belirtisidir. Adana sahip olduğu havaalanı, otoyol projeleri, Organize Sanayi Sitesi, Küçük sanayi siteleri, çok önemli altyapı projeleri, üniversiteleri, yeni açılan konut alanları, büyük ve orta ölçekli sanayi işyerleri ve kültürel birikimi ile 2000 'li yıllara kendisini hazırlamış bir ildir. Tüm gelişme kriterlerini kendisinde toplayan Adana'nın modern ve uygarca yaşamaya

uygun, ulus ve uluslararası alanda kendini kanıtlayan bir statüye kavuşması için yatırım programlarında önemli projeler yer almış ve yerel yönetimlerce de çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

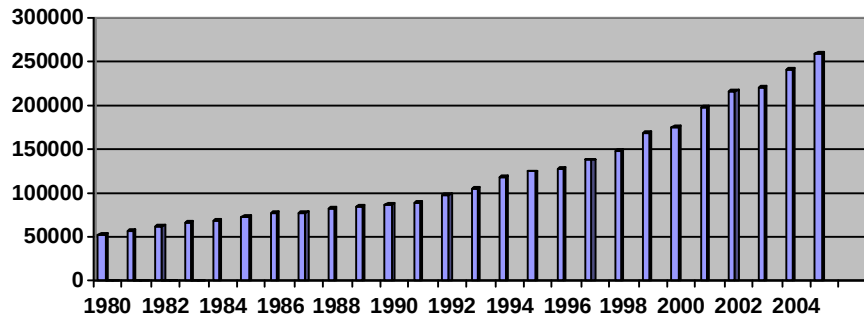
1950 'li yıllarda hızlı kentleşmeye bağlı olarak inşaat malzemesi üreten fabrikalar da faaliyete başlamıştır. 1956 yılında Osmaniye, Gaziantep, İçel, Konya yollarının birinci sınıf yol durumuna gelmesi Adana'nın transit merkez olmasını sağlamış ve ilin önemi artmıştır. Aynı yıllarda Seyhan Hidroelektrik Santrali Çukurova Elektrik A.Ş. 'ye devredilmiştir. 1960'lı yıllarda çeşitli sektörde birçok fabrika faaliyete geçmiş, 1970'li yıllarda ise sanayi sektöründe holdingleşme başlamıştır. Bugün Sasa, Çukurova Elektrik, Marsa, Bossa, Güney Sanayi, Temsa, Adana Çimento, Çukobirlik, Mensa, Pilsa, Güney Biracılık, Paksoy, Özbucak ülke genelinde faaliyet gösteren 500 sanayi kuruluşu içinde yer almaktadır. Cumhuriyetin ilan edildiği yıllarda Adana'da 2 iplik ve dokuma fabrikası var iken bugün 25 ve daha fazla işçi çalıştıran işletme sayısı 189'a çıkmıştır. 1980'li yıllardan sonraki sanayileşme sürecinde, gerek iç pazar gerekse dış pazarda rekabet gücünü artırıcı yeni düzenlemelere gidilmiştir. Girişimcilere kolaylık sağlamak, imalat sanayiini dağınıklıktan kurtarmak, verimli tarım arazileri üzerinde sanayi yapılaşması ve sağlıksız kentleşmeyi önlemek amacıyla Organize Sanayi Bölgesi (O.S.B) kurulmuştur (Adana Valiliği, 2002).

1.1.4. Adana İlinin Ulaşım ve Trafik Verileri

Yerleşim birimlerinde en önemli gürültü ve toz kaynağı ulaşım araçlarıdır. Adana ilinde de son yıllarda artan nüfusa paralel olarak trafikteki araç sayısı da artmaktadır (Şekil 1.2.). Adana'daki motorlu taşıt sayısı Çizelge 1.6.'da daha ayrıntılı bir biçimde gösterilmiştir.

Çizelge 1.6. 2005 Mayıs itibari ile Adana Merkez Motorlu Araç İstatistiği (Adana Trafik Tescil Şube Müdürlüğü, 2005)

CİNSİ	KULLANIM AMACI			
	RESMİ	HUSUSİ	TİCARİ	TOPLAM
Motosiklet	569	56169	77	56815
Otomobil	1291	119524	1546	122361
Minibüs	411	2869	2682	5962
Otobüs	351	671	1649	2671
Kamyonet	784	33692	611	35087
Kamyon	1078	4478	4612	10168
Traktör	204	23796	83	24083
Çekici	42	181	549	772
Özel Amaçlı Taşıt	181	257	16	454
Tanker	42	234	443	719
Jeep Arazi Taşıtı	58	1038	5	1101
GENEL TOPLAM				260193



Şekil 1.2. Yıllara göre Adana'nın Motorlu Araç Dağılımı (Adana Trafik Tescil Şube Müdürlüğü, 2005)

Adana merkezde Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki bulvar ve caddelerin uzunlukları toplamı 154.175 m. olarak belirlenmiştir. Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki ana cadde ve bulvarların isimleri şunlardır:

Bulvarlar:*Adnan Kahveci Bulvarı**Mavi Bulvar**Adnan Menderes Bulvarı**Mustafa Kemalpaşa Bulvarı**Alparslan Türkeş Bulvarı**Mücahitler Bulvarı**Atatürk Bulvarı**Prof.Dr. Mithat Özhan Bulvarı**Barış Manço Bulvarı**Süleyman Demirel Bulvarı**Bülent Angın Bulvarı**Şh.Astğ. K. Yüzgeç Bulvarı**Dadaloğlu Bulvarı**Şih Cemil Bulvarı**Dr. Sadık Ahmet Bulvarı**Turgut Özal Bulvarı**Ege Bagatur Bulvarı**Turhan Cemal Beriker Bulvarı**Fuzuli Bulvarı**Türkmenbaşı Bulvarı**Gazipaşa Bulvarı**Uğur Mumcu Bulvarı**Hacı Ömer Sabancı Bulvarı**100. Yıl Bulvarı**Hasan Şaş Bulvarı**Öğretmenler Bulvarı**Kenan Evren Bulvarı**Ziyapaşa Bulvarı***Ana Caddeler:***Abidinpaşa Caddesi**Kışla Caddesi**Akdeniz Caddesi**Kıyıboyu Caddesi**Ali Münif Yeğenağa Caddesi**Kızılay Caddesi**Bakım Yurdu Caddesi**Kozan Caddesi**Baraj Yolu**Kurtuluş Caddesi**Cemal Gürsel Caddesi**M. Saraçoğlu Caddesi**Cevat Yurdakul Caddesi**N. Fazıl Kısakürek Caddesi**Cumhuriyet Caddesi**Orhan Kemal Caddesi**Çukurova Caddesi**Özdemir Sabancı Caddesi**Dede Korkut Caddesi**Ramazanoğlu Caddesi**Dr. Ali Menteşoğlu Caddesi**Seyhan Caddesi*

Ana Caddeler (Devamı):*F. Celal Güzven Caddesi**Stadyum Caddesi**Gülbey Caddesi**Süleyman Vahit Caddesi**İlbey Caddesi**Toros Caddesi**Karataş Caddesi**Ulus Caddesi**Karslı Yolu**Vali Yolu Caddesi**Kazım Başer Caddesi**Yaşar Doğu Caddesi*

Ayrıca, yine Büyükşehir Belediyesi sınırları dahilinde Kuruköprü Meydanı, 5 Ocak Meydanı, Uğur Mumcu Meydanı olmak üzere 3 büyük meydan; Hastaneler ve Kültür Sitesi olmak üzere 2 önemli kavşak; Kasım Gülek DDY Üst Geçidi, Kuruköprü Karayolu Üst Geçidi, Kozan Karayolu Üst Geçidi ve Atilla Altıkat Üst Geçidi olmak üzere 4 üst geçit; Seyhan Nehri üzerinde de M.Kemal Paşa, Girne, Taş Köprü, Regülatör Köprüsü olmak üzere de 4 önemli köprü bulunmaktadır.

Adana merkezde şehir içi ulaşımında; 4 Özel Halk Otobüsleri Kooperatifi bünyesinde 382 midibüs, 18 Özel Dolmuş Kooperatifi bünyesinde 1088 minibüs, Adana Büyükşehir Belediyesi bünyesinde 146 otobüs ile şehir içi yolcu taşımacılığı yapılmaktadır.

Yapımına 12.01.1998 tarihinde başlanan ve hala bir türlü tamamlanamayan metro, faaliyete geçtiği zaman günde ortalama 660.000 yolcu taşıma kapasitesine sahip olacaktır. Toplam hat uzunluğu 13.240 km. olarak belirlenen metro güzergahı boyunca 13 istasyon yapılacaktır. Bunlar sırasıyla Hastane, Anadolu Lisesi, Huzurevi, Mavi Bulvar, Yurt, Yeşilyurt, Fatih, Vilayet, İstiklal, Kocavezir, Hürriyet, Cumhuriyet ve Akıncılar istasyonlarıdır (Adana Güçbirliği Vakfı Sosyo-Ekonomik Raporu, 1998).

1.1.5. Seyhan İlçesi'nin Genel Özellikleri

Seyhan İlçesi Adana İli'ne bağlı Adana Merkez İlçesi'nin 1986 yılında Seyhan ve Yüreğir olmak üzere iki ayrı ilçeye ayrılması sonucunda kurulmuştur. Seyhan İlçesi Adana'yı kuzey-güney yönünde ikiye bölen Seyhan Nehri'nin batı

yakasında bulunan kısmından oluşmakta olup Adana'nın nüfus bakımından en büyük ilçesi durumundadır.

Nüfus ve demografik yapı Seyhan ilçe nüfusu 2000 sayım sonuçlarına göre 781.742 olup, bunun 746.972'si şehirde ve 34.770'i ise köylerde oturmaktadır. Bu sonuçlara göre Seyhan İlçesi, Adana İli genel nüfusunun %46'sını, Adana İli şehir nüfusunun %59'unu oluşturmaktadır.

2000 yılı sayım sonuçlarına göre 1.600 kişi/km² nüfus yoğunluğu ile Türkiye'nin en yoğun yerleşim yerlerinden biri olduğunu göstermektedir. Bu yoğunluk Seyhan İlçesi'ne en yakın yoğunluğa sahip Yüreğir İlçesi'nden yaklaşık 8 kat fazladır. Nüfus yoğunluğu, Seyhan İlçesi'nin bir sanayi ve ticaret merkezi olmasından kaynaklanmaktadır. Gerçekten de Adana ilinde yer alan endüstri tesisleri, ticaret merkezleri ve konut alanlarının birçoğu Seyhan ilçesinde yer almaktadır.

1.1.6.Yüreğir İlçesi'nin Genel Özellikleri

Adana merkez ilçesinden 1986 yılında ayrılarak ayrı bir ilçe olmuştur. Adana'nın tam ortasından geçen Seyhan Nehri'nin doğu kıyısını sınır teşkil etmektedir. İsmi M.S. 1250-1352 yılları arasında Türk Oğuz boylarından Üçoklar'a ait Yüreğir aşiretinin buraya yerleşmesinden dolayı almıştır.

16 belediyesi ve 79 köyü bulunan Yüreğir İlçesi'nin yüzölçümü 1.538 km²'dir. 453.799'lık nüfusu ile nüfus yoğunluğu bakımından Seyhan İlçesi'nden sonra Adana'nın ikinci büyük ilçesidir.

Büyük ve elverişli tarım arazilerine sahip ilçede tarım en önemli geçim kaynağıdır. İşgücü olarak doğudan gelen tarım işçilerinden dolayı yıllarca büyük göçlere maruz kalmıştır. Nüfusu günden güne gelişmektedir ama maalesef ekonomik ve sosyal yönden geri kalmıştır. 2000'li yıllardan sonra tekstil ve diğer tarım ürünlerinde yaşanan ekonomik kriz bu bölgede yaşayan nüfusu çok zor şartlar altında bırakmıştır.

1.2.Toz ve Hava Kirliliği**1.2.1. Toz ve Hava Kirliliğinin Tanımı**

Hava ortamında asılı duran partikül halindeki maddelerin iriliklerine ve yoğunluklarına bağlı olarak ancak belirli bir süre için bu hali sürdürebildikleri bilinmektedir. Daha sonra yere çökerek atmosferden uzaklaşırlar.Havada yüzer halde bulundukları dönem için “aerosol” olarak adlandırabileceğimiz bu tanecikler tane iriliklerine ve kimyasal yapılarına bağlı olarak toz, buhar, sis, duman, sprey gibi isimler alırlar. Tozlar katı maddelerdir. Doğrudan endüstri veya ısınma tesirlerinin atık gazlarıyla havaya atılan kül, kömür, çimento tozları, kum, talaş, toprak gibi maddeler bu sınıfa girerler. Buharlar ise kimyasal veya fiziksel reaksiyonlar sonucu havaya bırakılan daha çok metal buharlarının süblime olması sonucu oluşan çok ince aerosollerdir. Sis, buharların yoğunlaşmasıyla oluşan ince sıvı damlalarından oluşur. Duman, karbonlu maddelerin tam yanmaması sonucu havaya bırakılan katı taneciklerdir. Sprey ise bir sıvı ortamın atomize hale gelmesiyle oluşan sıvı taneciklerden meydana gelir.

Cisimlerin parçalanmaları, kırılmaları, ezilmeleri veya kimyasal değişimleri esnasında oluşan ve cisimlerin özelliklerini taşıyan, havada asılı kalabilen ve tane büyüklüğü 0,5 ile 100 µm arasında değişen küçük katı parçacıklara “toz” adı verilir.

Havanın normal bileşiminde bulunan kimyasal bileşenlerin standart değerlerinden daha yüksek seviyede bulunması “hava kirliliği” olarak tanımlanır. Kirliliği tanımlayan bu seviye insan, hayvan, bitki, ekosistem ve maddelere zararlı olmaya başlanan düzeyi göstermektedir (Stern, 1968). Hava kirliliğinin en yaygın tanımlarından biri ise havada katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek konsantrasyon ve sürede bulunması şeklindedir.

1.2.1.2. Havanın Bileşenleri

Kuru havanın bileşimine su buharı dikkate alınmaksızın bakıldığında hacimsel olarak iki büyük bileşenin, %78,08 ile azot ve %20,95 ile oksijen olduğu görülür. %0,934 ile argon ve %0,034 ile karbondioksit kuru havanın küçük

bileşenleridir. Bunların dışında kuru havanın bileşiminde %1-3 oranında su buharı, çok az miktarda helyum, ksenon, kripton vb. asal gazlar ile metan, karbonmonoksit, amonyak, kükürt dioksit bulunur.

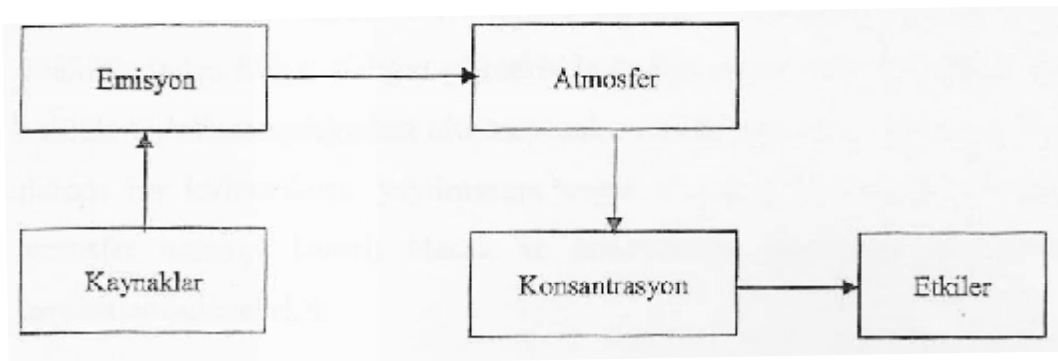
1.2.1.1.Hava Kirliliğinin Bileşenleri

Çevre kirliliği doğal olarak iki ana kaynaktan oluşur:

- 1) İnsanların yaptıkları faaliyetler: Bunlar, ekolojik dengeyi değiştirir ve kirleticilerin yayıldığı kaynakları yaratırlar.
- 2) Çevresel sistemin birçok bileşenlerinin birbirleri arasında ve içlerindeki karşılıklı ilişkiler: Bunlar ise kirliliğin çevrede taşınması ve dağılmasından sorumludurlar.

Çevresel sistemin atmosfer, su, toprak vb. Gibi bölümlerinden birine yayılan kirleticiler yine sistemin aynı bölümleri içinde taşınırlar.

Hava kirliliği, kirleticilerin atmosfere verildiği bir kaynak ile başlar. Bu kirleticiler atmosferik mekanizmalarla taşınır, dağılır ve bazen de kimyasal dönüşümlere uğrarlar. Kirleticilerin bu yayılım konsantrasyonlarının sayısal ifadesi bu kirleticilerinin atmosferdeki mevcut seviyesini verir (Godish, 1991). Bu kapsamda kaynak, emisyon, atmosferik mekanizmalar ve konsantrasyon hava kirliliğinin temel bileşenleridir (Şekil 1.3.). Kentsel hava kirliliği problemleri, çoğunlukla meteorolojik ve topografik faktörlerin şehirde kirleticileri bir bölgede yoğunlaştırması ve kirleticilerin normal dağılımının engellenmesi ile daha da kötüleşmektedir.



Şekil 1.3. Hava Kirliliğinin Bileşenleri.

1.2.2. Hava Kirleticiler

Kirleticiler havada gaz, sıvı ve katı halde bulunurlar. Gaz hali dışında bulunan kirleticiler havada aerosol halinde olup bazıları, sis, mist, duman gibi özel adlar ile anılır. Hava kirleticileri çeşitli özellikleri göz önüne alınarak sınıflandırılır. Havada bulunuş şekillerine göre kirleticiler partikül halindeki kirleticiler ve gaz halindeki kirleticiler olmak üzere ikiye ayrılır. Bu kirleticilerin bazıları doğrudan doğruya kirleticisi kaynaktan atıldıkları formda havada bulunurlar. Bunlar birincil kirleticilerdir. Diğer bir kısım kirleticiler ise havaya karışan bu birincil maddelerin, havada esasen mevcut bazı türlerle atmosferde reaksiyona girmesiyle oluşan reaksiyon artıklarıdır. Bunlara da ikincil kirleticiler denir. Örneğin SO_2 ve H_2S birincil; sülfat, sülfat ve sülfirik asit sisi ise ikincil kirleticilerdir. Organik buharlar ise C_1 - C_5 arası türler olarak birincil, bunların keton, aldehit ve asitlerinin havada oksitlenmiş halleri ise ikincil kirlilik tanımına girerler.

Genel bir sıralamayla hava kirleticiler;

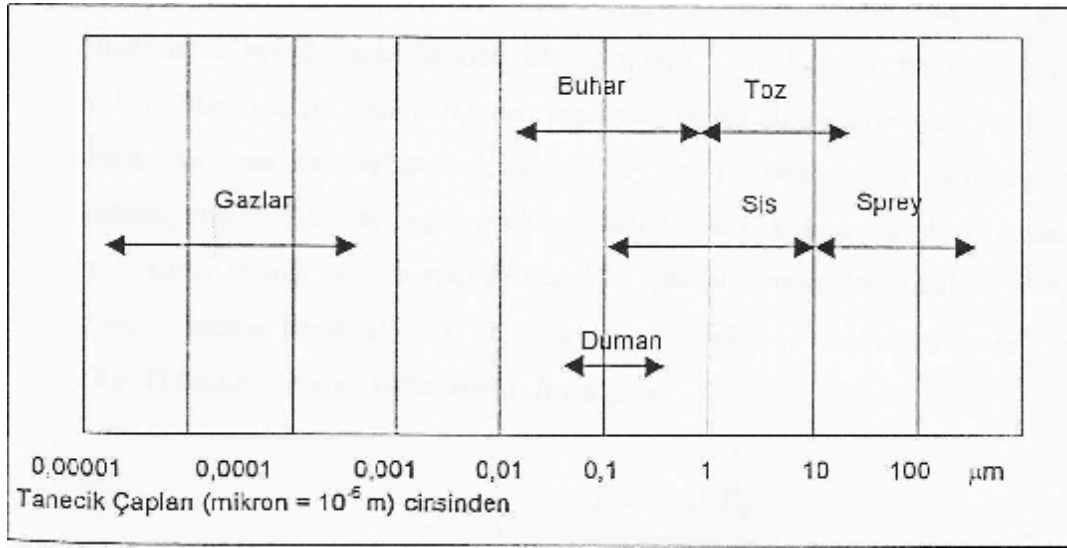
- Askıda partikül maddeler (tozlar ve aerosoller)
- Kükürtlü Maddeler
- Organik Maddeler
- Azotlu Maddeler
- Karbon Monoksit
- Halojenler Radyoaktif Maddeler

1.2.2.1. Partikül Maddeler

Ortalama gaz molekül büyüklüğü 0,0002 μm çaptan iri olan ve havada bir süre askıda kalabilen katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girer. Bu asılı maddelerin çok ince olup da havada kolloidal süspansiyon oluşturanlarına aerosol denir (Şekil 1.4.). Doğal sis olayında asıl etken bu aerosollerdir. Bunun gibi kirlenmeye bağlı yapay sis (smog) olaylarında da aerosoller etkili olmaktadır.

Hava ortamında askıda duran partikül halindeki maddeler, iriliklerine ve yoğunluklarına bağlı olarak ancak belirli bir süre için bu hali sürdürebilirler. Bu sürenin sonunda yere çökerek atmosferden uzaklaşırlar. Havada yüzer halde bulunan bu tanecikler, tane iriliklerine ve kimyasal yapılarına bağlı olarak toz, buhar,

sis, duman, sprej gibi çeşitli isimler alırlar. Tozlar katı maddelerdir ve doğrudan endüstri ve ısınma tesislerinin atık gazlarıyla havaya atılan kül, kömür, çimento tozları, kum, talaş, toprak gibi maddeler bu sınıfa girer. Buharlar ise kimyasal veya fiziksel reaksiyonlar sonucu havaya bırakılan daha çok metal veya organik madde buharları ile bunların süblime olması sonucu oluşan çok ince sıvı zerrecileridir. Sis, yoğunlaşmış maddelerin oluşturduğu ince sıvı damlalarından meydana gelir ve su buharı etkisiyle doğal sis, diğer buharların etkisiyle ise smog şeklinde görülür. Duman, karbonlu maddelerin tam yanmaması sonucu havaya bırakılan katı taneciklerle zengin atık gazların adıdır. Sprej ise bir sıvının basınçlı bir taşıyıcı gaz ile birlikte havaya püskürtülmesiyle oluşan atomize sıvı taneciklerinden meydana gelir. Çeşitli sınıflara giren bu aerosollerin tane irilikleri Şekil 1.4.'de görülmektedir.



Şekil 1.4. Aerosollerin Tane İriliklerine Göre Sınıflandırılması (Peavy, 1985).

Çökelme eğilimleri yüzünden havada yaklaşık 40 mikrondan daha iri partikül maddeye pek rastlanmaz. Aerosollerin alt sınırı ise molekül ölçeği olup Şekil 1.4.'de sol tarafta görülen gazlar, ayırık moleküllerden ibarettir. Sağlık etkileri açısından 10 mikrondan iri aerosoller burundan, 5 mikrondan iri olanlar ise üst solunum yollarından kolayca geçemediğinden, insan sağlığına doğrudan etkileri önemsizdir. Oysa 3 mikrondan ince olan tozlar aynı nedenle sağlık etkileri en büyük olan kirleticilerdir. Özellikle duman, buhar gibi mikron-altı ölçeklerde olabilen aerosoller,

solunum yollarından geçerek akciğerlerin alveol adı verilen keseciklerine kadar girmekte ve olumsuz sağlık etkileri yaratmaktadırlar (Peavy, 1985).

Partiküler maddelerin kimyasal yapı ve özellikleri çok değişkendir. Partiküler maddeler organik ve inorganik yapıda olabilir. Hava kirlenmesinde önem taşıyan inorganik bileşenler sülfat, nitrat, kurşun, demir, mangan, çinko ve vanadyum; organik bileşenler ise çeşitli hidrokarbonlar ile fenoller, organik asitler ve alkollerdir. Partiküler maddelerin bir kısmı biyolojik partiküller olarak adlandırılan mikroorganizmalardır. Bunlara örnek olarak protozoa, bakteriler, virüsler, mantarlar, sporlar, algler ve polenler verilebilir. Biyolojik partiküllerden bazıları örneğin sporlar havada uzun süre canlılıklarını koruyabilir. Buna karşılık besin eksikliği ve ultraviyole ışınları nedeniyle önemli bir kısmı ölür ve bozunur.

Partiküllerin atmosferden, gerek doğal yollarla gerekse arıtma işlemleriyle uzaklaşmalarında çökme karakteristikleri önemli rol oynar. Partiküler maddelerin havada askı halinde kalma süreleri büyüklükleri ile ters orantılıdır. 0,1 µ'dan küçük olan partiküler maddeler moleküllerin Brownian hareketlerine karışır ve uzun süre askıda kalabilir (Tünay ve Alp, 1996). Çökme hızı partiküler madde cinsine, yoğunluğuna da bağlı olmakla birlikte boyut çok daha önemlidir. Genelde 20 µ'a kadar boyuta sahip partiküler maddeler çökebilir maddeler olarak sınıflandırılır. Çökme hızının hesabında 0,1–100 µ arası partiküller ve atmosferde sakin havada ($Re < 1$) Stokes Kanunu kullanılabilir. Buna göre;

$$V_1 = \frac{g(p_p - p_a)d_p^2}{18\mu}$$

V_1 = Çökme hızı, m/s

g = Yerçekimi ivmesi, m/s^2

p_p = Partikül yoğunluğu, kg/m^3

p_a = Havanın yoğunluğu, kg/m^3 (1,2 kg/m^3 deniz seviyesinde)

d_p = Partikül Çapı, m

μ = Havanın viskozitesi, $N.s/m^2$ (27°C' de $1,85 \times 10^{-5}$)

Partiküler maddelerin insan sağlığına çoğu solunum yoluyla olmak üzere çeşitli zararlı etkileri vardır. 0,01-0,1 μ arasında partiküler maddeler solunum sisteminde birikebilir. 1-2 μ arası partiküller hava kesecikleri ve bronşlarda tutulabilir. Etkilerin ortaya çıkmasında maruz kalma süresinin önemi vardır. Partiküler maddelerin etkisi, esas olarak solunum sistemini tıkamaları, solunum sisteminin kendi kendini temizlemesine engel olmaları şeklinde veya zehirli ve kanserojen yapıda olmalarından kaynaklanmaktadır. Bazı partiküler maddeler zehirli maddeleri taşıırken bazılarının kendisi zehirli maddeyi oluşturur. Bunun en önemli örneği kurşundur. Kurşun atmosfere element halde, oksitleri olarak, sülfatları ve organik bileşikler olarak verilir. Kurşun kan üretimini engeller, sinir sistemini ve idrar yollarını tahrip eder. Çocuklarda kanda 0,8-1,0 $\mu\text{g/l}$ kurşun; enzim faaliyetlerini engeller (Masters, 1991). Kurşunun etkisi akut veya kronik olabilir. Partiküler maddelerin bazıları, özellikle biyolojik partiküller alerjiye neden olur.

Işığın partiküler maddeler tarafından yansıtılması ve kırınımı görüş uzaklığını etkiler. Bu etkilerin önemli bölümü görünür ışık boyutunda 0,38-0,76 μ aralığındaki danelerce oluşturulur. Etki, partikülün şekline de bağlıdır.

1.2.2.2.Kükürt Oksitler

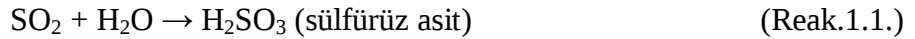
Kükürt oksitler 6 farklı kükürt oksidinden oluşur ve SO_x olarak kollektif bir parametre ile ifade edilir. Bu oksitler SO (Kükürtmonoksit), SO_2 (kükürtdioksit), SO_3 (kükürttrioksit), S_2O_3 (kükürtseskioksit), S_2O_7 (kükürtheptaoksit) ve SO_4 (kükürt tetraoksit) tir. Bunlar arasında en önemlileri SO_2 ve SO_3 ' tür.

Kükürt oksitleri (SO_x), kükürt ihtiva eden maddelerin yakılması sonucu oluşur. Havadaki kükürt oksitler arasında en önemli pay kükürtdioksit (SO_2) gazına aittir. SO_2 , renksiz, yanıcı ve patlayıcı olmayan hafif kokulu bir gazdır. Koku eşiği 0,5 ppm, tad eşiği 0,3 ppm'dir. 3,0 ppm' de kokusu rahatsız edici hale gelir ve boğucu bir hisse yol açar. Atmosferde oldukça hızlı bir oksitlenmeyle kükürttrioksit (SO_3) ve sülfatlara dönüşür. Kükürttrioksit sülfürik asidin anhidriti olup; yağmur veya yoğunlaşmış nem (sis) damlalarıyla birleşerek havada bu asidin damlacıklarının oluşmasına yol açar. Sülfatlar ise çoğunlukla 0,2-0,9 μm çapa sahip katı tanecikler

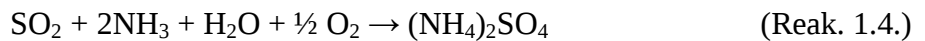
şeklinde olup, görünür ışığın 0,4-0,7 µm olan dalga boyları ile girişim yaparak görüş mesafesini azaltır ve güneş radyasyonunu engelleyerek yerel iklimlerde soğumaya yol açar. Bu yüzden kent atmosferinde SO₂' nin tipik seviyelerinde, bağıl nemin de %50'den fazla olduğu günlerde önemli görüş kayıpları ortaya çıkar.

Yaklaşık 200 milyon tonu doğal kaynaklardan, 150 milyon tonu da yapay kaynaklardan olmak üzere atmosfere her yıl 350 milyon ton kadar kükürt oksitleri karışır. Doğal kaynaklardan karışan kükürt oksitleri, atmosfere doğrudan kükürt oksitleri olarak değil, kükürtlü hidrojen (H₂S) olarak karışır ve kükürtlü hidrojen atmosferde oksijenle, ozonla yükseltgenerek kükürt oksitleri haline dönüşür (Halefoğlu, 1997).

SO₂ 20 °C'de suda çözünür. Havadan iki kere daha ağırdır, havada 2-4 gün süreyle kalır, bu nedenle kirlenme değerlendirmesinde önem taşır. SO₂ havanın nemi ile birleşerek sülfüroz asit oluşturur (Reaksiyon 1.1.).



Atmosferdeki SO₂' nin büyük bir kısmı SO₃ haline yükseltgenir (Reak.1.2.). SO₃'de (Reak.1.3.) de görüldüğü gibi su buharı ile sülfürik asit haline dönüşür. Atmosferdeki endüstride çok miktarda kullanılan ham maddelerden birisidir. Amonyakın en büyük tüketicisi gübre endüstrisidir. Amonyakın taşınması ve kullanılması esnasında yeterince önlem alınmadığı zaman atmosferin amonyakça zenginleşmesi kaçınılmazdır. NH₃, nemli hava ve SO₂ varlığında hızlı bir şekilde amonyum sülfat tuzunu oluşturur (Reak, 1.4.).



Atmosferde SO₂'nin yükseltgenmesi ile oluşan H₂SO₄ ile NH₃'ün etkileşmesiyle de aynı tuz oluşur (Reaksiyon 1.5.).



Bu oluşan iyon ve moleküller yağmur suyunun pH'ını da düşürerek, yağmur suyuyla beraber asit yağışlarını meydana getirmektedir. Asit yağışları yerüstü ve yeraltı su kaynaklarında pH değerini düşürerek doğal dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Ayrıca asidik yağışlarla yıkanan topraktaki besin maddeleri suda daha çok çözünerek suyla birlikte topraktan kaçıp gitmekte ve toprağın verimi düşmektedir. SO₂ ve H₂SO₄ ile SO₄ tuzları solunum sistemini, mukozayı tahriş eder, bronşit ve astım gibi kronik hastalıkların oluşumuna yol açar. SO₂ partiküler maddelerle birlikte olduğunda solunum sisteminde daha uzun süreler kaldığı için çok daha tehlikelidir. SO₂' nin etkileri Çizelge 1.7.'de özetlenmiştir.

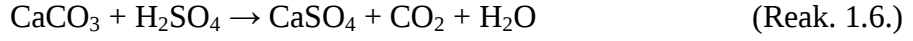
Çizelge 1.7. Kükürtdioksitin İnsan Sağlığına Etkileri (Müezzinoğlu, 2002)

Konsantrasyon, ppm	Maruz Kalma Süresi	Etkiler
0-0,6	1-4 gün	Belirgin değil
0,15-0,25	3-10 dakika	Solunum sisteminde etkiler
1,0	Ani	Solunum sisteminde rahatsızlık
1,0-5,0	1 saat	Göğüs sıkışması
10- 20		Göz yaşarması, burun kanaması

20 ppm' den itibaren etkiler akuttur, hatta 400-500 ppm konsantrasyon kısa sürede öldürücü olabilir.

Bitkilere olan etki akut veya kronik olabilir. Akut etki yapraklarda hücre bozunması ile ortaya çıkar (8 saatte 0.3 ppm). Kronik etki benzer zarara yol açar ve 0.01 ppm de 1 yıl kadar sürede ortaya çıkar. SO₂' nin etkisi nem ve şiddetli ışıktaki artar. Bitkiler büyüme mevsimlerinde SO₂' ye kadar daha duyarlıdır. Ayrıca bitki cinsine göre duyarlılık değişir. Başlıca duyarlı türler pamuk, fasulye, çam ve elma ağaçlarıdır.

SO₂'nin eşyalara olan en önemli etkisi sülfürik asit korozyonudur. Yapı malzemeleri özellikle kireç ve mermer;



reaksiyonu ile aşınır. Demir, çinko, bakır gibi birçok metalin korozyonu hızlanır. H₂SO₄ tekstil ürünlerinin (pamuk, naylon, ipek vs) yapısını bozar ve mukavemetini azaltır. Deri de aynı şekilde etkilenir. Kâğıtlar SO₂ absorblayarak sararır ve kırılgan hale geçer (Müezzinoğlu, 2002).

1.2.2.3. Azot Oksitler

Azot oksitler (NO_x) havadaki en önemli kirletici gazlardandır. Yanma sürecinde yüksek sıcaklık bölgesinde oluşan NO ile bunun daha ileri oksitlenme ürünü olan NO₂ gazlarının toplamından oluşur. NO_x gazları NO₂ eşdeğeri ile tanımlanır. Yanma kaynaklı olan bu gazlardan asıl zehirli olanı NO₂ 'dir. NO daha çok NO₂ ham maddesi olduğu için önem taşır. Her iki gazda doğal azot çevriminin birer parçasıdır. Atmosferdeki yarılanma ömürleri düşük olup, normalde dünya atmosferinde 1 ppb'den daha az konsantrasyonda olmaları beklenir. Oysa kentsel atmosferde bu derişimler 40-80 ppb ve hatta 300-1400 ppb değerlere kadar yükselmektedir.

Atmosfere karışan NO gazının yaklaşık %80'i doğal kaynaklardan %20'si de yapay kaynaklardan gelir (Peavy, 1985). Doğal ve yapay kaynaklardan yılda atmosfere karışan toplam NO gazının yaklaşık 650 milyon ton olduğu hesaplanmıştır. Bunun yaklaşık 110 milyon tonu yapay kaynaklı olup yanma sonucu meydana gelen yüksek sıcaklık bölgelerinde (motorlarda, santrallerde, fabrikalarda, fırınlarda, yangınlarda vs) teşekkül eder. NO₂ gazının esas kaynağı NO gazıdır. NO gazının bir kısmı hava oksijeniyle yükseltgenerek NO₂ haline dönüşür. Ancak NO₂ yüksek sıcaklıklarda dayanıklı değildir ve hemen parçalanarak oksijen ve NO gazını verir.





Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalardan NO₂ gazının NO gazından yaklaşık 4 kat daha toksik olduğu anlaşılmıştır. NO₂, burun ve boğazı tahriş eden, akciğerlerdeki alveollerde iritasyona yol açan kötü kokulu bir gazdır. Solunum sisteminin kısa süreli NO₂'ye maruz kalması sonucunda oluşan etkiler Çizelge 1.8.'de özetlenmiştir. NO₂'nin kokusunun alınma sınırı 1-3 ppm'dir. Havadaki konsantrasyonu 10 ppm' in üzerinde çıkınca gözde ve mukozada yanmalar meydana gelir. Hayvanlar üzerinde yapılan denemelerde konsantrasyon artmasıyla ölüme götüren zehirlenmeler meydana geldiği ve 100 ppm' de ise çok kısa zamanda ölümlerin meydana geldiği tespit edilmiştir (Gündüz, 1993).

Çizelge 1.8. Azotdioksit ve Sağlık Üzerine Etkileri.

Etkiler	NO ₂ Konsantrasyonu		
	µg/m ³	ppm	Etki için süre
Koku Eşiği	0,23	0,12	Ani
Karanlığa Adaptasyon	0,14	0,075	Bilinmiyor
Artan Solunum Yolu Direnci	1,3–3,8	0,7–22,0	20 dak
	3,0–3,8	1,6–2,0	15 dak
	2,8	1,5	45 dak
	3,8	2,0	45 dak
	5,6	3,0	45 dak
	7,5–9,4	4,0–5,0	40 dak
	9,4	5,0	15 dak
	11,3–75,2	6,0–40,0	5 dak
Akciğer Difüzyon Kapasitesinde Azalma	7,5–9,4	4,5–5,0	15 dak

1.2.2.4. Karbon Monoksit

Karbon monoksit (CO), renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına yakın bir gaz olup, hem kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan, hem de renksiz ve kokusuz olması dolayısıyla varlığı fark edilemeyen bir kirleticidir. Atmosferdeki yarılanma ömrü oldukça uzundur (2,5 ay).

Karbon monoksit yapay ve doğal olmak üzere iki kaynaktan gelir. Otomobil egzoz gazlarında önemli oranda karbon monoksit bulunur. Ayrıca yanmanın iyi olmadığı diğer bütün yapay aktiviteler sonucunda da (fabrika, lokomotif, kalorifer bacalarından) önemli oranda karbon monoksit çıkar ve atmosfere karışır. Yapay kaynaklardan CO meydana geldiği uzun yıllardan beri bilinmesine rağmen doğal kaynaklardan CO meydana geldiğinin saptanması oldukça yenidir. 1972 yılına kadar doğal kaynaklardan atmosfere karışan karbon monoksitin yapay kaynaklardan atmosfere karışanlar yanında ihmal edilecek kadar az olduğu düşünülmekte ve kabul edilmekte idi. Fakat 1972 yılından sonra yapılan çalışmalar bu gün doğru olmadığını ve doğal kaynaklardan atmosfere büyük oranda CO karıştığını göstermektedir (Peavy, 1985).

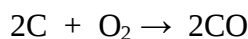
Yapay CO kaynakları başlıca beş gruba ayrılır. Bunlar;

1. Nakliye (gemi, uçak, otomobil vs)
2. Binalar (ısınma, temizlik vs)
3. Endüstri (demir-çelik vs)
4. Atıkların yakılması
5. Karışık (orman yangınları, zirai atıkların yakılması vs)

Yapay kaynaklı CO oluşumu başlıca aşağıdaki kimyasal işlemler sonucu oluşur.

- Yanmanın tam olmadığı yerlerde
- Yanmanın çok yüksek sıcaklıklarda yapıldığı yerlerde
- Yüksek sıcaklıklarda CO₂ ile C' un bir arada olduğu hallerde

Yanma olayında CO₂ yerine CO meydana gelmesi;



(Reak.1.10.)

Reaksiyonunun hızının,



Reaksiyonunun hızından 10 kat daha büyük olmasından kaynaklanır. Bu nedenle yanmadan önce CO, onun yanmasıyla da CO₂ meydana gelir. Buna göre ikinci basamak için gerekli O₂ bulunamazsa, yanma tam olmaz ve CO olduğu gibi kalır ve atmosfere karışır.

İkinci reaksiyonda ortamda yanmanın tam olması için gerekli oksijen olduğu halde, sıcaklığın yüksek olması sebebiyle



Reaksiyonu cereyan eder, oksijenin faydası işe yaramaz. Hatta ortamda bulunan CO₂ bile yüksek sıcaklıklarda



Reaksiyonu gereğince parçalanır ve O₂ verir. Parçalanma 1750°C' de %1, 1940°C' de ise %5 kadardır (Gündüz, 1993).

En fazla CO konsantrasyonunda yerleşim merkezlerinde rastlanır. Bunun başlıca nedeni otomobillerdir. Otomobillerden meydana gelen CO kirlenmesi yapay kaynaklı toplam kirlenmenin yaklaşık %65'i kadardır (Baumbach, 1996). Otomobillerden gelen CO kirlenmesi günün saatlerine göre değişiklikler gösterir. Yerleşim merkezlerinde gece 4-5 saatlerinde en düşük seviyeye (3-4 ppm) inen CO konsantrasyonu sabah 7-9 saatleri arasında en yüksek (9-10 ppm) seviyeye çıkar ve öğle saatlerinde tekrar düşer. Öğleden sonra 6-7 saatleri arası tekrar yükselir.

İnsan sağlığı bakımından bilinen en eski gaz zehirlenmeleri, tam yanmamış artık gazların solunması dolayısıyla karbonmonoksit ile tercihli olarak bir kompleks (COHb=Karboksihemoglobin) yaparak dokulara oksijen iletimini engellemesi şeklinde görülür. Ayrıca karboksihemoglobinin, dokulara ulaşabilen oksihemoglobin

kompleksinin hücrelerde oksijeni serbest hale getirebilmesini zorlaştırdığı belirlenmiştir. Kanın COHb oluşturma hızı, oksijenle oksihemoglobin (O_2Hb) oluşum hızından 210 kat daha fazladır. Böylece hava içinde 209.000 ppm olan oksijen varlığının en az 1/200-1/250 kadar bir karbon monoksit derişimine ulaşıldığında, karbon monoksit hemoglobini tamamen bağlar. Buda yaklaşık olarak 750-1000 ppm kadardır.

Karboksihemoglobin oluşumu tersinir bir reaksiyonudur. Yani temiz havaya çıkarılan hasta, eğer daha önce başka organda kalıcı bir etki meydana gelmemişse, zamanla kanındaki COHb'nin kendiliğinden parçalanmasıyla sağlığına kavuşur. Kandaki COHb derişimi ile solunan dış havanın CO derişimi ve solunum süresi ilişkilidir. Dış havanın CO değeri azalır azalmaz, COHb'de parçalanır ve CO gazı dışarı atılır. Kan içinde ortalama %0.4'lük bir COHb derişimi normalde sürekli olarak korunmaktadır. Çizelge 1.9.'da kandaki karboksihemoglobin seviyesiyle sağlık etkileri özetlenmiştir (Müezzinoğlu, 2002).

Çizelge 1.9. CO'nun Kandaki Karboksihemoglobin Yüzdelere Göre Belirlenen Etkileri

% COHb	Etkiler
<1	Belirli bir etki yok.
1-2	Davranışlarda bozukluk emareleri görülür.
2-5	Merkezi sinir sistemi etkilenir. Zamanı algılama, görüş parlaklığı fark etme yeteneği azalır.
5<	Kalp ve damar fonksiyonları zarar görür.
10-80	Baş ağrısı, yorgunluk ve bitkinlik hissi, koma solunum yetmezliği ve ölüm.

Kirleticiler havada katı, sıvı veya gaz halinde bulunurlar. Kirleticiler kimyasal yapılarına göre organik ve inorganik kirleticiler olarak sınıflanırlar. Diğer bir sınıflama şekli ise kaynağa bağlı olarak yapılır. Bu sınıflamaya göre; kirleticiler belirli bir kaynağı olan birincil (SO_2 , APM, CO gibi.) veya belirli bir kaynağı olmayıp atmosferdeki çeşitli kimyasal sonucu oluşan ikincil (O_3 , NO_3 , H_2SO_4 gibi)

kirleticiler olarak adlandırılır. Hava kalitesi yönetimi açısından kirleticiler ise konvansiyonel ve spesifik kirleticiler olarak adlandırılır.

Atmosferik olaylar bir bölgedeki kirleticilerin dağılımını ve seyrelmesini belirler. Bu nedenle hava kirletici kaynakların yol açtığı kirlilik seviyelerinin belirlenmesinde meteorolojik şartların rolü çok önemlidir.

Hava kirliliği ile ilgili en önemli meteorolojik değişkenler; basınç, rüzgar, sıcaklık, güneş radyasyonu ve nem olarak ifade edilebilir. Bunun yanı sıra atmosferik kararlılık, enverziyon, karışma yüksekliği vb. hava kirliliği araştırmalarında en çok kullanılan parametrelerdir. Hava kirlenmesi olaylarında aşağı atmosferin en önemli özelliklerinden biri sıcaklığın yükseklikle değişmesidir. Örneğin kararlılığın artması halinde türbülans hareketleri oluşmayacak ve difüzyon meydana gelemeyecektir. Bu durum ise kirleticilerin yayılmasına engel olacaktır. Enverziyon durumunda ise atmosfer oldukça kararlı olacak ve kirleticilerin yayılması için gerekli düşey hareketler önleneyecektir.

Bunun yanı sıra güneş radyasyonu ile hava kirleticileri arasında bir bağlantı bulunmaktadır. Yeryüzü-atmosfer sistemini ısıtmak için gerekli olan güneş enerjisinin verimliliği aerosol kirleticiler nedeniyle etkilenir. Kirleticiler güneş enerjisinin kaybına neden olur. Diğer taraftan güneş radyasyonu da kirlenmeye neden olabilir. Güneş radyasyonunun en çok bilinen olumsuz etkisi, spesifik kirleticilerin (NO_2 , HC) ultraviyole radyasyonu vasıtasıyla fotokimyasal kirliliğin (smog) oluşumudur (Godish, 1991). Bunun yanı sıra, atmosferin en etkili doğal temizleme mekanizması da yağıştır. Yağış, aynı zamanda atmosferik nemin hava kirliliği üzerindeki önemini de gösterir. Yağmur ve kar atmosferin doğal yolla temizlenmesidir. Görüş mesafesi ve hava kirliliği arasındaki bir ilişki vardır. Bir bölgede görüş mesafesi azaldıkça, hava kirliliği konsantrasyonunun artacağı düşünülebilir.

1.2.2.5. İz Elementler (Ağır Metaller)

Havada buhar halinde veya partikül yapısında bulunabilen iz elementler ve bunların en tehlikelilerini oluşturan ağır metallerin sadece solunum yoluyla insan ölümlerine yol açtığı bugüne kadar kanıtlanmış değildir. Ancak söz konusu

maddelerin çoğu zehirli maddeler olup, düşük hatta iz konsantrasyonlarda bile çok uzun süre maruz kalınması halinde kronik zararlar doğurduklarına kesin gözüyle bakılmaktadır. Gerçi sadece dış havadaki ağır metallerden dolayı insan ölümlerinin olduğu kanıtlanmış değildir. Önemli olan gıda, cilt veya su yolu ile alınan miktarlara havadan solunumla alınan miktarların eklenmesi ile ortaya çıkan toplam vücut seviyesidir.

İz element veya ağır metal sorunu diye nitelendirilebileceğimiz bu çok seyreltik hava kirlenmesi olayını son 20-30 yıldır tanımlamak mümkün olmuştur. Çünkü bu kadar düşük konsantrasyonlardaki maddeleri ölçebilmek için gerekli analitik teknikler ancak bu kadar zamandan beri mevcuttur. Üstelik ortamda ağır metallerin çok seyreltik oluşu tüm kütleyi temsil eden numunenin alınmasını neredeyse analizin kendisi kadar önemli hale getirmektedir.

Havada en çok incelenip, üzerinde en çok etki araştırması yapılmış olan iz element, bir ağır metal olan kurşundur. Bütün ağır metal araştırmaları, atmosferdeki diğer iz elementlere kıyasla;

- a) yaygın kaynaklara sahip oluşu,
- b) kurşunlu benzinle çalışan taşıt araçlarının egzoz borusundan fazla miktarda kurşun bileşiğinin yaygın bir coğrafyada ve insanların soluduğu seviyede havaya karışması,
- c) tüm kaynaklardan gelen toplam kurşun seviyelerinin günümüzde insan vücudu için zarar verdiği düşünülen seviyelere çok yaklaşmış olması nedenleriyle,

kurşunun özel bir yere sahip olduğunu göstermektedir.

Kurşunun toksik etkileri uzun sürede vücuttaki seviyelerinin eklenmesiyle meydana gelen eklenik etkilerdir. Bu nedenle uzun vadede çeşitli kaynaklardan küçük dozlarda alınan kurşun, kısa vadeli ancak daha yüksek dozlar kadar etkili olabilmektedir. Kurşun zehirlenmesinin en iyi göstergesinin kandaki kurşun seviyesi olduğu düşünülmektedir. İngiltere’de yetişkinler için kanda ortalama kurşun seviyesi 23 µg/100 ml olarak belirlenmiştir. Uluslararası sağlık kuruluşları bu seviyenin 35 µg/100 ml’yi geçmemesi gerektiğini belirleyerek kurşun için acil önlemler alınmasını istemektedirler.

Havada $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kurşunun, insan kanının 100 mililitresinde $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lık bir konsantrasyona neden olabildiği belirlenmiştir. O halde yukarıdaki seviyeler dikkate alındığında insan kanında bulunan kurşunun solunan hava dışında da kaynakları bulunmalıdır. Bu kaynaklarda en önemlisinin yiyecekler olduğu saptanmıştır. Ana yollar çevresindeki tarla ve bahçelerde üretilen yiyecekler, buralarda otlatılan hayvanların et ve süt ürünlerinden üretilen gıdalar kurşunlu benzin kullanılan ülkelerde birer kurşun deposu olabilmektedir. Gıda maddelerindeki kurşun seviyeleri atmosferdeki kurşun içeren tozların toprağa veya bitkilerin yapraklarına çökeliş yapılarak artmaktadır. Ayrıca trafiği yoğun sokak ve caddeler üzerinde kurulan oyun bahçelerinde oynayan çocuklar bol miktarda kurşuna maruz kalırlar. Çünkü kurşunun çevreye en önemli ve yaygın bulaşma yolu kurşunlu benzin ile çalışan eski tip otomobillerin egzozudur. 1968 yılında ABD 'de çevreye bulaşan kurşunun %98 'inin otomobillerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Trafikin dışında kurşun metalurjisi, diğer demir-çelik dışı madencilik ve alaşım sanayi, akü imalatı ve kömür yakılması da kurşun emisyonlarına yol açar. Uluslararası kuruluşlar; kent havasında kurşunun $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü geçmemesi ve motorlu taşıt trafiğinin yoğun bulunduğu kesimlerde aylık medyan değerinin $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sınırını aşmaması gerektiğini önermektedirler.

Rafinerilerde benzine içerisine organik kurşun bileşikleri (tetraetil kurşun) eklenmek sureti ile benzinli motorların çalışma özelliklerinin iyileştirilmesi işlemi eskiden beri uygulanan bir yöntem olmuştur. Kurşunsuz benzin adı verilen benzin ise bu sakıncalı uygulamanın yerine geçen bir üründür. Ancak bu sırada benzinin diğer aromatik bileşenlerinin, örneğin bir kanserojen olarak bilinen benzenin ve başka eklenti maddelerinin arttırılmaması gerekir.

İşyeri havasında bulunmasına izin verilen iz element seviyeleri yasa ve yönetmeliklerle belirlenmiştir. Ancak dış hava için bu rakamlar kullanılamaz. Onun yerine İngiltere'de olduğu gibi işyeri ve işçi sağlığı tüzüğünde belirlenecek limit değerleri 40 'a bölmek suretiyle dış havadaki iz elementler için referans değerler elde edilebilmektedir. Buna göre Çizelge 1.10.'da ilk sütunda İngiltere'de işyeri havasında bulunmasına izin verilen iz element konsantrasyonları, ikinci sütunda bunların 1/40 değerleri ve üçüncü sütunda ise dünyanın çeşitli yerlerinde ölçülmüş bazı yıllık ortalama konsantrasyonlar sunulmaktadır (Müezzinoğlu, 2002).

Çizelge 1.10. Havada Bulunabilen İz Elementlerin Referans Değerleri (Müezzinoğlu, 2002)

İz Elementler	İşyeri Havaında İz Verilen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dış Havada İz Verilebilen (ng/m^3)	Havada Ölçülen Yıllık Ortalama (ng/m^3)
As	50	1250	12
Ba	500	12500	–
Be	2	50	–
Cd	50	1250	5
Pb	150	2000	700
Zn	1000	25000	300
Se	200	5000	3,5
Fe (çözünür)	1000	25000	1000
Ni (çözünür)	100	2500	30
Hg (anorganik)	50	1250	–
Cr	500	12500	12

1.2.3. Hava Kirletici Kaynakları

Hava kirleticilerin havaya atıldığı yere veya faaliyete kirletici kaynak adı verilir. Hava kirliliği kaynakları özelliklerine göre farklı sınıflara ayrılır.

İnsan faaliyetleri esas alınarak yapılan sınıflandırma:

- Doğal Kaynak
- Yapay (antropojenik) Kaynak

Kaynak hareketine göre:

- Hareketli (mobil) Kaynak
- Durağan (stasyonar) Kaynak

Kaynak yapısına göre:

- Nokta Kaynak
- Çizgisel Kaynak
- Alan Kaynak

Kaynak türlerine göre:

- Yakıt Yakılması
- Endüstriyel
- Ulaşım
- Diğer (Katı atık yakılması, orman yangınları, inşaat vb.)

Kaynak türlerine göre sınıflandırmadan kısaca bahsedecek olursak;

1.2.3.1. Yakıt Yakılması Kaynaklı Hava Kirliliği

Yakıt yakılması sonucu oluşan kirletici emisyonları hava kirlenmesinin en önemli nedenlerinden biridir. Yakıt yakılması katı, sıvı ve gaz yakıtların her türlü yakma düzeninde yakılmasını kapsar. Yakıt yakılması başlıca üç grupta ele alınır.

- Evsel amaçlı (ısınma vb.) yakıt yakılması
- Endüstride enerji ve buhar temini için yakıt yakılması
- Elektrik santrallerinde yakıt yakılması

Her grupta kullanılan yakıtlar aynı olmakla birlikte yakma düzenleri ve dolayısıyla hem emisyonlar hem de kontrol şekilleri farklılık gösterir (Tünay,1996).

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

Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin temel sebepleri ısınmada düşük vasıflı yakıtların iyileştirme işlemine tabi tutulmadan kullanılması yanlış yakma tekniklerinin kullanılması ve kullanılan kazanların işletme bakımlarının düzenli olarak yapılmaması şeklinde sıralanabilir.Bu durum özellikle ısınma periyodunun uzun olduğu bölgelerde tehlike arzemektedir.Bunların yanısıra hızlı nüfus yoğunlaşması, topografik yapı ve meteorolojik şartlara göre şehirlerin yanlış, yerleşmesi de şehirlerimizin hava kirliliğinin artmasında önemli rol oynamaktadır (Çevre Bakanlığı Çevre Notları, 2002).

1.2.3.2. Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliği

Endüstriyel kaynaklar her türlü endüstriyel faaliyetten oluşan hava kirlenmesini kapsar. Bu nedenle hava kirliliğinin değerlendirilmesinde ve kirlenme kontrolünde en karmaşık grubu oluşturur. Spesifik kirleticilerin en önemli kaynağı endüstrilerdir.

Kalkınmanın ana sektörlerinden birisi olan endüstri ve çevre arasında çok yönlü ve birbirini etkileyici nitelikte çok sıkı bir ilişki olup, bu etkileşimin yarattığı olumlu sonuçlar yanında, çevre koruma açısından önlemler alınmadığı ve uygun teknolojiler kullanılmadığı takdirde çevre üzerinde ve toplumda olumsuz sonuçlar doğuran bir dengesizlik sorunu ortaya çıkmakta, giderek kaynakların tahribine, çevrenin hızla kirlenmesine ve sanayi sektörlerinden kalkınmada beklenen yararların giderek kaybolmasına neden olmaktadır. Hava kirliliği yönünden en fazla kirlilik yaratan endüstri dallarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

-Termik Santraller

Ülkemizde ve başka ülkelerde düşük kaliteli kömürleri elektrik enerjisine dönüştüren termik santrallerden çevreye üç tür kirleticisi yayılır. Bunlar gaz atıklar, katı atıklar ve sıvı atıklardır. Bu atıklar ile termik santraller hava kirliliğine, ısı kirlenmeye, su kirliliğine, toprak kirliliğine ve estetik bozulmaya neden olurlar. Termik santrallerde tüketilen kömürün, düşük kaliteli ve yüksek kükürtlü olması santrallerin kükürtdioksit ve uçucu kül açısından hava kirliliği oluşmasına neden olmaktadır.

Bugün ülkemizde ve diğer ülkelerde uçucu külleri tutmak amacıyla termik santrallerde elektrofiltreler kullanılmaktadır. Elektrofiltreler randımanlı bir şekilde çalıştırıldığı takdirde yönetmelikteki standart değerler sağlanmaktadır. Ülkemizde yalnızca Çayırhan Termik Santrali'nde kireçtaşı prosesine dayalı baca gazı desülfirizasyon ünitesi mevcuttur.

-Çimento Endüstrisi

Halen ülkemizde 7'si KİT'lere, 40'ı özel sektöre ait olmak üzere 47 adet çimento fabrikası bulunmaktadır. Çimento fabrikalarını bacalarından çıkan en önemli

kirletici maddesi yarı kalsine olmuş kireçtaşı tozudur. Bugün çimento fabrikalarında çevre kirlenmesi üzerinde esas etkeni olduğu kabul edilen baca gazlarını ihtiva ettiği tozları tutmak için gelişmiş toz tutma tekniği olan elektrofiltreler kullanılmaktadır. Termik santrallerde olduğu gibi burada da filtrelerin randımanlı olarak çalıştırılması şartıyla toz emisyonu Yönetmeliklerde verilen standart değerler sağlanmaktadır.

-Demir-Çelik Endüstrisi

Karabük, Ereğli, İskenderun ve Sivas'ta kurulu bulunan demir ve çelik endüstrisi baca gazları duman, aromatik hidrokarbonlar, katran bileşikleri ve kükürtdioksit ile kirlilik yaratmaktadırlar.

-Petrokimya Endüstrisi

Yarımca ve Aliğa'da bulunan petrokimya tesisleri üretim sırasında kükürtdioksit, duman, hidrokarbonlar ve amonyak çıkararak havayı kirletirler.

-Gübre Endüstrisi

Gübre üretimi sırasında gübre cinsine bağlı olarak, prosesin her kademesinde ortama çeşitli atıklar verilir. Gübre fabrikalarında; amonyak, nitrik asit, sülfirik asit, fosforik asit, amonyum nitrat, amonyum sülfat, üre üretim tesisleri ile diğer proses kademelerinde kükürtdioksit, hidrojen sülfür, amonyak, florlu gazlar ve toz emisyonları gibi çeşitli atıklar oluşmaktadır.

Bunlardan başka, eski teknolojilerin uygulandığı fabrikalar ile ekonomik ömrünü doldurduğu halde çalıştırılmasına devam edilen eski fabrikalar önemli emisyon kaynaklarıdır.

Mukavemetli ve yüksek ısıya dayanıklı olduğu için asbest, yalıtım ve kaplama işlerinde, taşıtların fren balatalarında, borularda kullanılmakta solunum ile kanserojen etkileri olan asbest tozları üretildiği ve işlendiği yerlerde hava kirliliğine yol açmaktadır.

Maden izabe ve asit fabrikalarından yayılan SO₂, NO_x ve HF gibi gazlar insan sağlığına ve kültür bitkilerine zarar vermektedir (Çevre Bakanlığı Çevre Notları, 2002).

1.2.3.3. Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliği

Ulaşım araçlarının doğrudan bir kaynak olarak neden olduğu hava kirlenmesi ulaşım kaynaklı kirlenmeyi oluşturur. Ulaşım araçlarının neden olduğu kirlenme sadece miktar açısından değil kirletici türler olarak da önem taşımaktadır. Hava kirlenmesinin karakterizasyonuna esas olan ve konvansiyonel parametreler olarak tanımlanan 5 temel kirletici parametre (PM, SO_x, NO_x, CO, HC) ulaşım kaynaklı kirlenmede yer almaktadır.

Benzin ve dizel taşıtların çıkardığı egzoz gazlarında bulunan zararlı maddelerin özellikle nüfus ve trafiğin yoğun olarak yaşandığı Adana gibi büyük kent merkezlerinde çevreye ve insan sağlığına verdiği ve vereceği zararlar oldukça fazladır.

Tüm karbonmonoksit emisyonlarının %70-90'ından, azotoksit emisyonlarının % 40-70'inden, hidrokarbon emisyonlarının yaklaşık % 50'sinden ve şehir bazında kurşun emisyonlarının % 100'ünden özellikle motorlu taşıtlar sorumludur. Bu emisyonların zararları yakıtın eksik yanması tam yanmaması sonucunda çıkar. (Çevre Bakanlığı Çevre Notları, 2002)

Bu çalışmanın amacı ana arterlerdeki hava kirliliğini irdelemektir. Bundan dolayı genelde ulaşım ve endüstri kaynaklı hava kirliliği üzerinde çalışmalar yoğunlaşacaktır.

Diğer kirletici kaynaklar;

- Çöp yakılması
- Yangınlar
- Atık su arıtma tesisleri
- İnşaat ve kazı faaliyetleri
- Kirli su kütleleri
- Yanardağlar

Çizelge 1.11.'de hava kirleticilerin hangi kaynaklardan meydana geldiği görülmektedir.

Çizelge 1.11. Hava Kirleticiler ve Kaynakları (Baumbach, 1996).

Kirletici	Kirletici Kaynaklar ya da Aktiviteler							
	Enerji Santralleri	Trafik	Evsel Isınma	Rafineriler	Madencilik Faaliyetleri	Metal vs Üretimi	Atık Yakılması	Ziraat
Partiküler Maddeler	+	+	+		+	+	+	+
CO	+	+	+				+	
CO ₂	+	+	+				+	
SO _x	+	+	+	+			+	
NO _x	+	+	+	+			+	
VOC _x	+	+	+	+			+	
O ₃		+						
HC	+	+	+	+			+	
Ağır Metaller		+			+	+		
Pb		+			+	+	+	
Hg	+		+		+	+	+	
Cu					+	+	+	
Cd			+		+	+	+	+
Zn					+	+	+	
CFC _s						+	+	

Hava kirleticiler atmosfere ulaşım, önceleri bir duman hüzmeyi yada bulutu halinde taşınırken, bir taraftan da seyrelerek, çökelerek veya atmosferde reaksiyona uğrayarak uzaklaşıp kaybolurlar. Bu mekanizmalar kaynağın kirleticileri üretme fonksiyonuna zıt bir tüketim alanı oluşturdıkları için kaynak veya rezervuar olarak tanımlanırlar (Masters, 1991). Rezervuar olarak toprak, yeşil bitki örtüsü, yüzeysel sular sayılabilir. Bir kirletici maddenin kaynaktan yayınlandığı andan havada yok oluncaya kadar geçen sürenin en iyi ölçüsü kirleticinin yarılanma ömrüdür. Bir kirleticinin atmosferdeki yarılanma ömrü, ilk yayınlandığı andaki miktarının yarıya düşmesine kadar geçen zamandır. Sık rastlanan hava kirleticiler saat veya gün mertebesinde yarılanma ömrüne sahiptirler. Bu nedenle atmosferde oldukça hızlı bir şekilde uzaklaşmaktadırlar.

Global ölçekte düşünülürse SO₂, hidrokarbon, tozluluk vb. kirleticilerin ortalama konsantrasyonlarında dikkate değer bir artış gözlenmemektedir. Buna karşın atmosferdeki CO₂ gazının derişimi, yıldan yıla artan miktarlarda kömür ve petrol gibi fosil yakıtların yakılması dolayısıyla yüksek miktarlarda üretilmesi ve bunun yanı sıra yeşil bitki örtüsünün azalması yüzünden hızla artmaktadır (Kiely, 1997). Bu tahribat, ekvator bölgesindeki yağmur ormanlarının tarım alanı açma, yol geçirme gibi faaliyetlerle yok edilmesi ve okyanus yüzeyindeki plankton faaliyetlerini engelleyen petrol saçılması gibi nedenlerle giderek artmaktadır. CO₂' in yanı sıra metan, kloroflorokarbonlar (örneğin Freon), N₂O gibi insan eliyle atmosferdeki varlığı artan bazı moleküller de güneş radyasyonunu yutarak ısıtma etkisi yaratmaktadır.

1.2.4. Hava Kirliliğine Neden Olan Fiziksel Etkenler

Hava kirliliğinin izleme ve kontrolünü yönetebilmek için hava kirliliğine neden olan fiziksel etkenler ve bunların arasındaki ilişkiler ve kullanıcıların görev ve amacı bilinmelidir.

Kentsel hava kirlenmesi olaylarında aşağıdaki belli başlı etkenler görülebilir;

- 1) Bölgenin topografyası arazi karakteristiği
- 2) Rüzgâr, yağış, sıcaklık, nem, enverziyon ile kirliliğin taşınması ve difüzyonuna etkisi

3) Şehrin büyümesi, nüfus karakteristikleri, şehir ve nüfusun büyüme hızı, arazi kullanımı, trafik yoğunluğu vb. hava kirliliği ile ilişkili değişiklikler ve olaylar.

4) Hava kirliliğinin kaynakları (örneğin; yerleşimi ve tipi) ve emisyonları.

5) Ölçülen ve tahmin edilen konsantrasyonlar, hava kalitesi değişimleri gibi hava kalitesi ile ilgili bilgiler.

Kentsel hava kirliliğini yaratan öğeler birincil ve ikincil elementler olarak sınıflandırılabilir. Birincil etkenler hava kirleticilerini üreten ve taşıyan hava kalitesine doğrudan etki eden; kaynak emisyonları (örneğin SO₂ ve toz) ve atmosferik şartlardır. Birincil etkenleri etkileyen diğer öğeler ise dolaylı veya ikincil etkenler olarak düşünülebilir. Topografya, bir bölgede oluşan kentsel gelişimler ve aktiviteler ikincil etkenlere örnek verilebilir (Chandler, 1976). Hava kirliliği açısından ikincil öğe olan topografya kent hava kirleticilerine neden olan fiziksel etkenleri etkiler, bu da onu dolaylı etken yapar.

Bir bölge üzerindeki üç boyutlu akış topografya tarafından etkilenir. Rüzgârın hız ve yönü arazideki doğal engeller (dağlar, tepeler vs.) tarafından etkilenir. Göller, su havzaları gibi yüzeysel su alanları, ormanlar ve insanların yaptıkları bina vb. yapılar da bir bölge üzerindeki üç boyutlu rüzgâr alanı davranışını belirleyen faktörlerdir. Sıcaklık, yağış ve nem dağılımı da topografyadan etkilenir. Kentsel planlama yönünden en önemli değişiklikler, büyük bina ve bina grupları nedeniyle oluşan küçük ölçekli iklim değişiklikleridir. Büyük binalar rüzgârın akışına engel olurlar ve bunun da bölgenin sıcaklığı üzerinde direkt etkisi vardır.

Arazi karakteristikleri, arazi kullanımını örneğin: yerleşim alanlarının, kaynakların ve ulaşım sisteminin (yolların) yerleşimini ve dolayısıyla da trafikten kaynaklanabilecek kirliliği de etkilemektedir. Örneğin, yokuş yukarı araç kullanımında düşük vites dolayısıyla daha çok kirlilik meydana gelmektedir. Arazi yapısı özellikle belirli atmosferik şartların bulunduğu hallerde kirleticilerin konsantrasyonu ve seyrelmesi üzerinde önemli rol oynar. Örneğin sıcaklık enverziyonu oluşması halinde, havanın düşey hareketi engellenir ve böylece kirleticiler seyrelemez. Enverziyonun atmosferin alt tabakalarında meydana geldiğinde dağ ve tepecikleri içeren doğal arazi yapılarının bulunması halinde

kirleticilerin düşey taşınması ve dağılımı önemli derecede engellenir. Bu durumda kirleticilerin seyrelme şansı yoktur. Park, orman gibi yeşil alanların merkezlerinde ölçülen kirleticilerin bu alanların dışına göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yeşil alanlar partiküller maddeleri ve gaz halindeki kirleticileri azaltabilirler (Koussoulakou, 1990).

1.2.5. Hava Kalite Standartları

Hava kalite kriterleri, hangi seviyeden sonra bir kirleticinin zarar verebileceğini belirleme çalışmalarıdır. Bu yeterli bir güvenlik sınırı ile yapılır. Zararlı emisyonların kontrolü için emisyon standartları ve atmosferde kirlilik konsantrasyonları genellikle birbirlerine eşlik ederler. Oluşturulan kriterler çevre hava kalitesi, epidemiolojik bilgi ve çevre hava kalite standartlarına dayanmalıdır (WB, 1995).

Hava kalite kriterlerinin amacı hava kirleticilerinin zararlı olacak seviyeye ulaşan konsantrasyonlarından korunmaktır. İki temel standart yaygın olarak kullanılmaktadır. Belirli bir kaynaktan oluşan kirleticiler için emisyon standartları kullanılır. Bu standartlar hava kirliliğinin olduğu kaynakta kabuledilebilir standartları belirlerler.

Çevre hava kalitesi standartları ise endüstri bölgesi, yerleşim bölgesi gibi belirli bir alan üzerindeki genel hava kalitesi ile ilgilidir. Bu standartlar bu tür alanlar üzerinde izin verilebilen seviyeleri belirler. Çevre ve insanın zarardan sakınmasını sağlayacak güvenlik marjlarını belirler. Birinci standart insan sağlığını korumak ve güvenlik sınırları, ikincisi ise toplumun uzun vadede sağlığı, mutluluğu ve çevresel etkiler ile ilgilidir (Ryding, 1992). Herhangi bir kirletici için hava kalite standardı belirlendiğinde bu; çevre koruma birimlerinin bu standardı tutturmak için program geliştirme sorumluluğunu oluşturur. Oluşturulan bu tür standartları sağlayabilmek çevre hava kalitesi ölçüm istasyonları emisyon envanter çalışmalarının geliştirilmesi, emisyon limitlerini içeren kanunların hazırlanması gibi birçok kompleks kontrol programının uygulanmasını gerektirir (Godish, 1991). Birçok ülke Çevre Koruma Örgütünün (EPA) oluşturduğu emisyon standartlarını kabul ederek uygulamıştır. Bazı ülkeler de insan sağlığının korunmasını yasal olarak sağlayabilmek için kendi

ülke standartlarını oluşturmuşlardır. Gelişmekte olan ülkelerde bazı standartlar çok katı değildir (WB, 1995).

Türkiye de kendi ulusal standartlarını 02.11.1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (HKKY) ile belirlemiştir. Bu standartlar Çizelge 1.12.' de gösterilmiştir.

Çizelge 1.12. Farklı Kurumlar Tarafından Oluşturulan Hava Kalitesi Standartları

Kurum	Birim	APM Yıllık	APM Günlük
WHO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	60-90	150-230
EPA	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	150
HKKY	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	150-200	300-400

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

EPA : Çevre Koruma Örgütü

HKKY : Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği

HKKY’nin amacı; her türlü faaliyet sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak, insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki tehlikelere karşı korumak, hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan, umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamaktır.

İnsan sağlığının korunması, çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için, atmosferdeki hava kirleticilerinin bir arada bulunduklarında, değişen zararlı etkileri de gözönüne alınarak tespit edilmiş konsantrasyon birimleri ile ifade edilmiş seviyelerdir. Bunlar;

- Uzun Vadeli (1 yıllık) Sınır Değer (UVS)
- Kısa Vadeli (24 saatlik) Sınır Değer (KVS)

24 saatlik ortalamalar veya 1 yıl içinde bütün ölçüm sonuçlarının sayısal değerlerinin büyüklüklerine göre sıralandığında ölçüm sonuçlarının %95'ini aşmaması gereken değerdir. UVS ve KVS için verilen süreler genellikle 1 yıllık dönemleri kapsamaktadır.

Çizelge 1.13.Uzun Vadeli ve Kısa Vadeli Hava Kalite Sınır Değerleri (H.K.K.Y., 2004)

	Birim	KVS	UVS
Kükürt dioksit (SO ₂) ve (SO ₃) dahil			
a) Genel	µg/m ³	150	400 (900)
b) Endüstri Bölgeleri	µg/m ³	250	400 (900)
Karbonmonoksit (CO)	µg/m ³	10000	30000
Azotdioksit (NO ₂)	µg/m ³	100	300
Azotmonoksit (NO)	µg/m ³	200	600
Klor (Cl ₂)	µg/m ³	100	300
Klorlu hidrojen (HCl) ve gaz halde anorganik klorürler (Cl ⁻)	µg/m ³	-	(240)
Ozon (O ₃) ve fotokimyasal oksitleyiciler	µg/m ³	-	140 (280)
Hidrokarbonlar (HC)	µg/m ³	-	40 (100)
Havada asılı partikül maddeler (PM) 10 mikron ve daha küçük partiküller			
a) Genel	µg/m ³	150	300
b) Endüstri Bölgeleri	µg/m ³	200	400
PM içinde kurşun (Pb) ve bileşikleri	µg/m ³	2	-
PM içinde kadmiyum (Cd) ve bileşikleri	µg/m ³	0,04	-
Çöken tozlarda kurşun(Pb) ve bileşikleri	µg/m ² gün	500	-
Çöken tozlarda kadmiyum(Cd) ve bileşikleri	µg/m ² gün	7,5	-

Hedef Sınır Değerler; hava kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla, hava kirletici konsantrasyonlarının zaman içinde ulaşması gereken değerlerdir.

Çizelge 1.14. Hedef Sınır Değerler (H.K.K.Y., 2004)

Hedef Sınır Değer	Kükürtdioksit (SO ₂) (µg/m ³)	Asılı Partiküler Maddeler (PM ₁₀) (µg/m ³)
Yıllık Aritmetik Ortalama	60	60
Kış Sezonu (Ekim - Mart) Ortalaması	120	120
24 saatlik Maksimum Değer	150	150
1 Saatlik Maksimum Değer	450	-

Özellikle hassas hayvan, bitki ve eşyayı hava kirliliğinin zararlı etkilerinden korumak için özel koruma alanlarında Özel Sınır Değerleri uygulanmaktadır.

Çizelge 1.15. Özel Sınır Değerler (H.K.K.Y., 2004)

Kirleticiler	Uzun Vadeli Sınır Değer (UVS)
Kükürtdioksit (SO ₂) (µg/m ³)	60
Gaz halinde anorganik klor bileşikler (µg/m ³)	60
Gaz halinde anorganik flor bileşikler (µg/m ³)	0.3
Kurşun(Pb) (µg/m ² gün)	250
Kadmiyum(Cd) (µg/m ² gün)	2,5

Bunun yanı sıra EPA, günlük kirlilik seviyesi hakkında doğru ve zamansal bilgi sağlamak ve kirletici seviyesinin kolayca anlaşılması amacı ile kirletici standart indeksi (KSİ) geliştirmiştir. Bu seviyeler; iyi, kabul edilebilir, sağlıksız, kötü şeklinde belirtilmektedir (UNSCECE, 1984).

Kirletici konsantrasyonu 0-500 arasındaki bir sayıya dönüştürülerek ölçülür. Bu ölçekte Temiz Hava Yasasına uyan en önemli sayı 100 dür. Bu indeks ile, asılı partiküler madde, kükürt dioksit, karbon monoksit, azot dioksit ve ozon gibi

kirleticiler ölçülür. Bu beş kirleticinin endeks sayıları günlük bazda Çevre Koruma Örgütü (EPA) tarafından belirlenmiştir.

1.2.6. Hava Kirliliğinin Ekolojik Etkileri

Hava kirliliği geri dönüşümü çok zor hatta bazı durumlarda imkansız olan bir kirliliktir. Diğer kirlilik türlerinden ayrılan ve farklı olan noktası budur. Engellenmesi ancak ve ancak öncül tedbirler almakla mümkündür. Doğada ve ekolojide kalıcı ve derin izler bırakmaktadır.

1.2.6.1. Küresel Isınmaya Etkisi

Fosil yakıtların yakılması, ormansızlaştırma, tarım ve arazi kullanımı değişiklikleri gibi insan etkinlikleri, küresel olarak sera gazlarının ve bazı bölgelerde de sülfat aerosollerinin atmosferdeki birikimlerini arttırmaktadır. Bu artış sanayi devriminden beri sürmektedir. Sera gazlarının birikimlerindeki artış atmosferi ısıtma eğilimi gösterirken, aerosollerdeki artış soğutma eğilimindedir. İklimsel değişebilirlik araştırmaları ve iklim senaryoları/modelleri, sera gazlarındaki ve aerosollerdeki bu değişikliklerin, sıcaklık, yağış, toprak nemi ve deniz seviyesi gibi iklimsel ve iklim ile ilgili elemanlardaki küresel ve bölgesel değişiklikleri yönlendirdiklerini göstermektedir. Sera gazlarının ve aerosollerin etkilerini birlikte dikkate alan en duyarlı iklim modelleri, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 2100 yılına kadar 1-3,5 °C arasında bir artış ve buna bağlı olarak deniz seviyesinde de 15-95 cm arasında bir yükselme olacağını öngörmektedir. İçerdiği tüm belirsizliklere karşın, küresel ısınmanın sürmesi durumunda, bazı bölgeler için ekstrem yüksek sıcaklıklar, taşkınlar, yaygın ve şiddetli kuraklık olayları, onların doğal bir sonucu olan çalılık ve orman yangınları ile insan sağlığını ve ekosistemlerin işlevselliğini de içeren bazı ciddi potansiyel değişikliklerin olacağı oldukça yüksek bir güvenilirlik düzeyinde öngörülmektedir.

1.2.6.2. Atmosferdeki Ozon Tabakasına Etkisi

Atmosferdeki ozonun yaklaşık %90'ı yeryüzünden itibaren başlayan 10 ile 40 km. arası yükseklikteki stratosfer tabakasında bulunur. Bu bölgedeki ozonun özelliği

tüm canlı varlıkları, doğal kaynakları ve tarımsal ürünleri olumsuz yönde etkileyen morötesi radyasyonu yani ultraviyole ışınlarını absorbe etmesidir. Bu ışın tutma işlemi oksijenin ozona ve ozonun parçalanarak tekrar oksijen dönüşmesi sırasında ultraviyole ışınlarını kullanması sonucunda meydana gelmektedir. Dışardan herhangi bir kimyasal madde ilavesi olmadığı takdirde ozon oluşumu ve parçalanması devamlı bir şekilde sürmekte ve sonuçta zararlı ultraviyole ışınları bu tabaka tarafından tutulmuş olmaktadır.

Ozon yoğunluğunun ultraviyole ışınlarını tutma görevi yapamayacak kadar azalması ozon tabakasının delinmesi olarak adlandırılmaktadır. Bu durum gerçekte ozon tabakasındaki bir delik olmayıp ozon tabakasındaki incelme olayıdır.

Çeşitli insani faaliyetler nedeni ile başta floroklorokarbonların (CFC) kullanımı olmak üzere halonların, brom ve klor türevlerinin ve kombine hidrojene edilmiş maddelerin etkileri ile ozon tabakası zarar görmüştür.

Bu maddelerden özellikle kloroflorokarbonlar olarak nitelendirilen maddeler günlük yaşamda buzdolaplarında soğutucu akışkan ve yalıtım maddesi olarak, aerosollerde itici gaz, elektronik ve kuru temizleme sanayiinde çözücü, mobilya ve bina yalıtımında köpüklerde üfleyici olarak kullanılmaktadır.

Ozon tabakasında incelme sonucu ultraviyole radyasyonunun artması nedeniyle insanların bağışıklık sistemleri zarar görmekte, görme bozukluklarına yol açmakta, deri kanseri vakalarının artışına neden olabilmektedir.

1.2.6.3. Asit Yağmurları Oluşumuna Etkisi

Çeşitli endüstriyel faaliyetler, konutlarda ısınma amaçlı olarak kullanılan fosil yakıtlar, motorlu taşıtlardan çıkan egsoz gazları ve fosil yakıtlara dayalı olarak enerji üreten termik santraller, bu faaliyetleri sonucu havayı kirletmekte ve kükürtdioksit, azotoksit, partikül madde ve hidrokarbonlar yaymaktadır. 2 ile 7 gün arasında havada asılı kalabilen bu kirleticiler zaman zaman çok uzaklara taşınabilmekte atmosferdeki su partikülleri ve diğer bileşenlerle tepkimeye girerek sülfüroz asit (HSO), sülfirikasit (H_2SO_4) ve nitrik asit (HNO) oluşumuna sebebiyet vermektedirler. Bunların geri dönüşleri kuru ve yağ asit depolanması şeklinde olur. Yağ depolanmada atmosferde oluşan bütün ürünler, yağmur ve kar içinde çözülmüş halde taşınırlar.

Kuru depolamada ise atmosferdeki partiküllerin ve gazların yeryüzüne taşınması esnasında yağmur ve kar bulunmaz, sis içindeki aerosol şeklinde bulunurlar.

Hiçbir yabancı maddeyle kirletilmemiş bir atmosferde bile yağmur suyu hafif asit karakterdedir ve pH derecesi 5.6'dır. Çeşitli yanma olayları sonucu havaya karışan SO_2 , CO_2 , NO_x gibi gazlar yağışla birleşip asit meydana getirebilmekte, bunların yeryüzüne yağması ile asit yağmurları oluşmaktadır.

Asit yağmurları göl ve akarsularda asit dengesini bozarak, önce hassas canlılar olmak üzere tüm canlıları etkilemekte, hatta bazı türlerin toplu ölümüne yol açmaktadır.

Tarihsel kalıntıların, çelik köprülerin, demiryollarının aşınmasına ve tahribatına neden olmaktadır.

En büyük etki ormanlar üzerinde görülmektedir. Asidik yağışlar ağaçların en önemli organı olan yapraklardaki büyüme ve gelişmeyi engellemektedir.

Yeryüzüne inen asit yağmurları suya ve toprağa geçerek onların fizikokimyasal yapısını değiştirmekte, neticede toprak ve suyla ilişkide olan canlılar etkilenmektedir.

1.2.6.4. İklim Değişikliğine Etkisi

Enerji üretimi, taşınımı, dönüşümü ve kullanımı esnasında ciddi çevre sorunları meydana gelmektedir. Bu çevre sorunları lokal ölçekte olduğu gibi küresel ölçekte de olmaktadır. Özellikle fosil yakıtları yanması sonucu atmosfere bırakılan CO_2 emisyonu atmosferde birikerek atmosferin kimyasal özelliklerini etkilemekte, uzun vadede sera etkisine, küresel ölçekte ise iklim değişikliğine sebep olmaktadır.

Troposferdeki insan kaynaklı aerosoller ve özellikle fosil yakıtların yanması sonucu oluşan kükürtdioksit kaynaklı sülfat aerosoller, güneş ışınımını yeryüzüne ulaşmadan tutar ve uzaya yansıtır. Aerosol birikimlerindeki değişiklikler, bulut miktarını ve bulutun yansıtma özelliğini değiştirebilir. Genel olarak troposferdeki aerosollerde gözlenen artışlar, iklimi soğutma eğilimindeki bir negatif ışımsal zorlama oluştururlar. Sera gazlarını yaşam süreleri on yıllardan yüzyıllara değişmekte, buna karşılık aerosollerin yaşam süreleri birkaç gün ile birkaç hafta arasında kalmaktadır. Bu yüzden onların atmosferdeki birikimleri, salımlardaki

değişikliklere çok daha hızlı yanıt verebilmektedir.Öte yandan volkanik etkinlikler sonucunda salınan aerosoller de, yeryüzünün ve troposferin soğumasına neden olmaktadır.

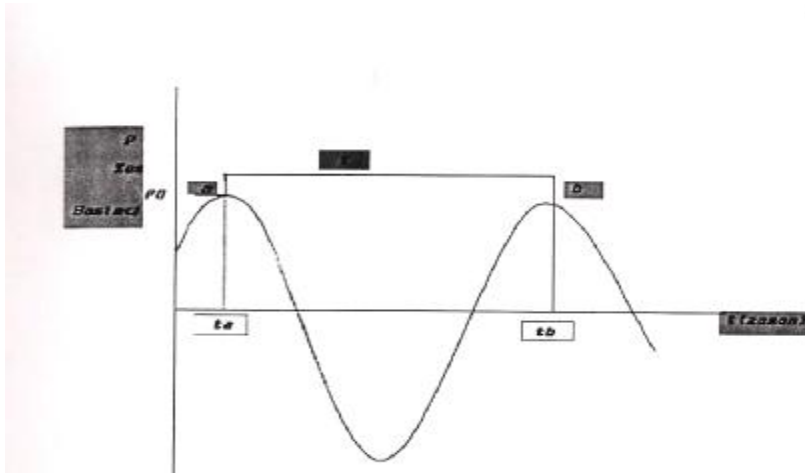
1.3. Gürültü Kirliliği

1.3.1. Ses ve Gürültünün Özellikleri

1.3.1.1.Ses Dalgalarının Özellikleri

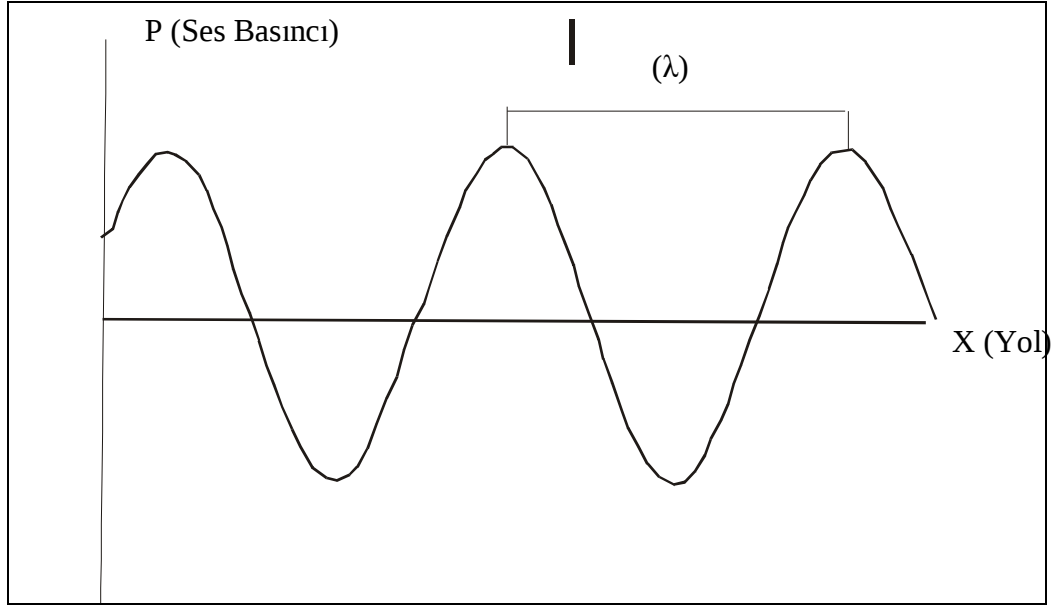
1) Frekans, periyot dalga boyu ve yayılma hızı

Şekil 1.5.' de basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi gösterilmektedir. P_0 ile gösterilen, basıncın en büyük değerine genlik denir. Basıncın birbirini izleyen en büyük iki değeri arasında geçen zamana periyot adı verilir. T ile gösterilen periyodun birimi zaman birimi olan saniyedir. Periyodun tersi ($1/T$) frekanstır ve f ile gösterilir. Frekans genellikle “bir saniyedeki titreşim sayısı” ile (Hertz) ölçülür (Özgüven, 1985).Herhangi bir noktadaki basıncın zamanla değişimi Şekil 1.5.' de görülmektedir.



Şekil 1.5. Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi.

Herhangi bir anda, ses dalgasının yarattığı ses basıncının ses kaynağından olan uzaklıkla değişimi ise Şekil 1.6.'daki gibi gösterilebilir.



Şekil 1.6. Ses dalgasının oluşturduğu ses basıncının ses kaynağından olan uzaklıkla değişimi

Şekil 1.6.' da yatay eksen yolu gösterdiğinden birbirini izleyen iki nokta arasındaki uzaklık dalga boyu olacaktır.

Ardışık partiküller arasındaki transfer edilecek olan hareket için geçen zaman ve dolayısıyla titreşimin yayılma hızı,

$$V = k \sqrt{E/p}$$

şeklinde ifade edilir.

Burada E, elastisite modülünü p ortamın yoğunluğunu, k ise sabit bir değeri ifade etmektedir. Dalga boyu ise,

$$\lambda = V.T = V / F$$

şeklinde ifade edilir.

21 °C 'de ve normal şartlar altında sesin yayılma hızı 344 m/sn' dir. Sesin bazı ortamlarda 21 °C 'deki yayılma hızları ise Çizelge 1.16. 'da verilmiştir.

Çizelge 1.16. Sesin 21 C° ' deki Yayılma Hızları

Ortam	Yayılma hız (m/sn)
Hava	344
Mantar	500
Kurşun	1200
Su	1400
Sert Kauçuk	1400-2400
Beton	3000-3400
Tahta	3000-3400
Dökme Demir	3700
Çelik-Alüminyum	5100
Cam	5200

Çizelge 1.16'daki değerlerde anlaşılacağı gibi sesin katılar içerisindeki yayılma hızları, havadaki hızına göre çok yüksektir.

2) Ses basıncı

Ses bir basınç olayıdır. İnsan kulağı işitebileceği en düşük ses basıncının on milyon kat yüksek değerlerdeki sesleri zarar görmeksizin işitebilir. Bunu lineer bir ölçekte ifade etmek çok zor olduğundan, logaritmik esaslı bir sistem türetilmiştir. Keza, kulak da ses basıncına karşı logaritmik bir tepki göstermektedir. Bu yüzden, ses basıncı seviyelerinin ölçümü desibel olarak verilir.

Sıfır desibel insan kulağının işitme eşiği olan 1000 Hz'lik bir sesin basıncı alınır. Desibel (dB) ile ölçtüğümüz büyüklüklere düzey adı verilir (Gönüllü, 1993). Örneğin W değerinde bir gücün W_0 referans değerine göre düzeyi;

$$\text{Desibel (dB)} = 10 \log [W/W_0]$$

olarak tanımlanır.

3) Titreşim ve etkileri

Titreşim, bir sistemin denge konumu etrafında yaptığı salınımlardır. Mekanik sistemlerin titreşimleri için yüksek sayılan frekanslar akustik bakımdan düşük frekanslardır. Bu nedenle mekanik titreşimlerden doğan ses, genellikle düşük frekanslıdır. Mekanik titreşimlerden kaynaklanan gürültüye endüstride azımsanmayacak ölçüde rastlanır. Kimi durumlarda da mekanik titreşimler ana kaynak olmamakla birlikte, gürültü yayılmasında aracı olurlar.

Demiryolu ve karayolu taşıtlarının titreşimde civardaki yapı ve insanlara hem katı ortamda (ray, travers-balast-temel veya yol kaplaması -zemin temel yoluyla) doğrudan doğruya, hem de havadan ses yoluyla ileterek ulaşır. Katı ortamdan iletilen titreşim genellikle ilk doğrultusal (düşey) özelliği korur. Ses yolu iletilen titreşim ise en büyük etkisini yayılma doğrultusunda dik ve titreşebilen yüzeyler üzerinde gösterir. Uçak mühendisliğini ilgilendiren alanlar dışında, genellikle, doğrudan doğruya katı ortamdan iletilen titreşim yanında, ses ile iletilen titreşimin etkileri ihmal edilebilir. Ses ile iletilen titreşimin akustik sonuçları daha etkilidir (Aytun, 1978).

1.3.2. Gürültünün Kaynakları

Gürültünün kaynaklarını fiziksel ve çevresel gürültü kaynakları olarak sınıflandırabiliriz:

1.3.2.1. Fiziksel Gürültü Kaynakları

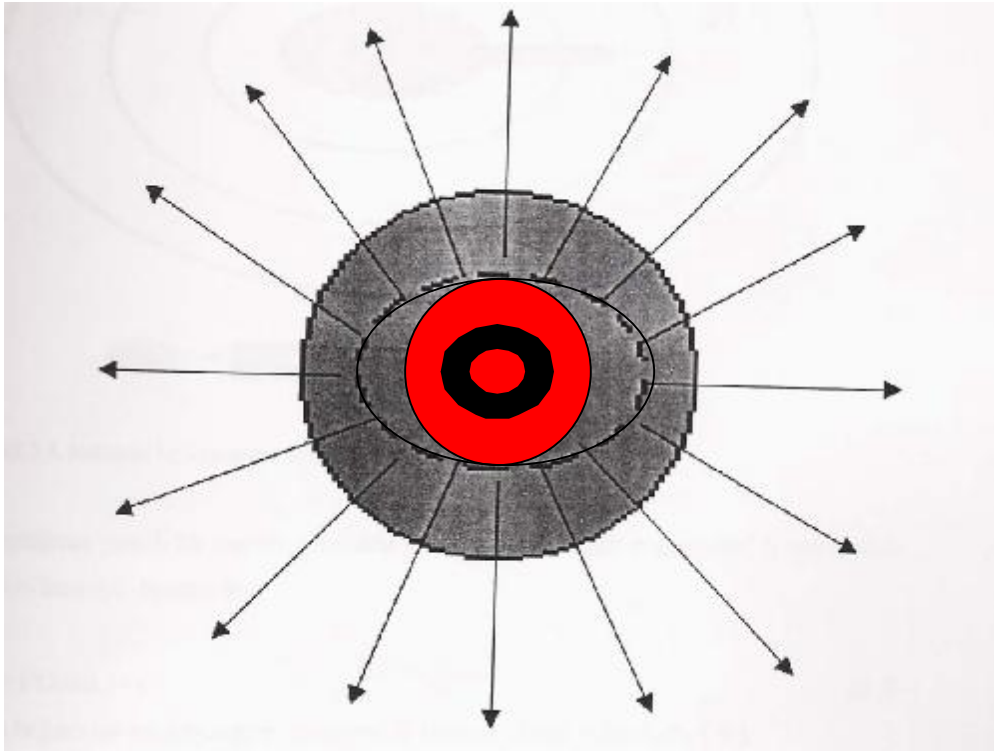
- 1) Düzlem Kaynak
- 2) Nokta Kaynak
- 3) Çizgi Kaynak

1) Düzlem Kaynak

Gürültü kontrol çalışmalarında düzlem kaynağa çok nadir rastlanır.

2) Nokta Kaynak

Gürültü kaynaklarının boyutları gürültüye maruz kalanlara olan mesafelerine oranla küçükse bu kaynaklar nokta kaynaklardır. Pratikte sıklıkla rastlanan bu dalgalar serbest küresel ilerleyen dalga veya sadece küresel dalgalardır. Bu tür dalgalar küçük küresel atım noktalarından (yani nokta kaynaklarından) radyal olarak yayılan dalgalardır. Şekil 1.7.' de bu kaynaktan yayılan ses dalgalarının hareketi görülmektedir.

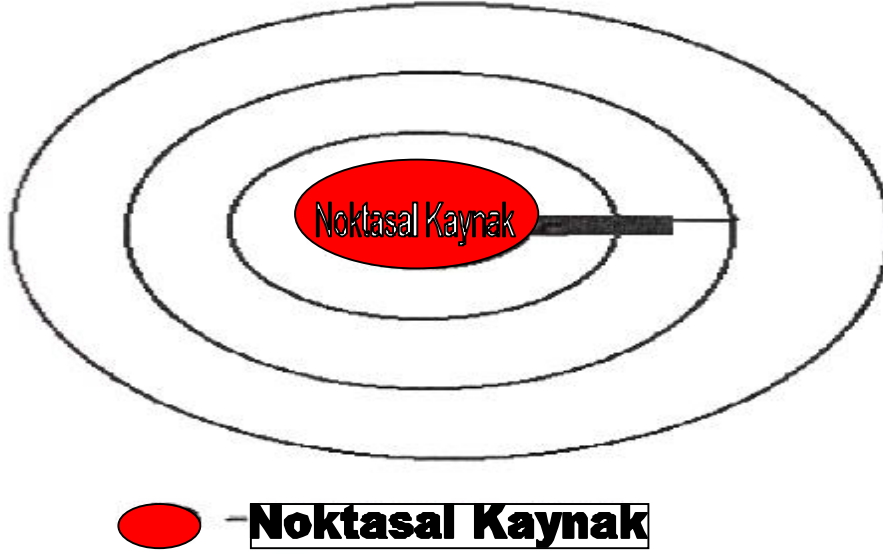


Şekil 1.7. Bir kaynaktan yayılan ses dalgalarının hareketi.

Böyle bir kaynaktan yayılan gürültü ile kaynaktan r uzaklıkta bulunan ses basıncı arasında çok önemli ve çok basit bir bağlantı türetililebilir. Yayılan gürültü şiddetini E kabul edersek, bu kaynaktan dağıldıkça sürekli artan küre çapı r ' dir. Böylece r yarıçapındaki bir kürenin yüzeyinden geçen ses şiddeti;

$$I = E / 4\pi r^2$$

olarak elde edilir. Bu durum Şekil 1.8.' da gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Noktasal bir kaynaktan sesin küresel yayılımı

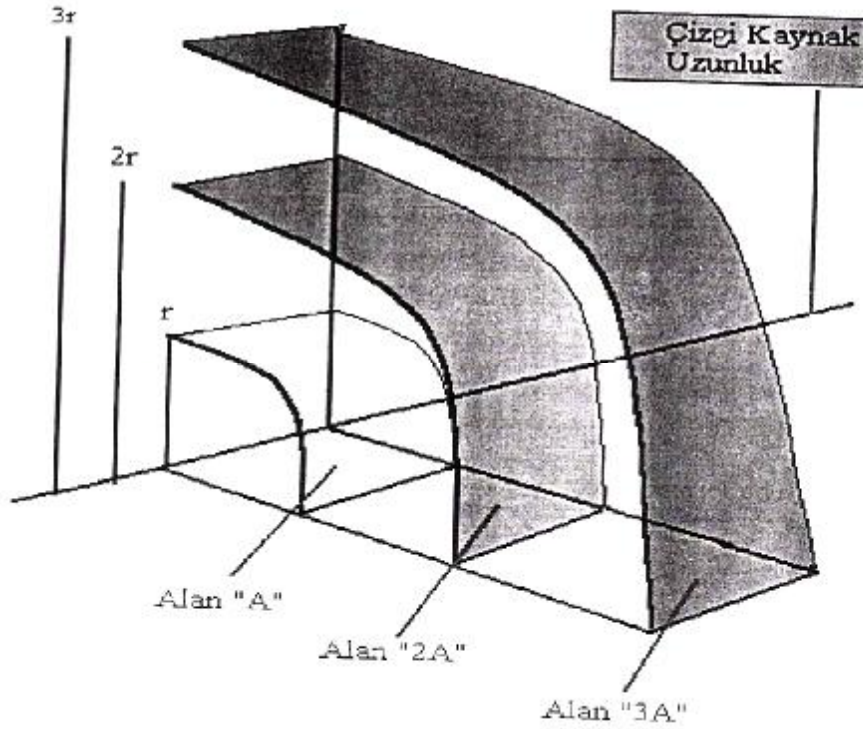
Kaynaktan yeterli mesafe uzaklıkta r , "ortalama gürültü yoğunluğu" I , ses basıncı P' nin karesiyle orantılıdır.

$$P = (\text{Const.}) / r \quad (2.5)$$

Bu bağıntı bir ses kaynağının ters-mesafe kanunu olarak adlandırılır (Hassel and Zaverki, 1979).

3) Çizgi Kaynak

Çizgi kaynak türbülanslı bir akışkanı taşıyan boru veya ara mesafeleri yakın olan bir dizi nokta kaynağın tamamı olarak göz önüne alınabilir. Bu gruba otoyolları ve demiryolları ile bir seri makinenin yan yana bulunduğu fabrikalar dahil edilebilir. Şekil 1.9.'da böyle çizgi kaynaktan ses dalgalarının yayılması görülmektedir.



Şekil 1.9. Çizgisel kaynaktan ses dalgalarının yayılması

Şekil 1.9. 'dan da görüleceği gibi sonsuz uzunlukta ve birim boydaki enerjisi sabit olan bir çizgi kaynağın belirli bir parçasını göz önüne alalım. Böylece bir çizgi kaynağın ses dalgaları sadece bu çizgiye dik doğrultuda yayılır.

Çizgiden eşit uzaklıkta bulunan herhangi iki nokta aynı dalga yüzey üzerinde bulunur ve aynı özelliğe sahiptir. Burada dalgalar eksenleri çizgi kaynak olan aynı merkezli silindirik yüzeyler meydana getirir. Kaynağın birim boyundan serbest bırakılan enerji birim zamanda aynı silindirik yüzeylerde aynı mesafeyi kat eder. Verilen bir yarıçap için sesin şiddeti kaynağın bu kısmı tarafından neşredilen enerjinin silindirik yüzeye bölünmesi ile elde edilir (Karpuzcu, 1994).

$$I = W / 2\pi r$$

1.3.2.2. Çevresel Gürültü Kaynakları

Gürültü kaynakları değişik şekillerde gruplandırılabilir. Seslerin doğuş biçimlerine göre havada veya katı ortamda doğan gürültüler, akustik yönden noktasal, çizgisel ve düzlemsel kaynaklardan yayılabilirler. Akustik gürültü yaratan

çevre gürültüleri; kaynak ve alıcıların bir çevredeki konumlarına ve yayılma yollarına bağlı olarak iki grupta incelenir.

1) Yapı İçi Gürültüler

Yapıların içinde yer alan her türlü elektronik ve mekanik sistemler ile yaşam etkinliklerinden doğan gürültülerdir ki, doğrudan veya dolaylı olarak gürültüye duyarlı diğer mekânlara iletilmektedir. Örnek olarak, konuşma sesleri ev araçlarının gürültüleri, yüksek müzik sesleri, adım sesleri, darbeler, büro gürültüleri ve çeşitli makine ve donatımların (asansör, sıhhi tesisat, soğutma sistemleri, havalandırma ve iklimlendirme tesisatı, çöp bacaları v.b. gibi) gürültüleri verilebilir.

2) Yapı Dışı Çevre Gürültüleri

Yapıların dışında yer alan kaynaklardan üretilen ve gerek yapı içindeki hacimleri, gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen gürültülerdir.

a) Ulaşım Gürültüleri

Ulaşım gürültüleri, karayolu ulaşım gürültüsü, demiryolu ulaşım gürültüsü ve havayolu ulaşım gürültüsü olarak karşımıza çıkmaktadır. Ulaşım gürültüsünün oluşması ve yayılmasında etkili olan değişkenler ulaşım koşulları ve yol nitelikleridir.

- Karayolu Ulaşımı Gürültüsü

Kentlerdeki tüm gürültü kaynakları en yaygını ve gelişi güzel dalgalanmalar göstermekle birlikte en sürekli olanı karayolu yada kısaca yol ulaşımıdır. Karayolu ulaşımı gürültüsü, noktasal ses kaynağı sayılabilen çeşitli güçlerdeki motorlu taşıtların yollar üzerinde aynı anda devinimleri sırasında oluşturulan bir bütünleşik gürültüdür.

Trafiğin artması caddelerimizi devamlı çoğalan bir gürültü kaynağı haline getirmektedir. İnsanlar genellikle caddeler civarında yerleşmiş bulunduklarından ve

ticari hayatın gelişmesi de bu civarlarda olduğundan gürültünün yarattığı sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır (Gökdağ, 1992).

Ulaşım gürültüsü düzeyini etkileyen, kara trafiğinde kaynaklara ilişkin faktörler 9 çeşittir. Bunlar;

- 1 – Trafik yoğunluğu
- 2 – Trafik kompozisyonu (ağır taşıt yüzdesi)
- 3 – Trafik akım cinsi (duraklı, duraksız)
- 4 – Ortalama hız
- 5 – Tek taşıtların türleri
- 6 – Yol kaplaması cinsi
- 7 – Yol eğilimi ve kesiti
- 8 – Dönemeç ve kavşaklar
- 9 – Yol genişliği olarak sıralanabilir.

Ayrıca, Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği' nde taşıtlar için getirilen sınırlandırmalar Çizelge 1.17.' de verilmiştir.

Çizelge 1.17. Gürültü ve Kontrol Yönetmeliğinde Taşıtlar İçin Getirilen Sınırlandırmalar

Taşıt Türü	Üst Gürültü Seviyesi (Leq dBA)
Otomobil	75
Otobüs (kent içi)	85
Otobüs (kent dışı)	80
Ağır müteharrik araç (sürücü kabininde) ve kamyonlar (80 km/h hızda)	85
Lokomotif içi (dizel motorlu tam güçte ve yüklerle çalışırken hız 80 km/h ve pencereler kapalı iken)	85
Elektrikli tren lokomotiflerinde	80
Vagonların içinde	70

Bazı Ülkelerde Taşıtlarla ilgili olan gürültü standartları ise Çizelge 1.18.' de verilmiştir.

Çizelge 1.18. Bazı Ülkelerde Taşıtlarla İlgili Gürültü Standartları (Hassel, 1979).

ÜLKE	STANDART NO	STANDART İÇERİĞİ	İLGİLİ KURULUŞ
Arjantin	4071	Araç gürültüsü ölçümü	
Avusturya		Büyük (kamyon-tır v.b) araçlarda ses ölçümü	Avusturya Gürültüyle Mücadele Bürosu
Belçika	NBN 576–30–1962	Araç gürültüsü ölçümü	Belçika Standart Ens.
Rusya	CSN 300512 CSN 300513 CSN 310305	Motorlu araçların yoldaki gürültülerinin ölçümü Araçların içindeki gürültü ölçümü Uçak gürültüsü ölçümü	Standartlar ve Ölçümler Bürosu
Fransa	S 31–007	Otomobil gürültüsü ölçümü	Fransa Standart Ens.
Almanya	DIN 45637 DIN 45638 DIN 45639 DIN 45640 DIN 80061	Raylı araçların dışarıya verdiği gürültüsü ölçümü Raylı araçların iç gürültülerinin ölçümü Büyük araçlarda iç ses ölçümü İç sulardaki araçların gürültü ölçümü Gemilerde ses ölçümü	
Büyük Britanya	B:S. 3425 1966	Araçlardan kaynaklanan gürültü	İngiliz Standart Ens.
Hindistan	IS:3028 1965	Araç gürültüleri ölçüm metodu	Hindistan Standartlar Ens

Çizelge 1.18'in devamı

Japonya	JIS D 1038	Motosiklet gürültüleri ölçüm metodu	Japonya Standartlar Ens
Hollanda	NEN 10362	ISO R.362'nin aynısı	Hollanda Standartlar Ens
Polonya	PN-65 S 04051 S 04052	Araçların gürültü ölçüm metodu ve sınırları Araç içi gürültü ölçüm metodu ve sınırları	Polonya Standartlar Enstitüsü
Romanya	STAS E-6661-62	Demiryolu araçlarında istenilen sınır değerler	Standart Ofisi
Güney Afrika	SABS 097-1965	Araçlardaki gürültü ölçüm metodu için kodlar ve sınırlar	Güney Afrika Standartlar Ens
İsviçre		İsviçre'de gürültüyle mücadele	
Uluslararası Standart organizasyonu	R.362(ISO) R.507	Araç gürültüsü ölçüm metotları Havaalanı gürültüsü ölçüm yöntemi	Uluslararası Standart organizasyonu
Yeni Zelanda	NZSS 1726	Araç gürültüsü ölçümü	

-Demiryolu Ulaşımı Gürültüsü

Yerleşim bölgelerinin içinden veya çok yakınından geçen, yolcu ve yük taşımacılığında önemli yeri olan raylı sistemler, kara ulaşımı gürültüsü kadar yaygın olmamakla birlikte gürültü özellikleri nedeniyle büyük bir rahatsızlık kaynağı olmamaktadır. Bir lokomotif tarafından çekilen veya belirli bir itiş gücüne sahip vagonların deviniminden doğan demiryolu gürültüsünün yol ulaşımı gürültüsünden farkı, benzer özellikli bir dizi ayrı gürültü olaylarından oluşmasıdır. Demiryolu ulaşımı doğuş biçimleri açısından hava doğuşlu seslerin yanında katı ortam doğuşlu (darbe) seslerini de üretmektedir. Kaynağın işlemsel özelliklerine bağlı olarak her iki gürültü başlıca hat ve manevra işlemleri olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Hat İşlemlerine İlişkin Gürültüler

Ana demiryolu hattı ve trenlerin ulaşım işlevlerine uygun olarak gidiş ve gelişleri sırasında yayılan değişik özellikli gürültüler, lokomotif gürültüleri, vagonları gürültüleri ve uyarı sinyalleridir.

Hat işlemlerinden doğan gürültü düzeylerini etkileyen faktörler şöyle sıralanabilir;

- Tren ipleri (yük, yolcu ve hızlı ulaşım trenleri)
- Yapısal özellikleri (Lokomotif motor, fren, egzoz, vagonların ağırlık ve tekerlek özellikleri v.b.)
- Tren bileşimi (kompozisyonu, lokomotif ve vagon sayısı)
- Tren ulaşım hacmi
- Trenlerin geçiş hızları
- İz koşulları
- Rayların tipleri (cıvatalı, kaynaklı, balastlı, balastsız ve enine bağlantılı sistemleri)
- Tren yolu strüktürünün tipi (hemzemin, yükseltilmiş, tünel gibi)

Manevra ve Bakım İşlemleri

İstasyon yakınlarında yapılan lokomotif ve vagonları birleştirme, ayırma, götürme, yükleme, bakım ve tamir işlemlerinden doğan gürültülerdir (Kura ve ark., 1993).

-Havayolu Ulaşımı Gürültüsü

Havayolları özellikle endüstri devriminden sonra büyük gelişmeler göstermiş, bu gelişmeler sonucunda havaalanı çevresinde yaşayan bireyler artan gürültü düzeylerinden etkilenmişlerdir. Uçak teknolojisinin ilerlemesi ve uçuşlardaki artışlar sonucunda hava trafiği daha yoğunlaşmış, gürültü daha önemli duruma gelmiştir (Yılmaz, 1988).

Modern havaalanları, apronlar, taksi yolları, yolcu terminalleri pistler kargo ve bakım alanları arasında hareket ettiği kompleks yol serisinden oluşmaktadır.

Bütün bu kaynakların etkileri benzer koşullar altında çalışan uçak tiplerinin ölçülmesiyle en iyi şekilde değerlendirilir. Zemin gürültüsünden yerleşimleri korumak gereklidir. Özellikle gece kalkışları ve gece yapılan test çalışmaları konut bölgeleri için sorundur. Değişik uçak tipleri zemin trafiğinin yoğunluğuna ve havaalanı olanına bağlı olarak manevra yaparlar. Bunun için problemin incelenmesinde gürültü seviyesine etki eden yerel şartlar ele alınmalıdır (Yılmaz, 1988).

b) Endüstri ve Donanım Gürültüleri

Hammaddeleri işlenmiş hale sokarak değerlendirmeye yarayan işlem ve araçların tümü şeklinde tanımlanan endüstri ya da sanayi, bilim ve teknoloji gelişiminin yanı sıra kentlerin içinde, konut yerleşmelerinin yakınlarında yer alan fabrika yapıları ve işyerleri ile gürültü kirliliği kaynaklarının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Kent dışındaki endüstri bölgelerinin düzensiz yerleşimlerle kent sınırlarının içine girmesi, kent içinde de gelişmiş güzel dağılmış işyerlerinin veya bilinçli yerleştirilmiş hafif endüstri alanlarının çeşitli nedenlerle artması sorunu ağırlaştırmaktadır.

Endüstriden kaynaklanan gürültüyü ses kaynağında azaltmak için;

- 1- Darbe etkisini sıkmak veya basma ile değiştirmek
- 2- Dişli sistemle çalışan makineleri kemer sistemle değiştirmek
- 3- Sesli makine parçalarını az sesli metalden veya toz metalden yapmak
- 4- Sesli makine parçalarını veya tüm makineyi özel bir kabukla örtmek
- 5- Makine parçalarını iç mukavemeti yüksek olan metalden yapmak
- 6- Gürültüyü yutan özel macunlarla sesli makine parçalarını kaplamak
- 7- Pnömatik makine veya çekicilerde ses yutucuları kullanmak
- 8- Makine ve araçlara düzenli bakım yapmak ve tüm parçaları yağlamak gerekmektedir (Hamidoğlu, 1994).

Endüstri gürültüleri ile ilgili dünya ülkelerinde kabul edilen bazı standartlar Çizelge 1.19. 'da verilmiştir.

Çizelge 1.19. Bazı Ülkelerde Makine Gürültüsü Ölçüm Standartları (Hassel, 1979)

ÜLKE	STANDART NO	STANDART İÇERİĞİ	İLGİLİ KURULUŞ
Avusturya	ÖAL Nr.1	Makine gürültüsü ölçümleri	Avusturya gürültüyle mücadele bürosu
Belçika	NBN 263–1951	İşletmelerdeki makine gürültüleri	Belçika Standart Enstitüsü
Bulgaristan	BDS 8011–66	Elektrik motorlu makinelerde gürültü ölçümleri	Standart Enstitüsü
Rusya	ÖSN 090862 ÖSN 123062 ÖSN 178055 ÖSN 300513 ÖSN 350019 ÖSN 361005	Dizel motorların gürültüsü ve ölçüm metotları Havalandırma cihazlarında gür. ve titr. ölçümü Bilgisayarlardan kaynaklanan gürültü ölçümü. Motorlu araçların hareket halinde iç gür. Ölç. El. Makine gür. Ölçümü için özel test metotları Harici motor uygulamalarında gür. Ölçümleri	Standartlar ve Ölçümler Bürosu
Fransa	S30-006 S 31-006	Makinelerde gürültü ölçümü ve kodları Elektrikli makinelerde gürültü ölçümü ve kodları	Fransa Standart Birliği

Çizelge 1.19.'nin devamı.

Almanya	DIN 9756 DIN 42540 DIN 45632 DIN 45635 DIN 52218	Elektrikli makinelerde gürültü ölçümü Transformatörlerin ses düzeyleri Elektrikli makinelerde ses ölçümü Makinelerde ses ölçümü Elerdeki su tesisatı sesinin ölçümü ve lab. Testi	
I.S.O.	R 495	Makine gürültü ölçümleri için genel testlerin hazırlıkları	Ul. Arası Standart Birliği
Büyük Britanya	B:S:848:1966 B:S:4196:967	Fan gürültü sesleri Makinelerdeki gürültü ölçüm metotları rehberi	Britanya Standart Birliği
Hindistan	IS.4758-1969	Makinelerden oluşan gürültü ölçüm metotları	Hindistan Standartlar Enstitüsü
Japonya	JIS B 1548 JIS D 1041	Rulman ve yataklardan oluşan ses seviyeleri Motosiklet kornası ses sev. Testi	Japonya Standartlar Enstitüsü
Romanya	STAS 7150- 65 STAS 7301-65	Endüstriyel gürültü ölçüm metotları Elektrikli makinelerden oluşan gürültü ölçümleri	Standart Bürosu

c) Yapım (Şantiye) Gürültüsü Kaynakları

Şantiye gürültülerini, insan sağlığı açısından değerlendirdiğimizde konunun iki boyutu olduğu görülür. Birinci boyut direk şantiyede, inşaat makinelerinde çalışan insanların gürültüden etkilenmesi, ikinci boyut ise şantiye çevresinde yaşayan insanların gürültüden etkilenmesidir.

İnşaat makinelerinin birçoğunda gürültü düzeyi, insanda otolojik (kulakla ilgili) bozuklukları oluşturması bakımından sınır değer olarak kabul edilen 90 dBA'nın üzerindedir. Genellikle yaptıkları işin özelliği açısından kulak koruyucu kullanmayan bu insanların işitmelerinin zarar görmemesi, çalışma saatlerinin düzenlenmesi ile mümkündür.

Şantiye gürültülerinin diğer boyutu ise son derece önemli olan ve çok sayıda insanı ilgilendiren büyük bir çevre sağlığı problemi oluşturan boyutudur. Problemin büyüklüğü şantiyede günlük çalışma sürelerinin düzensiz ve yasalara uygun olmaması ile ilgilidir (Sabuncu, 1988).

Gürültü ve Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen standart değerler Çizelge 1.20'de verilmiştir.

Çizelge 1.20. Çevre ve Orman Bakanlığı Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği

Gürültüye maruz kalınan süre (saat/gün)	Maksimum gürültü seviyesi (Leq dBA)
7.5	80
4	90
2	95
1	100
0.5	105
0.25	110
1/8	115

d) İnsan Faaliyetleri Sonucunda Oluşan Gürültü

İnsanların yaptıkları çeşitli faaliyetler sonucunda meydana gelen gürültülerdir. Bunlara örnek olarak ticari amaçlı faaliyetler, reklâm amaçlı faaliyetler ve çeşitli sosyal aktivitelerden söz edilebilir.

Evsel ve toplumsal kökenli gürültülerde insanlar günlük yaşamlarında gürültüye neden olabilecek tüm fiillerden olabildiğince kaçınmalıdır.

Bu çalışma daha çok ulaşım ve endüstri kaynaklı gürültü yönünde olacaktır. Ölçümler ve ölçüm noktaları bu kaynaklar gözönünde bulundurularak belirlenecektir.

1.3.3. Gürültü Kirliliğine Neden Olan Fiziksel Etkenler**1.3.3.1. Çevre Şartlarının Gürültüye Olan Etkileri****1) Sesin yansıması ve absorbsiyon**

Gürültünün yayıldığı ortamdaki maddeler gürültüyü meydana getiren ses dalgalarının yansıması veya yutulması bakımından önem taşır. Gürültü dalgaları bir yüzeye rastladığında enerjinin bir kısmı geri döner, bir kısmı yüzey içerisine nüfuz eder, bir kısmı da yüzey tarafından absorbe edilir. Bu parçaların büyüklüğü yüzey tipine bağlıdır.

Gürültü kaynağı ile gürültüye maruz kalanlar arasında çeşitli engeller bulunması, gürültünün ölçülmesi ve kontrolünü güçleştirir.

Yüzeylerin ses dalgalarını absorbe etmesi, etkili pürüzlülük, porozite gibi malzemenin çeşitli özelliklerine bağlıdır. Yüzeylerin absorbe etme özelliği 0-1 arasında değişen absorbsiyon katsayısı ile ifade edilir. Absorblama özelliği fazla olan malzemeler gürültü kontrolünde büyük ölçüde kullanılır.

Ses düzeyleri kaynağın ışıyım yaptığı çevrenin ses dalgalarının yayılmasında etkili olan özelliklerine bağlı olarak uzamsal değişime uğrar. Sesin yayıldığı çevre akustik yönden iki tür olabilir.

a) Serbest Alan

Homojen ve bozulmamış bir atmosferde, tüm yansıtıcı ve yutucu yüzeylerden arınmış ve yalnızca direk ses ışınlarının ulaştığı bir ortamdır.

b) Yayımk (dağımk) alan

Dış etkenler ile yansıma, kırılma, saçılma gibi olaylar sonucu sapma ve bozulmalara uğramış ve karmaşık ses ışınlarının oluşturduğu alanlardır.

Pratikte yapıların içine ve dış çevresine ilişkin gürültü problemlerinde tam anlamıyla serbest alana rastlamak güçtür.

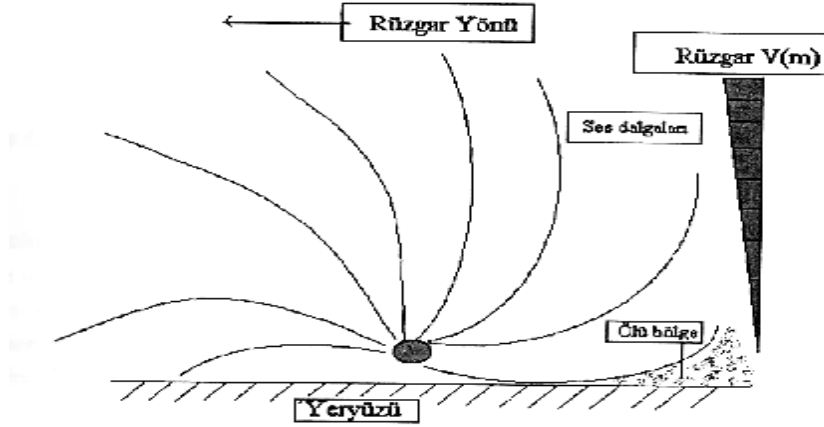
Gürültü düzeylerinin, açık ve kapalı diye tanımlanabilen örtülmüş ve örtülmemiş yapma çevrelerde yayılmaları sırasında uğradıkları uzamsal değişimler üzerinde çevrenin fiziksel özelliklerinin büyük etkisi bulunmaktadır. Bu arada ses dalgalarının doğuşu ve kullanıcıya aktarılma yollarının kullanıcıya aktarılması gerekmektedir. Doğuş yeri bakımından hava ve katı ortam doğuşlu olabilen seslerin yayılmaları, her iki ortamda da olabilmektedir (Kurra ve ark., 1993).

Atmosferde yayılan gürültünün şiddeti mesafe arttıkça azalır. Bunun yanı sıra hız ve sıcaklık gradyanları, çalkantı ve ortamın viskozitesi de gürültünün yayılmasına ciddi bir biçimde etki eder. Ortamın viskozitesi gürültünün frekansını azaltır ve yayılma güzergâhını değiştirir. Gürültü kontrol ve ölçümleri daha çok yeryüzünde yapılmaktadır. Bunun için kaynakla gürültüye maruz kalanlar arasındaki engeller dolayısıyla meydana gelen absorpsiyon ve yansımalar, gürültü kontrolü bakımından önemli yer tutar.

1.3.3.2. Atmosferik Şartların Gürültüye Etkileri**1) Rüzgâr Etkisi**

Atmosfer normal şartlar altında gerçek bir akışkan olduğundan, akışkanların bütün özelliklerine sahiptir. Havanın viskoz bir ortam olması dolayısıyla yeryüzünde hava moleküllerinin hareketi sıfırdır ve burada sınır tabakası teşekkül eder. Bu kaynaktan yayılan gürültü dalgaları belli bir atmosfer tabakasına geldiğinde, değişik yönlerde ve yüksekliklerde farklı hızlara sahip olabilir.

Yeryüzünde bir gözlemciye göre rüzgârın etkisinde Şekil 1.10 'da gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Sınır tabakasında gürültü dalgalarının kırılması.

Rüzgâr bir hava akımı olduğundan şiddetine bağlı olarak ses dalgalarını da estiği yöne doğru sürükler. Burada rüzgarın yönüne göre ses kaynağının bir tarafında gürültü şiddeti artarken diğer tarafında ölü bir bölge ortaya çıkmaktadır (Özbilen, 1989).

2) Sıcaklığın Etkisi

Gürültü dalgalarının atmosferdeki hızı hava sıcaklığı ile artar. Halbuki atmosferde hava sıcaklığı yükseklikle azalır. Yükselen gürültü dalgaları düşük sıcaklıktaki bir atmosfer tabakasına girerse yayılma hızını kaybeder ve ses dalgaları iki tabakanın sınırında kırılır. Neticede rüzgârsız bir havada yeryüzünden yükselen gürültü dalgaları hız gradyantının büyüklüğüne bağlı olarak bükülür ve kaynaktan belirli mesafelerde ölü noktalar teşekkül etmeye başlar. Bununla beraber inversiyon tabakasının meydana geldiği hallerde, atmosferde hava sıcaklığı yükseklikle arttığından gürültünün yayılma hızı da yükseklikle arttığından gürültünün yayılma hızı da yükseklikle artar ve ölü noktalar teşekkül etmez .

1.3.4. Gürültü Birimleri ve İndeksleri**1.3.4.1. Gürültü Seviyesi (Ses basınç seviyesi)**

Ses yayılması sırasında değişen atmosferik basıncın denge basıncına göre farklıdır. 0.0002 Newton/m² lik standart referans ses basınç seviyesine oranlanan ses basınç düzeyinin birimi desibeldir. Buna göre ses şiddeti seviyesi;

$$L_p = 10 \log (P/P_o)^2$$

olarak ifade edilir.

Burada P, ölçülen gürültü basınç düzeyini, P_o, değeri ise 0.0002 Newton/m² lik standart referans gürültü basıncını temsil etmektedir.

1.3.4.2. Eşdeğer Gürültü Seviyesi

Verilmiş bir süre içerisinde süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini veren dBA biriminde bir gürültü ölçөгüdür. dBA ise, insan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslarının özellikle vurgulandığı bir ses değeriendir. Buna göre eşdeğer gürültü seviyesi;

$$L_{eq} = 10 \log (1/n) \sum 10$$

olarak ifade edilir.

1.3.4.3. Gürültü Azaltma Katsayısı

Konuşma seslerinin algılanmasında önemli yeri olan ve 250-2000 Hz. arasındaki frekans bölgesinde malzemelerin ortalama ses yutuculuk katsayılarını veren tek sayılı bir birimdir.

$$NRC = [a_{250} + a_{500} + a_{1000} + a_{2000}] / 4$$

şeklinde ifade edilir.

a ses yutuculuk katsayısı olup, 0–1 arasında değişen değeri alır.

1.3.5. Gürültü Kirliliğinin Çevresel Etkileri**1.3.5.1. Gürültünün Fizyolojik ve Psikolojik Etkileri**

Duyu organlarımızı ve sinir sistemimizi etkileyen istenmeyen ve gelişigüzel ses dalgalarının oluşturduğu gürültü sorunlarına insanın dayanma gücü sınırlıdır. Ayrıca aynı ses şiddetine ve kaynağına karşı, bireysel tepkiler farklılık gösterebilmektedir. Şöyle ki birisine sıkıcı gelen bir ses, diğerine kabul edilebilir gelebilir. Ancak aynı gürültüye maruz kalan kişilerin belirli bir yüzdesinin rahatsız olması, kabaca grup etkilenmesini belirler. Gürültüye karşı, kişilerin tepkilerindeki büyük değişimleri göz önüne almak üzere, sorunu karşılayan bir çözüm önerisi, ortalama bir tepkiye dayanmalıdır ki, bu %50 düzeyinde bir orandır. İnsanların gürültüye karşı duyarlılığı;

1. Fizyolojik,
2. Psikolojik,
3. Sosyal ve kültürel faktörlere bağlıdır.

Gürültünün çok çabuk ve akut tesirleri işitmenin sekteye uğramasıdır. İşitme duyusunun kaybolması veya bozulması işitme sisteminin bir bölümünde meydana gelen hasar sebebiyle olur. Ses dalgalarının insan beynine ulaşması, bilindiği gibi orta kulaktaki örs ve çekiç kemikleri, kulak zarı ve çok ince tüy hücreleri yardımıyla olur. İnce tüycük halindeki hücrelerin mekanik hareketleri biyoelektrik sinyallerine dönüştürülür ve ses sinirleri yardımıyla beyine ulaştırılır.

Akut şeklindeki tesirler, kulak zarında çok yüksek ani gürültüler neticesinde meydana gelir. Daha tehlikeli olanları, iç kulaktaki ince hücrelerde meydana gelen kronik tesirlerdir. 120 dBA iç kulakta sürekli hasarın olduğu ve dengenin bozulduğu sınır olup, 130-140 dBA kulak sancı eşiğidir.

Gürültünün neden olduğu diğer hastalıklar kalple ilgilidir. Araştırmalar, gürültünün kalp atışını değiştirdiğini, kanı koyulaştırdığını ve kan damarlarını genişlettiğini göstermiştir. Gürültünün baş ağrısı yaptığı ve insanı daha alıngan ve öfkeli yaptığı da bir gerçektir.

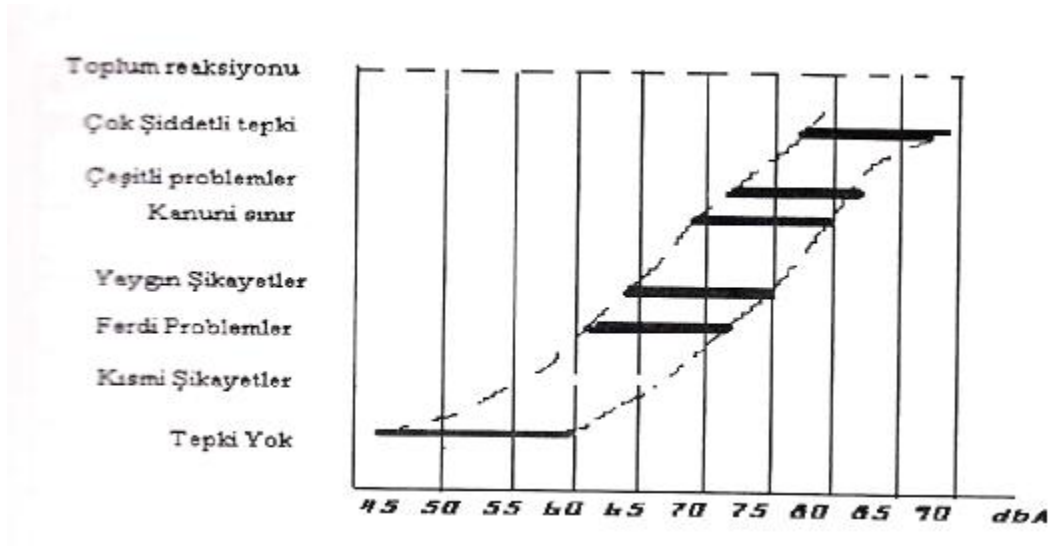
Bu sayılandan başka gürültü;

1. Hipertansiyon

2. Ciltte solukluk
3. Solunum ve kalp damar sistemi bozuklukları
4. Nöro-motor tepki reaksiyonlarında gecikme gibi sağlığa zararlı etkiler yapabilmektedir.

Diğer fizyolojik etkiler arasında kas refleksleri oluşması, uyku bozuklukları ve hormon al denge bozuklukları sayılabilir.

İnsanların gürültüye olan tepkileri Şekil 1.11.' de verilmiştir.



Şekil 1.11. İnsanların gürültüye olan tepkileri

Gürültüden doğan rahatsızlıkların derecesini etkileyen faktörler şöyle sıralanabilir.

1. Sesin şiddeti ve karakteri
2. İçeri giren sesin süresi
3. Ses de farklı frekansların varlığı
4. Başlangıcın aniliği

Değişik gürültü kademelerinin insanda oluşturduğu tahribat Şekil 1.12.'de verilmiştir.

Gürültü derecesi	dB	Sessiz bir saatin tıkırdaması Yaprakların hafif ses çıkarması Hoş bir sürekli yağmur	Çok sessiz
	30	Yaprakların ses çıkarması Sessizce sohbet Fısıldamak	Sessiz
	40	Yakından fısıldamak Ortalama ev sesleri Sessiz oturma caddesi	Az sessiz
30-65 dBA Fiziksel reaksiyonlar	50	Sohbet konuşması	Normal sesli
	60	Sohbet konuşması 1 m. uzaklıktan büro gürültüsü	
65-90 dBA Psikolojik Ruhsal reaksiyonlar	70	Sesli sohbet Bağırma Otomobil	Sesli
	80	Şiddetli intensif trafik gürültüsü	
	90	Sesli fabrika salonu	Çekilmez derecede sesli
90-120 dBA Psikolojik ruhsal reaksiyonlar	100	Otomobil kornası	
	110	Motosiklet gürültüsü	
	120	Uçak motoru	

Şekil 1.12. Değişik gürültü kademelerinin insanda oluşturduğu tahribatlar (Köyağasıoğlu, 1988)

1.3.5.2.Gürültünün Konuşma Üzerine Etkileri

Gürültünün en büyük etkilerinden biri, kişiden kişiye olan iletişimi güçleştirmesidir. Çevredeki gürültü arttıkça, konuşmacı sesini yükseltecektir. Normal konuşmalar, sanayi gürültüleri ile bastırılabilir. 80 dBA basınç seviyesine sahip bir fabrika gürültüsü karşılıklı konuşmaya tamamen engel olmaktadır.

Türk standartlarında normal ve yüksek seslerde yapılan konuşmalarda yeterli anlaşılabilirliğin olduğu kabul edilen en büyük uzaklıklar Çizelge 1.21. 'de verilmiştir.

Çizelge 1.21. Normal ve yüksek sesle yapılan konuşmalar için değişik mesafelerdeki gürültü girişim seviyeleri

Konuşmaya karışan gürültü seviyesi (dB)	Normal konuşmanın yeterli anlaşılabilirlikte olacağı en fazla uzaklık (m)	Yüksek sesli konuşmanın yeterli anlaşılabilirlikte olacağı en fazla uzaklık (m)
35	7.5	15
40	4.2	8.4
45	2.3	4.6
50	1.3	2.6
55	0.75	1.5
60	0.42	0.85
65	0.25	0.50
70	0.13	0.26

1.3.5.3.Gürültünün Çalışma Hayatına Etkisi

Gürültü kişi başına olan verimi düşürür. Bir sigorta şirketinin yaptığı çalışmada şu sonuçlar çıkmıştır; gürültünün azalması ile hesap işlerinde çalışanların yaptığı hatalar %52, daktilografların yaptığı hatalar %29 oranında azalmıştır.

Diğer bir araştırma, gürültülü yerlerde çalışanların 4 saatten sonra randımanlarının %33 azaldığını göstermiştir. Gürültünün randıman üzerine etkisi konusunda yapılmış bir başka araştırma çok anlamlıdır; bir grup işçi çok gürültülü bir kazan imalathanesinin yakınında bir yerde ısı regülâtörü monte ederler ve monte

edilen 80 regülâtörün 60 adeti hatalı çıkar. Aynı işçiler gürültülü yerden alınıp sessiz bir yere geçirilince aynı sürede monte ettikleri regülâtör sayısı 110' a kadar çıkar ve buna karşılık hatalı kurulan regülâtör sayısı 7 adette kalır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Türkiye’de ve diğer ülkelerde toz ve gürültü kirliliği üzerine daha önce yapılan çalışmalarda toz ve gürültü birbirinden bağımsız iki farklı araştırma konusu olarak ele alınmış çalışmalar ayrı yürütülmüştür. Bu bakımdan yaptığımız çalışma aynı zamanda bir ilki de teşkil etmektedir.

2.1. Toz ve Hava Kirliliği ile İlgili Önceki Çalışmalar

Şehir merkezleri ve yerleşim birimlerinde hava kirliliği seviyeleri 1970’li yılların ortalarından bu yana Birleşmiş Milletler başta olmak üzere uluslararası kuruluşların odaklandığı çevre problemi haline gelmiştir. Bu durum öncesinde Türkiye’de ve diğer dünya ülkelerinde hava kirliliği çalışmalarının çevre araştırmaları arasında yer aldığını gösteren önemli örnekler bulunmaktadır.

2.1.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Kalafatoğlu ve ark. (2001), Türkiye’nin çeşitli yerlerinde bulunan 10 çimento fabrikasındaki bacada Hg, Cd, Cr, Pb, Ni, Se, Te, V, Sb, Ba, Zn, Co, Sr, Cu, Bi, Mo, Be ve As iz elementlerinin ölçümlerini yapmışlar ve baca gazındaki birim üretim başına iz element konsantrasyonlarını saptamışlardır.

Envy (2000), yapılması planlanan ve şu an işletilmekte olan Sugözü Termik Santrali’nin inşaatı ve işletilmesi aşamasında çevreye verileceği zararların tespit edilmesi için bir ÇED çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada, santralin işletmeye alma ve işletme aşamalarında kullanılacak yakıt türleri ve miktarları belirlenmiş ve santralden kaynaklanacak emisyonlar, bu emisyonların asgari düzeyde tutulmasına yönelik olarak alınacak önlemler ve tesisin bacasından atmosfere atılacak kirleticilerin (SO₂, NO_x, toz ve CO) belirlenen çalışma alanı içinde, mevcut meteorolojik koşullar altında ne şekilde yayılacağı ve bu yayılma sonucunda söz konusu kirleticilerin yaratacağı yer seviyesi konsantrasyon (YSK) değerlerini belirlemek amacıyla modelleme çalışmaları yapılmıştır.

Temelsu (1999), Göksu Nehri üzerinde yapılması planlanan enerji amaçlı Köprü Barajı ve HES Projesi Çevresel Etki Değerlendirmesi raporunu

hazırlamıştır. Rapor kapsamında kurulması planlanan barajın inşaatı sırasında oluşacak toz kaynakları, toz miktarının hesaplanması ve tozun dağılımı için modelleme çalışmaları yapmışlardır.

Serdar (1998), Adana'nın Yumurtalık İlçesi'nde kurulması planlanan petrokimya tesisi ve iskelesi için ÇED çalışması yapmıştır. Planan tesisten kaynaklanacak hava kirliliğini tespit etmek amacıyla ISCLT2 model programını kullanmıştır.

Halefoğlu (1997), Adana'da bulunan primer kirleticilerin düzeyini saptamış, Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla sanayi tesislerinde ölçülen emisyon ve baca gazları verileri ile bir veri tabanı oluşturmuştur. Gauss matematiksel dağılım modelini kullanarak Adana'da sanayiden kaynaklanan SO₂ konsantrasyonu dağılımı haritasını çıkartmıştır.

Tayanç ve diğ. (1997), 1951-1990 periyodu için Türkiye'nin çeşitli illerinden seçilmiş 54 iklim istasyonuna ait sıcaklık verilerinin kriging ile dağılımını inceleyerek şehirleşmenin hava kirliliği ile ilişkisini araştırmıştır. Soğumanın sebepleri SO₂ ve APM gibi bazı kirleticiler ile bağlantı kurularak ortaya konmuştur.

Kaya ve Oğuzer (1996), Adana ilindeki hava kirliliği parametreleri ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Kentin sınırları içerisinde bulunan endüstri kuruluşlarının D-400 karayolunun kuzey ve güney kesimlerinde olduğunu ve asıl kirlenmenin bu bölgelerde gerçekleştiğini görmüşlerdir. 1993 ve 1994 yıllarında şehir merkezinde SO₂ ve PM ölçümleri yapmış ve ölçüm sonuçlarını meteorolojik parametreler ile kıyaslamışlardır. Çalışmanın sonucunda yıl içerisinde en yüksek kirliliğin Aralık, Ocak ve Şubat aylarında olduğunu göstermişlerdir.

Ertürk ve diğ. (1995), İstanbul'da doğal gaz kullanımında öncelik verilecek bölgelerin tespiti için kriging yöntemini kullanarak kirlilik haritasını oluşturmuştur.

Şen (1995), SO₂ konsantrasyonu için birikimli yarı variogram metodunu önermiştir.

2.1.2. Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar

Fiala ve diğ. (2001), Çekoslovakya'da 1989-1998'e kadar olan on yıllık periyotta hava kalite ölçüm istasyonundaki SO₂ ölçümlerini kullanarak kriging ile yıllık SO₂ konsantrasyon ve yağış verilerini kullanarak da atmosfer kükürt birikiminin CBS ile haritalarını oluşturmuşlardır.

Zhu ve diğ. (2001), Kuzey Belçika'daki 2200 evden elde edilen Radon ölçüm verilerini modellemiş ve sayısal hale getirmişlerdir. Radon konsantrasyonunun mekansal dağılımını incelemek için 1988-1995'e kadar olan sürede yaklaşık 1700 ölçümden oluşan kısa-süreli Rn veri setinden küresel variogram modeli kullanarak kriging yöntemiyle kontur haritalar oluşturmuşlardır.

Mensink ve ark. (2000), Antwerp (Belçika) kentinde 20x20 km. bir alanda trafikten kaynaklanan CO, NO_x, PM, SO₂, ve Pb hava kirleticilerinin saatlik emisyonlarını belirlemek amacıyla model çalışma yapmışlardır. Kent trafiğinin işlediği yaklaşık 2000 yolda trafik yoğunluğunu, şehirselle trafik akış modeli ile, emisyon faktörlerini ise araçların tipine, araç motorlarının sıcak veya soğuk çalışma sayısına, kullanılan yakıt tipine, trafik yoğunluğuna, araç sayısına, yol tipine vb. faktörleri baz alarak değişim gösteren COPERTII metodu ile belirlemişlerdir.

Sengupta ve diğ. (1996), Hindistan'ın önemli ölçüde yüksek nüfus ve sanayiye sahip dünyadaki belli başlı büyük şehirlerinden olan Büyük Bombay bölgesinde CBS kullanılarak hava kirliliğine maruz kalan nüfus ve risk alanlarını belirlemiştir. Çalışmada 22 hava kalitesi ölçüm istasyonundan elde edilen NO₂, SO₂, APM'nin 24 saatlik ortalama değerleri bir CBS programı olan GRAM-GIS kullanılarak her bir kirletici için belirlenen ağırlık değeri ile çarpılmış ve elde edilen haritalar karşılaştırılarak hava kalite indeksi (HKİ) elde edilmiştir.

Loibl ve diğ. (1994), çevresel parametrelerin ve hava kirliliğinin mekansal dağılımını gösterebilmek, insan ve bitkiler üzerinde etkilerini gösterebilmek için hava kirliliği haritaları üretmiştir. Hava kirliliği araştırmalarında kirlilik konsantrasyon haritaları mekansal enterpolasyon yöntemleri kullanılarak oluşturmuştur. Çalışmasında hava kirliliği konsantrasyon haritalarının üretilmesi için jeostatistiksel bir yöntem olan kriging metodunu kullanmıştır.

2.2. Gürültü Kirliliği ile İlgili Önceki Çalışmalar

Gerek gürültü kaynakları, düzeyleri ve ölçümü ile gerekse gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri ve önlenmesi ile ilgili değişik çalışmalar yapılmıştır. Konu ile ilgili bu çalışmalar aşağıdaki gibi Türkiye'de ve yabancı ülkelerde yapılan çalışmalar olarak iki başlık altında incelenmiştir.

2.2.1. Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

Özbilen ve Var (1992), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğun karayolu trafiği olan şehirlerarası transit yollar üzerinde planlanan yeni dinlenme ve rekreasyon alanlarının gürültüden etkilenmelerini azaltabilmesi için doğal elemanlarla çözüm aramışlardır.

Özbilen (1992), çalışmasında gürültü çevre ilişkilerine, sesin yayılmasına etki eden fiziksel çevre faktörlerine, açık alanlarda gürültü konusunda yapılan çalışmalara genel olarak gürültüden korunma ilkelerine, gürültünün hesaplanmasına değinmiş ve Trabzon Kenti'nde doğal elemanlarla yapılan bir uygulamanın sonuçlarını vermiştir.

Hasgür (1992), “Gürültü Kirliliğinin Türk Mevzuatı'ndaki Yeri” isimli çalışmasında, gürültünün çevre problemi olarak önemine değinmiş, gürültü ve ses ile ilgili tanımlara yer vermiş, gürültü kaynaklarını ve etkilerini sınıflandırmış, çevre kanunundaki ve yönetmelikteki yerini, gürültü ile ilgili hükümleri tespit etmiştir.

Gökdağ ve Üçüncü (1992), çalışmalarında, trafik kaynaklı gürültülere karşı yapılabilecek bitkisel, teknik ve planlama önlemlerini incelemişlerdir

Aknesel (1992), çalışmasında havayolu gürültülerini tarihi açıdan ele almış, uçak, uçuş ve havaalanı gürültülerini sınıflandırmıştır, uçak ve uçuş ve gürültüsü ölçümleri ile rahatsızlık değerlendirmelerinde kullanılan gösterge ve indekslere yer vermiş, yapılabilecek gürültü denetimlerini belirtmiştir.

Tekalan (1991), gürültünün işitme ve diğer sistemler üzerinde etkilerini incelediği çalışmasında, gürültünün tanımına, ölçümü, düzeylerine ve gürültüden korunma yollarına yer vermiştir.

Karabiber (1990), çalışmasında gürültü kirliliğinin insan sağlığına ve davranışları üzerindeki etkilerine bağlı olarak oluşan tepkileri bireysel ve toplumsal ölçekte tepki göstermesinin gürültü önlemedeki önemini belirtmiş ve Gürültü Kontrol

Yönetmeliğini incelemiş, gürültü kaynağına göre gürültü yapanları kontrol etmekle sorumlu olan kurumları belirtmiştir.

Yücel (1990), eserinde gürültünün tanımı, ölçümü ve kaynaklarını belirtmiştir, İstanbul ve İzmir’de çeşitli yerlerde yapılmış gürültü önlemleri konusunda bilgiler verilmiştir.

Kural (1990), çalışmasında ses ve gürültü ile ilgili tanımlar yapmış, gürültünün insan sağlığına etkilerini, gelişmiş toplumlarda artan teknoloji oranında gürültünün ve yaşa bağlı işitme kaybının arttığı belirtilmiş, gürültü kirliliğine karşı önlemler ve alkol-gürültü ilişkisini açıklamıştır.

Üner ve Tor (1989), Adana’da gürültü sorununu inceledikleri çalışmalarında, kentin 50 cadde ve 4 kavşağında gürültü ölçümleri yapmışlar, bu gürültü düzeylerinin Gürültü Kontrol Yönetmeliği’nce belirlenmiş gürültü üst sınırı değerlerinin üzerinde bulunduğunu saptamışlar ve gürültüye karşı alınabilecek temel önlemleri geliştirmeye çalışmışlardır.

Özgüven (1986), “Endüstriyel Gürültü Kontrolü” konusunda gerçekleştirdiği çalışmasında ses ile ilgili tanımlar yapmış, gürültü ölçümü ve ölçütü, sınıflandırması insan üzerine etkilerini, çeşitli endüstriyel gürültü kaynaklarını ve bunların kontrollerini açıklamış vibrasyon konusunda bilgiler vermiştir.

Şenocak (1980), çalışmasında gürültü kavramını, gürültü insan ilişkisini, etkilerini, sınır değerlerini incelemiş ve İstanbul Kentinde 6 ana bölgede 5'er örnekle ölçümler yapmış ve günlük gürültü farklılaşmasını değerlendirmiştir.

Yazgan (1979), çalışmasında gürültü ve ses tanımlarını yapmış, gürültünün insan sağlığı ve ekonomiye etkilerini incelemiş, gürültü kaynaklarını sınıflandırmış, gürültü azaltıcı önlemlere ve karayolu trafik gürültüsünü önlemede bitkisel materyalin önemine değinmiştir.

Özsoy (1979), Adana İli’nde yaptığı çalışmasında, gürültü ve etkileri konusunda bilgiler vermiş, Adana ilinin 23 değişik merkezinde gürültü düzeylerini saptamış, bu 23 merkezden elde edilen değerleri insan sağlığı yönünden ISO standartları ile karşılaştırıldığında 9 merkezin çok tehlikeli, 4 merkezin tehlikeli, 4 merkezin orta, 1 merkezin az ve 5 merkezin de tehlikesiz sınırlar içinde olduğu saptanmıştır.

Özer (1979), eserinde, akustikle ilgili temel kavramlar, ses yalıtımı, gürültü yalıtım elemanları ile gürültüden korunma yollarını, çeşitli yapı içi tesisatların izolasyonunu ve bu konu ile ilgili ayrıntılı bilgiler vermiştir.

2.2.2. Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar

Bum (1992), Alman Hükümetinin gürültü kontrol politikasının ana fikirlerini belirtmiş, gürültü kaynaklarına göre gürültü azaltımına öneriler getirmiştir.

Brüel & Kjaer (Tarihsiz), “Measuring Sound” isimli çalışmalarında ses-insan etkileşimi, sesin ölçüm nedenleri, tanımı, ölçüm aletlerinin genel işleyişini, ölçüm şeklini, gürültü düzeyini etkileyen çevresel faktörleri ve gürültüye karşı alınabilecek önlemleri açıklamışlardır.

Morales et.al. (1991), “An Acoustic Map of a District in the City of Valencia” isimli çalışmalarında gürültü kirliliğinin, çevre kirliliğine neden olan bir çok faktörden en yaygın ve en önemlisi olduğunu, endüstrileşen dünyada gürültünün yaşam kalitesini azalttığını belirtmişler, İspanya' da Valencia Kentindeki Natzalet çevresinde yaşayan halk üzerindeki çevre gürültüsünün etkilerini belirlemek için bir Gürültü Haritası oluşturmuşlardır. Buna göre gürültü kaynakları analiz ettiklerinde en fazla gürültünün karayolu trafiğinden (%37) ve endüstriyel gürültülerden (%28) oluştuğunu, gece ve gündüz gürültü düzeyleri arasında 20 dBA fark olduğunu ve gürültü düzeylerinin hafta sonlarında belirgin bir değişme göstermediğini tespit etmişlerdir.

BMU (1991), çalışmasında, yerleşim alanlarındaki yollarda trafik sessizleştirme önlemlerinin araç durumuna, ses ve atık gaz emisyonuna ve yakıt kullanımına etkileri karşılaştırılmakta, planlama önlemleri getirilmekte ve yol yüzeyinin gürültü emici elemanlarla yapımı ile gürültü düzeyinde azalmalar oluşturabileceğini belirtmektedir.

Murlu (1990), çalışmasında, gürültü ve vibrasyon kaynaklarını, etkilerini, ölçüm ve değerlendirme yollarını, konu ile ilgili yasal dayanakları ve bunların yürütülmesini, planlama ve teknik önlemlerle emisyon azaltımı açıklamakta ve halkın neler yapabileceğini belirtmektedir.

Ahlheim (1989), çalışmasında belirli başlıklar altında ses ve gürültü, gürültü etkilenim sınır değerleri, insan sağlığı, gürültü nedenli işitme bozuklukları, uçak gürültüsü ve önlemler konularında bilgi vermiştir.

Kehm et all. (1988), çalışmalarında, ses ile ilgili tanımlara, ölçümüne, engelleme sistemlerine, gürültü kaynaklarına, kontrol standartlarına, dış mekan gürültü kontrolüne değinmişlerdir.

Bmu (1986), çalışmasında, gürültü ile ilgili tanımlar yapmış, gürültü kaynaklarını sınıflandırmış, etkilerini, gürültüye karşı alınabilecek önlemleri incelemiş, gürültü kontrolünde karşılaşılan zorluklar belirtilmiş ayrıca gürültü konusu ile ilgili terimlerden oluşturulmuş bir sözlük hazırlamıştır.

Schlüter (1986), “Pflanze als Baustoff” isimli kitabında bitkisel elemanlarla gürültü kontrolü, gürültünün etkileri, bitkilendirilmiş şev, dik duvarlar, bentler, bunların yapımı ve etkilerini, kullanım alanlarını açıklamaktadır.

Brüel & Kjaer (1986), “Noise Control, Principles and Practice” isimli çalışmalarından akustikle ilgili tanımlara, gürültü insan ilişkisine, çeşitli makine ve aletlerin gürültülerin örneklenmiş ve bunların izolasyonlarına, daha az gürültü, üretecek şekilde yapımına yer vermişlerdir.

Ssu (1986), “Umweltatlas-Berlin” isimli çevre atlasının 8 ciltlik serisinin “Verkehr/Lärm” (Trafik/Gürültü) cildinde Berlin'in trafik yoğunluğu, yol kenarı gürültü, açık ve yeşil alanlarda gürültü ve gürültü etkilerinin haritalarını oluşturmuşlardır.

Bmı (1985), “Was Sie schon immer über Umweltschutz wissen wollten” isimli kitabında, gürültü ve etkileri, gürültü ve ses ile ilgili tanımları ve dB değerlerinin değişimini, hesaplanmalarını, gürültü kaynaklarını ve bu kaynaklardan halkın etkilenme durumu, teknik, planlama ve yasal önlemleri açıklamakta, gürültü etkileri araştırmaları ile konu ile ilgili uluslar arası çalışmalara değinmektedir.

Niedersächsische Landesregierung (1985), çalışmasında gürültü konusunu, etkileri, yasal sınır değerleri, gürültü kaynakları, önlemler başlıklarında incelemiş, gürültü haritası örneği vermiş ve ses emisyon haritaları ile sağlanabilecek düzenlemelere yer vermiştir.

Ulrich (1983), çalışmasında Alman Hükümetinin şehirlerarası yollarda gürültü kontrolü için oluşturduğu yasal dayanakları ve sınır değerleri tanıtmış, gürültü kontrolü için yapılan harcamaları açıklamıştır. 1983 yılına kadar yapılan gürültü kontrolü önlemlerinin miktarını ve bu önlemlerin m²' ye düşen birim fiyatlarını açıklamış' ye düşen birim fiyatlarını açıklamıştır.

Umweltbunde Samt (1982), çevre raporunda gürültü etkilerinin değerlendirmesini yapmış, planlama yolu ile ve yapılarda alınabilecek önlemleri, gürültü kaynaklarını incelemiş ve gürültü kaynağına göre alınabilecek önlemleri ve bu önlemlerin ekonomik durumlarını incelemiştir.

Krell ve Ulrich (1982), makalelerinde gürültü ölçümlerinin yapım şekline, trafik yönlendirici ve binalarda alınabilecek yapısal önlemlere sağlanabilecek gürültü azaltımlarına yer vermişlerdir.

Trada & Technical Press Ltd.(1979), “Handbook of Noise and Vibration Control” isimli çalışmasında akustik ve vibrasyon ile ilgili tanımlara, ölçüm ve analizlere gürültü ve vibrasyon kontrolüne, gürültü kaynakları ve bu kaynaklara göre kontrol yollarını açıklamıştır.

Klösterkötter (1978), çalışmasında gürültünün tanımını yapmış, gürültünün fiziksel ve psikolojik olgularını, etkilerini sınıflandırmış ve geniş bir şekilde ele almış, gürültü kaynaklarını tanıtmış gürültü kaynaklarında oluşabilecek sayısal artışlara göre gürültü düzeylerinde oluşan artışları grafiklerle belirlemiş ve alınabilecek teknik, planlama ve yasal önlemleri belirtmiş.

Neuber (1978), “Schutz vor StraBenverkehrslarm, Möglichkeiten und probleme” isimli çalışmasında günümüzde yol yapımında, gürültü kontrolünün öncelikle göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmiş, gürültü engelleme duvarlarının ve bentlerinin çeşitlerine ve yüksekliklerine göre yaptıkları gürültü azaltımlarını belirlemiş, yol kotunun, bitkisel materyalin gürültü kontrolüne olan etkilerini incelemiş, araçlarda teknik açıdan alınabilecek önlemleri ve trafik yönlendirme ile sağlanabilecek önlemlere örnekler vermiştir.

Broch (1975), çalışmasında ses ve vibrasyon tanımlarına, gürültü ölçümü ve ölçüm aletlerine ve bunların kullanımına ve gürültü kontrolüne değinmiştir.

Berry et all.(1974), “Land Use Urban Form and Environmental Quality” isimli çalışmalarında, ölçüm sistemlerine, konu ile ilgili tanımlara, emisyon kaynaklarına ve miktarlarına, etkilerine, A.B.D.’deki gürültü konusunda çevresel kalite değerlerine, standartlara ve bunların oluşturulmasına, gürültünün insan sağlığına, çeşitli aktivitelere ve ekonomiye etkilerini incelemişlerdir. Gürültü kaynaklarına örnekler vermişler, gürültünün zaman boyutunu, yayılmasını gürültü düzeyi kontrolünü, gürültü düzeyi haritası ile alan kullanım haritası arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir.

Hansen (1974),gürültü-insan etkileşimine değinmiş gürültü düzeylerini etkilerine göre sınıflandırmış, gürültü ölçümlerini, sınır değerlerini, gürültü kaynaklarını ayrı ayrı incelemiş, gürültü kaynaklarına göre alınabilecek önlemlere, gürültü kartları ve haritalarına ve bunların önemine yer vermiştir.

Beranek (1971), çalışmasında gürültü ve vibrasyonla ilgili bilgiler yanı sıra gürültünün ölçümü, hesaplanması ve kontrolü konularında bilgiler vermiştir.

Beck (1965), “Pflanze als Mittel zur Larmbekämpfung” isimli araştırmasında gürültü ile bilgiler vermiş, çeşitli bitkisel elemanların mevsimlere göre gürültü düzeyinde sağladığı azaltımları, bunu sağlayan en önemli bitki türlerini azalttıkları gürültü düzeyine göre sınıflandırmış, grup ağaçlandırma yöntemleri ile sağlanabilecek gürültü düzeyi azaltımları ve bunların dikim şekillerini incelemişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

Yüreğir ve Seyhan (Adana) ilçelerinin ana arterlerinde önceden belirlenen noktalarda toz ölçmek amacı ile; emisyon ölçümlerinde Thermo Anderson marka bilgisayar hafızalı toz ölçme cihazı, çökelen tozların ölçümünde Türk Standartlarının Çökelti Ölçme Cihazı, gürültüyü ölçmek amacı ile de; NL20 gürültü (desibel) ölçme cihazı kullanılmıştır. Ölçümler günün belirli saatlerinde yapılarak toz ve gürültü kirliliği yoğunluk haritaları çıkarılmıştır.

Modelleme çalışmaları için gerekli olan meteorolojik veriler Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Meteorolojik veriler rüzgar esme yönü ve frekansları, ortalama rüzgar hızları, nem, basınç ve ortalama sıcaklıklardır.

3.1. Toz Ölçümleri için Uygulanan Materyal ve Metot

Tozlar havada iki şekilde bulunur. Havada askıda kalan tozlar (APM) ve çökelen yani çökelti oluşturan tozlar. Bunların ölçümleri birbirinden bağımsız iki farklı yöntem ve cihazla yapılmıştır.

3.1.1. Havada Askıda Kalan Tozlar için Uygulanan Materyal ve Metot

Havada bulunan askıda partikül maddeleri ve emisyonları ölçmek için digital hafızalı Thermo Anderson marka PDR-1200 model emisyon ölçme cihazı kullanılmıştır. PM10 (Partikül Madde 0-10 µm) ölçümleri yapan bu cihaz Amerikan orijinli olup, gravimetrik metotla örnekleme yapabilen PDR-PU pompasına sahiptir. Ölçüm yapılırken PDR-PU pompası 5 lt/dk debi kullanılmış ve örnekleme sırasında PM10 başlığı kullanılmıştır (Şekil 3.1.).

Seyhan ve Yüreğir ilçelerinin şehir planını gösteren haritada önceden belirlenip işaretlenen noktalardan günün belirli saatlerinde ölçümler alınmıştır. Ölçüm alınma saatleri trafiğin en yoğun olduğu saatler olan sabah 08.00 – 11.00 ve akşam 16.00 – 20.00 arasındadır. Bu noktaları gösteren harita **Ek.1.** 'de sunulmuştur.

Farklı dönemlerdeki günlerde gerekli olan meteorolojik veriler Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınıp yağışın olmadığı, nemin düşük olduğu ve rüzgarsız günler seçilerek ölçümler alınmıştır.

Ölçümler bulvar veya caddenin güzergahında 100 m aralıklarla yapılmıştır. Hatalı bir ölçüme meydan vermemek için aynı noktada en az üç kez ölçüm tekrarlanmış ve bunların ortalamaları alınmıştır. Ayrıca durağan ve akışkan trafikte ölçümler alınmış ve kıyaslama yapılmıştır.

Ölçüm sonuçları $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cinsinden kaydedilirken, ölçüm yapılan noktanın adresi, tarihi, saati ve meteorolojik verileri ile beraber rapor edilmiştir.



Şekil 3.1. Thermo Anderson Emisyon Ölçüm Cihazı

3.1.2. Çökelti Oluşturan Tozlar için Uygulanan Materyal ve Metot

Bu tozların ölçümü için Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 2341/Nisan 1976 sayılı standardına uygun olan hava kirliliği ölçme metotları ve çökelti ölçme cihazı kullanılmıştır.

Bu araştırmada Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Bölümü'nde demirbaş olarak bulunan 4 (dört) adet çökelti ölçme cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.2.). Yılın belirli dönemlerinde haritadan ana arterler ve

bulvarlar üzerinde dört farklı istasyon belirlenerek bu cihazlar standartlara uygun bir şekilde yerleştirilmiştir. Bu istasyonları gösteren harita **Ek.2.**'de sunulmuştur.

3.1.2.1. Cihazın Özellikleri

a) Sehpa : Sehpa, yumuşak çelikten yapılmış olmalı ve tüm parçaları birleştirildikten sonra galvanize edilmiş olmalıdır. Kuşlara karşı koruyucu kafes, yaklaşık olarak 0,7 mm delik açıklığında olmalı ve sehpanın ana gövdesine bağlanmalıdır. Kullanılması sırasında korozyona uğrayabildiğinden galvanizli telden yapılmış kafes elverişli değildir.

b) Toplama Kabı : Toplama kabı, kimyasal maddeler dayanıklı, statik elektrikle yüklenmeyen cam veya uygun bir plastik malzemeden yapılmış olmalıdır. Her toplama kabı bir seri numarası ile işaretlenmeli ve her kap için bir dönüştürme faktörü (F) bulunmalıdır. Toplanan çökeltinin ağırlığı (miligram olarak) bu faktörle çarpıldığında sonuç metrekarede miligram (mg/m^2) olarak bulunur.

Dönüştürme faktörü, toplama kabının ortalama etkin çapından hesaplanır. Kabın çevresinde, 12 noktada, iç ve dış çaplar ölçülür ve bu 24 ölçünün ortalaması D, alınır. Ölçüler milimetreye yuvarlatılır ve faktör (F), $1/\text{m}^2$ olarak, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$F = \frac{127,3 \times 10^4}{D^2}$$

c) Huni : Huni, paslanmaz çelikten veya polietilenden yapılmış olmalıdır. Çelikten yapılmış hunilerin tüp kısmı CrNiMo 18/6/3 paslanmaz çeliğinden yapılmış olmalıdır. Polietilen kullanılmış ise huninin konik ve silindirik kısımları tek parça halinde dökülmüş olmalıdır.

d) Fırça, Tıpa ve Plastik Silecek : Sapına lastik tıpa geçirilmiş bir tüp fırçası veya kısa bir bütet fırçası kullanılabilir. Silecek, uygun bir sapa tutturulmuş sert bir lastik şeritten oluşur.

3.1.2.2. Cihazın Yerleştirilmesi

Çökelti ölçme cihazı öncelikle açıklık ve düz bir yere yerleştirilmelidir. Düz bir yerin bulunmaması halinde sehpanın ayakları ayarlanarak, toplama kabının üst düzeyinin yatay konumda olması sağlanmalıdır. Sehpanın ayaklarındaki deliklere vida veya pimler sokularak konumunun değişmezliği sağlanır. Cihazın, çevresindeki kendinden daha yüksek olan cisimlerden uzaklığı, toplama kabının üst düzeyi ile bu cisimlerin yüksekliği arasındaki farkın iki katından az olmamalıdır. Cihaz toprak düzeyinden daha yükseğe konulabilir. Bu durumda toplama kabının üst düzeyi toprak düzeyinden 5 m 'den daha yüksek olmamalıdır (TSE 2341, 1976).

3.1.2.3. İşleme Başlama

Toplanan çökeltinin kimyasal yapısını etkileyebilecek mikroorganizmaların üremesini engellemek için, temiz toplama şişesine 10 ml 0,02 N bakır sülfat çözeltisi (litrede 2,50 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) konulmuştur.

3.1.2.4. İşlemi Bitirme

Başlangıç ayını takip eden ayın aynı gününde cihaz gözden geçirilmeli, yaprak, sinek, vb. gibi yabancı cisimler toplama kabından alınmalıdır. Herhangi bir nedenle ayın aynı gününde bu işlem yapılamaz ise bu durum raporda belirtilmelidir.

Fırça toplama kabının ağzından içeri doğru, boruların ve huninin içinden sokulmalı ve bu işlem fırçanın sapındaki lastik tıpa toplama kabının çıkış deliğini örtecek duruma gelinceye kadar sürdürülmelidir. Toplama şişesinden yaklaşık olarak 500 ml sıvı, toplama kabına alınır ve toplama kabının iç çeperlerine yapışmış çökelti kısımları lastik silecek ile yerlerinden oynatılarak sıvı faza katılır. Şişede toplanan sıvı bu amaç için yetmiyorsa bilinen hacimde damıtık su kullanılmalıdır (bu işlemde kullanılan su, ancak toplama kabındaki yağmur suyu yeterli olmadığında kullanılmalıdır). Bundan sonra tıpa çıkarılır ve toplama kabındaki suyun tümü aynı toplama şişesine aktarılır. Bu işlem sırasında boruların ve huninin içi fırça ile temizlenmelidir. Cihaz yeniden kurulur, temiz bir toplama şişesi kullanılarak işlem tekrarlanır (TSE 2341, 1976).

3.1.2.5. Uygulama

Cihazlar yerleştirilirken standart gözönünde bulundurularak düz bir zeminde, zemin düz değil ise sehpanın ayakları ayarlanılarak toplama kabının üst düzeyinin yatay konumda olması sağlanmıştır. Cihaz toprak yüzeyinden en fazla 5 m yüksekliğe konulabileceğinden yerleştirme zemini olarak genelde toprak zemini kullanılmıştır. Ayrıca cihazı çevresinde bulunan yüksek cisimlerin uzaklığı, standartta belirtildiği gibi aralarındaki yükseklik farkının iki katından az olmamasına dikkat edilmiştir (Şekil 3.2.).

İstasyonlar belirlenirken farklı mevkilerde seçilmiş böylece farklı dönemlerde farklı korelasyonlar sağlanmıştır. Standartta belirtildiği üzere cihazlar bu istasyonlarda 1 (bir) ay süre ile bırakılmış ve tozların birikmesi sağlanmıştır. Cihazın kurulumu sırasında standartta belirtildiği gibi cihazın kurulduğu adres, tarih ve saat kaydedilerek rapora işlenmiştir.

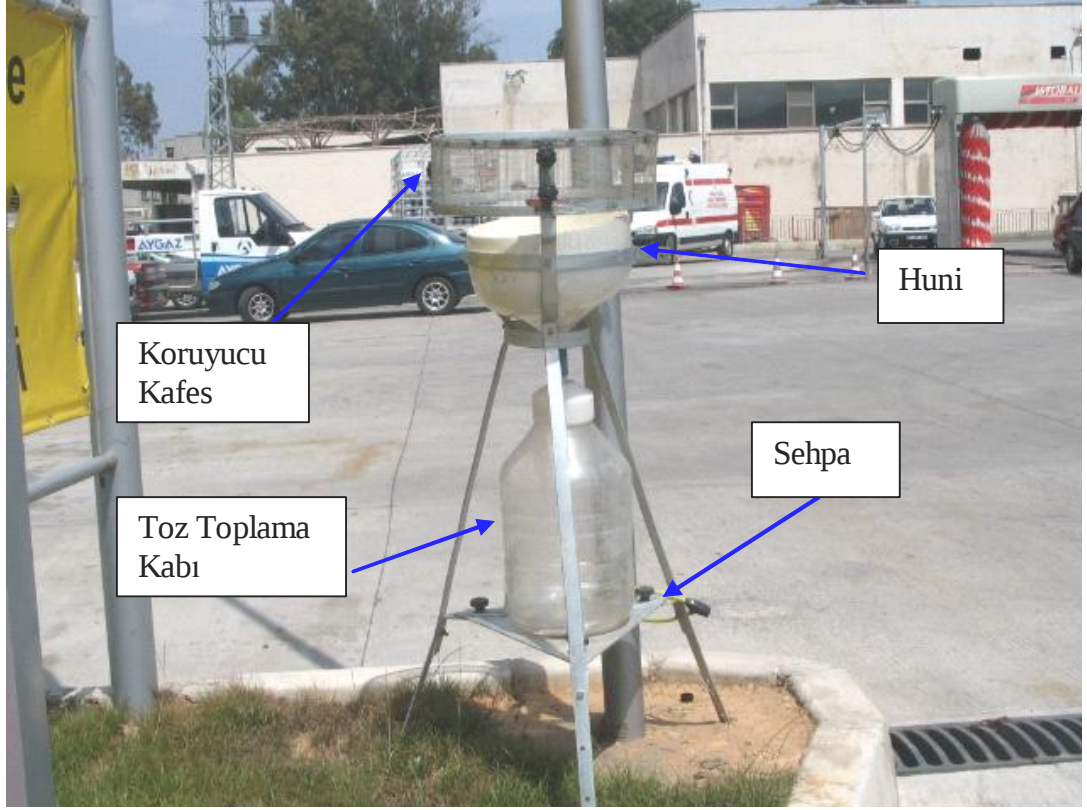
Bir ay süre sonunda cihazlarda biriken toz örnekleri standarda uygun bir şekilde toplanarak tarih, saat ve uygulanan gün sayısı raporlara işlenmiştir. Toplama kabında yeterli miktarda yağmur suyunun bulunmadığı durumlarda kabın çeperlerinde biriken tozları saf su ekleyerek sulu çözeltiye katılması sağlanmıştır.

Toplanan toz örnekleri toplama şişelerine konularak üzerlerine bölgenin adı, toplanma süresi ve tarih belirtilen etiketler yapıştırılmıştır.

Toz örnekleri alındıktan sonra cihazlar farklı dört istasyona daha yerleştirilmek üzere aynı işlemler tekrarlanmıştır. Bu şekilde dört cihaz 8 (sekiz) defadan 32 (otuz iki) farklı istasyona yerleştirilerek 32 farklı toz örneği elde edilmiştir.

Toplanan toz örnekleri standarda uygun bir şekilde korunarak miktar ölçümü ve kimyasal analizleri amacı ile Maden Mühendisliği Kimya Laboratuvarı'na gönderilmiştir.

Sulu çözelti halinde bulunan toz örnekleri laboratuvarda kum banyosunda suyu buharlaştırılarak kurutulmuştur. Kurutulmuş ve nemi tamamen alınmış toz örnekleri hassas terazide tartılarak miktarları kaydedilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.2. TSE Çökelti Ölçme Cihazı



Şekil 3.3. Kurutulan Toz Örnekleri

Miktarları miligram cinsinden belirlenen toz örnekleri, toplama kaplarının 3.1. eşitliğinden faydalanılarak hesaplanan dönüştürme faktörü ile çarpılarak mg/m² cinsinden bulunmuştur. Kullandığımız toplama kapları standart ebat ve çaplarda olduğundan dönüştürme faktörleri de birbirine eşit bulunmuştur.

$$F = \text{Dönüştürme Faktörü (1/m}^2\text{)}$$

$$D = \text{Toplama Kaplarının Ölçülen Etkin Çapı (mm)} = 274,2 \text{ mm}$$

$$F = \frac{127,3 \times 10^4}{D^2}$$

$$F = \frac{127,3 \times 10^4}{(274,2)^2}$$

$$F = 16,9 \text{ 1/m}^2 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Hesaplanan dönüştürme faktörü tartılan her örneğin miktarı ile çarpılmış ve dönüştürülmüş toz örneği miktarları bulunmuştur.

Örnek: 1. No'lu Toz Örneği

$$\text{Toplanan Toz Örneği Miktarı} = 1419 \text{ mg}$$

$$\text{Hesaplanan Dönüştürme Faktörü (F)} = 16,9 \text{ 1/m}^2$$

$$\text{Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı} = 1419 \times 16,9 = 23981,1 \text{ mg/m}^2$$

3.1.2.6. Kimyasal Analizler

Örnekler daha sonra havanda dövülerek un kıvamında tane boyutları olabildiğince küçültülmüştür. Etüvde 100 °C 'de 24 saat bırakılarak nemi tamamen alınarak kurutulmuştur. Bu örneklerden bir miktar alınarak kimyasal analize tabii tutulmuştur. Geri kalan örnekler hava yalıtımlı cam krozelerde ağzı kapalı bir şekilde saklanmıştır.

Toz örneklerinin kimyasal element analizlerinin yapılması için Alkali Ergitiş Yöntemi uygulanmıştır. Alkali Ergitiş Yöntemi metal elementlerin analizinde

kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde yüksek sıcaklık ve asit ortam kullanıldığından tüm elementlerin ayrışması sağlanmıştır.

UYGULAMA:

Öğütülmüş kurutulmuş toz örneğinden 0,0001 g hassasiyette platin kroze 0,5 gr civarında tartım alınır. Örneğin 7-8 katı kadar sodyum karbonat-potasyum karbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$) karışımı platin kroze ilave edilir. İyice karıştırıldıktan sonra 1000°C kül fırınında 45-60 dakika bekletilir. Fırından alınan platin kroze soğutulup içerisinde 100 – 150 ml saf su bulunan 250 ml 'lik behere alınır. Beher içerisine birkaç damla saf etil alkol ve damla damla 10 – 20 ml konsantre hidroklorik asit (HCl) ilave edilir. Çözünen örnek içerisindeki platin kroze bir baget yardımıyla saf su ile yıkanmak suretiyle alınır. Daha sonra örnek kum banyosunda kuruyana kadar buharlaştırılır. Kuruyan örnek kum banyosunda alınarak soğutulur. Üzerine 10-20 ml HCl asit beherin kenarlarından süzdürülerek ilave edilir. 100 ml civarında saf su ilave edilip kum banyosunda tekrar çözünmesi için bekletilir. Kum banyosundan alınan örnek mavi bant filtre kağıdından 400 ml lik behere süzülür, filtre kağıdı sıcak saf su ile en az üç defa yıkanır. 400 ml lik beherde toplanan süzüntü atomik absorpsiyonda okumak üzere saklanır (Şekil 3.4.).



Şekil.3.4. Kimya Laboratuvarında Çözelti Haline Getirilen Toz Örnekleri

Beherde toplanan çözelti daha sonra atomik absorbsiyonda dalga boyları ölçülerek ppm mertebesinde içerdikleri element miktarları bulunmuştur (Şekil 3.5.). Hacimce yüzde olarak bulunan element miktarları rapor olarak kaydedilmiştir.

Analizi yapılan elementler insan ve çevre sağlığı açısından son derecede tehlikeli olan ağır metallerdir. Bu elementler Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb),Demir (Fe), Çinko (Zn), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Krom (Cr), Mangan (Mn) 'dır.



Şekil 3.5. Toz Çözeltilerinin Atomik Absorbsiyonda Okunması

3.2. Gürültü Ölçümleri için Uygulanan Materyal ve Metod

Gürültü (desibel) ölçümleri, havada askıda kalan tozların ölçümleri ile eşzamanlı yapılmıştır. Başlık 3.1.1. de açıklandığı gibi Thermo Anderson cihazı ile toz emisyonları ölçülürken aynı zamanda NL20 gürültü (desibel) ölçüm cihazı ile de gürültü ölçümleri alınmıştır.Cihaz Japon üretimi olup, RION Co. Ltd.'nin ürettiği NL-20 model gürültü ölçüm cihazıdır.Bu cihaz da saniyede 20 okuma alıp, ortalamasını verebilmektedir (Şekil 3.6.).

Ölçümler alınırken yine aynı şekilde bir noktadan en az üç kez ölçüm alınarak ortalaması bulunmuştur. Durağan ve akışkan trafikte ayrı ayrı ölçüm alınarak karşılaştırılmıştır. Ölçümler desibel cinsinden kaydedilirken ölçümün yapıldığı adres, tarih ve saat rapora eklenmiştir.



Şekil 3.6. NL 20 Gürültü Ölçüm Cihazı

3.3. Haritalamada Kullanılan Materyal ve Metot

Harita çiziminde bu tür çizimlerde sıkça kullanılan SURFER V. 8.0 bilgisayar programından yararlanılmıştır. Program verisi olarak ölçüm noktalarının GPS cihazı yardımıyla alınan X - Y koordinatları ve ölçüm sonuçları kullanılmıştır. Emisyon ve gürültü ölçüm sonuçları Adana Valiliği'nden temin edilen Adana Şehir Planı Sayısal Haritası'na ayrı ayrı işlenerek toz ve gürültü haritaları çıkarılmıştır. Eş konsantrasyon eğrileri bir renk skalası oluşturularak kademeli olarak renklendirilmiştir. Oluşturulan Adana il merkezinin Toz haritası **Ek.3.**'de, gürültü haritası **Ek.4.**'de sunulmuştur.

4. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

Verilerin toplanması iki ayrı program üzerinden yürütülmüştür. Birincisi, çökelti oluşturan tozların ölçümü (imisyon), ikincisi ise havada askıda bulunan partikül maddelerin ölçümü (emisyon) ve gürültü ölçümü (desibel) ölçümleridir. Bu iki program dahilinde yürütülen ölçümler belirtilen standartlar çerçevesinde ayrı ayrı rapor edilerek bulgular elde edilmiştir.

4.1. Çökelti Oluşturan Tozların Ölçüm Raporları

Bu çalışma sekiz ayrı program dahilinde yürütülmüş ve her programda dörder örnek toplanarak toplam otuz iki toz örneği elde edilmiştir. Toplanan toz örnekleri tarih, saat, müddet, miktar ve adresler belirtilerek rapor edilmiştir. Tartımlar daha önce hesaplanan dönüştürme faktörleri ile çarpılarak dönüştürülmüş toz örneği miktarları bulunmuştur.

Cihazın kurulumu ve toz örneklerinin toplanmasında standartta belirtilen prosedür aynen uygulanmıştır. Programlar birbirini takiben yapılmıştır. Yani birinin bitiş tarihi diğerinin başlangıç tarihi olarak yansımaktadır.

Cihazın kurulumu ile toplanılması ayların aynı günlerine denk getirilmesine özen gösterilmiştir. Eğer aynı güne denk gelmemiş ise geçen gün sayısı müddet olarak raporlara kaydedilmiştir. Özellikle bazı ayların otuz, bazı ayların otuz bir gün olması nedeniyle gün sayısı buna göre düzenlenmiştir. Toz miktarlarının günlük ortalamaları alınacağından gün sayısı müddet olarak önemle belirtilmiştir.

I. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 19.04.2004-20.05.2004

Müddet: 31 gün

1. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Hasan Şaş Bulvarı Ortatepe Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 19.04.2004 **Kurulum Saati:** 13:30

Toplama Tarihi: 20.05.2004 **Toplama Saati:** 12:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1419 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 23981,1 mg/m² ay

2. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Alimünif Caddesi Küçüksaat Civarı Vakıflar Sarayı

Kurulum Tarihi: 19.04.2004 **Kurulum Saati:** 14:00

Toplama Tarihi: 20.05.2004 **Toplama Saati:** 12:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 549 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 9278,1 mg/m² ay

3. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Şakirpaşa Caddesi Salı Pazarı Mevkii

Kurulum Tarihi: 19.04.2004 **Kurulum Saati:** 14:35

Toplama Tarihi: 20.05.2004 **Toplama Saati:** 13:15

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 342 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 5779,8 mg/m² ay

4. nolu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Barajyolu Bülent Angın Bulvarı Hastaneler Kavşağı

Kurulum Tarihi: 19.04.2004 **Kurulum Saati:** 15:10

Toplama Tarihi: 20.05.2004 **Toplama Saati:** 13:45

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 136 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 2298,4 mg/m² ay

II. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 20.05.2004-20.06.2004

Müddet: 31 gün

5. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: 19 Mayıs Mahallesi Çukurova Caddesi Aytemiz Petrol İst.

Kurulum Tarihi: 20.05.2004

Kurulum Saati: 12:00

Toplama tarihi: 20.06.2004

Toplama saati: 10:15

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1519 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 25671,1 mg/m² ay

6. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Yavuzlar Yolu Kışla Caddesi Akbank Şubesi Önü

Kurulum Tarihi: 20.05.2004

Kurulum Saati: 12:30

Toplama Tarihi: 20.06.2004

Toplama Saati: 10:45

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 707 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 11948,3 mg/m² ay

7. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Turan Cemal Beriker Bulvarı Trafik Bölge Müdürlüğü

Kurulum Tarihi: 20.05.2004

Kurulum Saati: 13:15

Toplama tarihi: 20.06.2004

Toplama Saati: 11:15

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 936 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 15818,4 mg/m² ay

8. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Meydan Mahallesi Bakımyurdu Caddesi Doğumevi Önü

Kurulum Tarihi: 20.05.2004

Kurulum Saati: 13:45

Toplama Tarihi: 20.06.2004

Toplama Saati: 12:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1147 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 19384,3 mg/m² ay

III. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 20.06.2004-20.07.2004

Müddet: 30 gün

9. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum yeri: İller Bankası Adnan Kahveci Bulvarı Sevilir Petrol İst.

Kurulum Tarihi: 20.06.2004 **Kurulum saati:** 10:15

Toplama Tarihi: 20.07.2004 **Toplama Saati:** 10:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 327 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 5526,3 mg/m² ay

10. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Kozan Caddesi Yüreğir Otogarı Yanı Liman Petrol İst.

Kurulum Tarihi: 20.06.2004 **Kurulum saati:** 10:45

Toplama Tarihi: 20.07.2004 **Toplama saati:** 11:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 276 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 4664,4 mg/m² ay

11. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Turgut Özal Bulvarı 100. Yıl Mevkii Avunduk Petrol İst.

Kurulum Tarihi: 20.06.2004 **Kurulum Saati:** 11:15

Toplama Tarihi: 20.07.2004 **Toplama Saati:** 11:20

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1045 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 17660,5 mg/m² ay

12. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Saydam Caddesi Aytemiz Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 20.06.2004 **Kurulum Saati:** 12:00

Toplama Tarihi: 20.07.2004 **Toplama Saati:** 12:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 591 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 9987,9 mg/m² ay

IV. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 20.07.2004-20.08.2004

Müddet: 31 gün

13. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Fuzuli Caddesi Müze Yanı Turcan Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 20.07.2004 **Kurulum Saati:** 10:30

Toplama Tarihi: 20.08.2004 **Toplama Saati:** 12:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 623 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 10528,7 mg/m² ay

14. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Kenan Evren Bulvarı Çukurova Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 20.07.2004 **Kurulum Saati:** 11:00

Toplama Tarihi: 20.08.2004 **Toplama Saati:** 12:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 725 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 12252,5 mg/m² ay

15. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Alparslan Türkeş Bulvarı Kanal Shell Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 20.07.2004 **Kurulum Saati:** 11:20

Toplama Tarihi: 20.08.2004 **Toplama Saati:** 13:15

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1191 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 20127,9 mg/m² ay

16. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Serinevler Mahallesi Mustafa Kemalpaşa Bulvarı
Mercimekler Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 20.07.2004 **Kurulum Saati:** 12:00

Toplama Tarihi: 20.08.2004 **Toplama Saati:** 13:45

Toplanan Toz Örneği miktarı: 566 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 9565,4 mg/m² ay

V. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 15.03.2005-16.04.2005

Müddet: 31 gün

17. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Atatürk Caddesi Atatürk Parkı Karşısı Kuyumcular Çarşısı

Kurulum Tarihi: 15.03.2005 **Kurulum Saati:** 10:30

Toplama Tarihi: 16.04.2005 **Toplama Saati:** 11:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1448 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 24471,2 mg/m² ay

18. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Turan Cemal Beriker Bulvarı Hipodrom Karşısı Fa-Bu Mühendislik

Kurulum Tarihi: 15.03.2005 **Kurulum Saati:** 11:00

Toplama Tarihi: 16.04.2005 **Toplama Saati:** 11:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 641 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 10832,9 mg/m² ay

19. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Kozan Yolu PTT Evleri Kavşağı OPET Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 15.03.2005 **Kurulum Saati:** 12:10

Toplama tarihi: 16.04.2005 **Toplama Saati:** 12:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1035 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 17491,5 mg/m² ay

20. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum yeri: Ceyhan Yolu Asri Mezarlık Karşısı Yataş Bölge Müdürlüğü

Kurulum Tarihi: 15.03.2005 **Kurulum saati:** 12:30

Toplama Tarihi: 16.04.2005 **Toplama saati:** 13:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1492 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 25214,8 mg/m² ay

VI. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 16.04.2005-15.05.2005

Müddet: 30 gün

21. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Karataş Yolu Akdeniz Bulvarı İb-Ha Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 16.04.2005 **Kurulum saati:** 10:15

Toplama tarihi: 15.05.2005 **Toplama saati:** 11:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 2477 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 41861,3 mg/m²ay

22. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Fuzuli Caddesi Galeria Karşısı DSİ Bölge Müdürlüğü

Kurulum Tarihi: 16.04.2005 **Kurulum Saati:** 10:45

Toplama tarihi: 15.05.2005 **Toplama Saati:** 11:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 3203 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 54130,7 mg/m²ay

23. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Süleyman Demirel Bulvarı TRT Bölge Müdürlüğü Binası

Kurulum Tarihi: 16.04.2005 **Kurulum Saati:** 11:30

Toplama Tarihi: 15.05.2005 **Toplama Saati:** 12:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 2205 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 37264,5 mg/m²ay

24. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Öğretmenler Bulvarı Otoban Gişeleri Kavşağı Kibar Restaurant Önü

Kurulum Tarihi: 16.04.2005 **Kurulum Saati:** 12:00

Toplama Tarihi: 15.05.2005 **Toplama Saati:** 12:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 2709 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 45782,1 mg/m²ay

VII. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 15.05.2005-15.06.2005

Müddet: 31 gün

25. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Turgut Özal Bulvarı Huzurevleri Kavşağı Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Lojmanları Karşısı Petrol Ofisi Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 15.05.2005 **Kurulum Saati:** 10:00

Toplama Tarihi: 15.06.2005 **Toplama Saati:** 13:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 859 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 14517,1 mg/m²ay

26. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Mavi Bulvar Şehit Temel Cingöz Lisesi Önü

Kurulum Tarihi: 15.05.2005 **Kurulum Saati:** 10:30

Toplama Tarihi: 15.06.2005 **Toplama Saati:** 13:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 662 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 11187,8 mg/m²ay

27. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Saydam Caddesi Şireler Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 15.05.2005 **Kurulum Saati:** 11:00

Toplama Tarihi: 15.06.2005 **Toplama saati:** 14:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 647 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 10934,3 mg/m²ay

28. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Çevre Yolu Eski Baraj Karşısı Köse Petrol

Kurulum Tarihi: 15.05.2005 **Kurulum Saati:** 11:30

Toplama Tarihi: 15.06.2005 **Toplama Saati:** 14:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 2123 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 35878,7 mg/m²ay

VIII. TOZ ÖLÇÜM PROGRAMI:

Tarih: 15.06.2005-15.07.2005

Müddet: 30 gün

29. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Mithat Özsan Bulvarı Kaytanoğulları Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 15.06.2005 **Kurulum Saati:** 11:00

Toplama Tarihi: 15.07.2005 **Toplama Saati:** 12:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1283 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 21682,7 mg/m²ay

30. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Kurtuluş Caddesi Eski İstasyon Karakolu Yanı Mobil Petrol İstasyonu

Kurulum Tarihi: 15.06.2005 **Kurulum Saati:** 11:30

Toplama tarihi: 15.07.2005 **Toplama Saati:** 12:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1219 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 20601,1 mg/m²ay

31. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: Ziyapaşa Bulvarı TCDDY Bölge Müdürlüğü Binası Önü

Kurulum Tarihi: 15.06.2005 **Kurulum Saati:** 11:45

Toplama tarihi: 15.07.2005 **Toplama Saati:** 13:00

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1084 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 18319,6 mg/m²ay

32. No'lu Toz Örneği Alımı:

Cihazın Kurulum Yeri: T. Cemal Beriker Bulvarı Seyhan Belediyesi Binası Önü

Kurulum Tarihi: 15.06.2005 **Kurulum Saati:** 12:00

Toplama Tarihi: 15.07.2005 **Toplama Saati:** 13:30

Toplanan Toz Örneği Miktarı: 1361 mg

Dönüştürülmüş Toz Örneği Miktarı: 23000,9 mg/m²ay

Çeşitli bölgelerde kurulmuş bulunan toz çökelti ölçme cihazından elde edilen toz miktarları tespit edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kısa ve Uzun Vadeli Toz Örneği Miktarının Hesaplanması

NO	MEVKİİ	Toplanan Toz Örneği Miktarı (mg/ay)	Hesaplanan Dönüştürme Faktörü (1/m ²)	Dönüştürülmüş Aylık Toz Örneği Miktarı (µg/m ² ay)	Dönüştürülmüş Günlük Toz Örneği Miktarı (µg/m ² gün)
		A	D	A x D	A x D / 30
1	Hasan Şaş Bulvarı Ortatepe Petrol İstasyonu	1419	16,9	23981100	799370
2	A.Müfit Yeğenağa Caddesi Vakıflar Sarayı	549	16,9	9278100	309230
3	Şakirpaşa Onur Mahallesi Salı Pazarı Kavşağı	342	16,9	5779800	192660
4	Bülent Angın Bulvarı Shell Petrol İstasyonu	136	16,9	2298400	76613
5	Çukurova Caddesi Aytemiz Petrol İstasyonu	1519	16,9	25671100	855702
6	Yavuzlar Kışla Caddesi Ziraat Bankası Önü	707	16,9	11948300	398276

Çizelge 4.1.'in Devamı

7	T. Cemal Beriker Bulvarı Trafik Böl. Müd. Kavşağı	936	16,9	15818400	5272800
8	Bakımyurdu Caddesi Doğumevi Hastanesi	1147	16,9	19384300	646144
9	Adnan Kahveci Bulvarı Sevilir Petrol İstasyonu	327	16,9	5526300	184210
10	Kozan Caddesi Yüreğir Otogarı Kavşağı	276	16,9	4664400	155480
11	T. Özal Bulvarı Metro İnşaatı Şantiyesi Karşısı	1045	16,9	17660500	588693
12	Saydam Caddesi Aytemiz Petrol İstasyonu	591	16,9	9987900	3329300
13	Çevre Yolu Fuzuli Caddesi Adana Müzesi	623	16,9	10528700	350957
14	K. Evren Bulvarı Çukurova Pet. İstasyonu	725	16,9	12252500	408416
15	Alparslan Türkeş Bulvarı Kanal Petrol İstasyonu	1191	16,9	20127900	6707596
16	Mustafa Kemal Paşa Bulvarı Mercimekler Pet. İstasyonu	566	16,9	9565400	318846

Çizelge 4.1.'in Devamı

17	Atatürk Cd. Kuyumcular Çarşısı Önü	1448	16,9	24471200	815702
18	T.Cemal Beriker Blv.Hipodrom Fa-Bu Müh.	641	16,9	10832900	3610978
19	Kozan Yolu PTT Evleri Kavşağı OPET Pet. İstasyonu	1035	16,9	17491500	583050
20	Asri Mezarlık Karşısı Yataş Böl. Müdürlüğü	1492	16,9	25214800	840493
21	Akdeniz Bulvarı İb-Ha Petrol İstasyonu	2477	16,9	41861300	1395379
22	Fuzuli Caddesi Galeria Karşısı DSİ Bölge Müdürlüğü	3203	16,9	54130700	1804357
23	S.Demirel Bulvarı TRT Böl.Müd. Binası	2205	16,9	37264500	12418216
24	Öğretmenler Bulvarı Gişeler Kibar Restaurant Önü	2709	16,9	45782100	1526070
25	T. Özal Bulvarı Huzurevleri Kavşağı Petrol İstasyonu	859	16,9	14517100	483903
26	Mavi Bulvar Şehit Temel Cingöz Lisesi	662	16,9	11187800	372927

Çizelge 4.1.'in Devamı

27	Saydam Caddesi Şireler Petrol İstasyonu	647	16,9	10934300	364476
28	Bülent Angın Bulvarı Köse Petrol İstasyonu	2123	16,9	35878700	1195955
29	Mithat Özsan Bulvarı Kaytanoğulları Pet. İstasyonu	1283	16,9	21682700	722756
30	Kurtuluş Caddesi Eski İstasyon Karakolu	1219	16,9	20601100	686704
31	Ziyapaşa Bulvarı TCDDY Bölge Müdürlüğü Binası	1084	16,9	18319600	610153
32	T.Cemal Beriker Bulv. Seyhan Beld. Binası	1361	16,9	23000900	766697

4.2. Toz Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Toplanan toz örnekleri tartımı alındıktan sonra kimya laboratuvarında çözelti haline getirilmiştir. Laboratuvar ortamında hazırlanan çözeltiler atomik absorpsiyonda ppm mertebesinde ölçülerek kütlece yüzde değerleri bulunmuştur. Analizi yapılan ağır metaller şunlardır:

- 1) Kadmiyum (Cd)
- 2) Kurşun (Pb)
- 3) Demir (Fe)
- 4) Çinko (Zn)
- 5) Kobalt (Co)
- 6) Nikel (Ni)
- 7) Krom (Cr)
- 8) Mangan (Mn)

Çizelge 4.2. Toz Örneklerinin Ağır Metal Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	Cd (%)	Pb (%)	Fe (%)	Zn (%)	Co (%)	Ni (%)	Cr (%)	Mn (%)
1	0,0017	0,062	2,530	0,509	0,036	0,080	0,096	0,027
2	0,0036	0,038	2,438	0,708	0,046	0,090	0,026	0,053
3	0,0018	0,038	3,111	0,341	0,028	0,097	-	0,073
4	0,0043	0,031	2,882	14,418	-	0,500	-	1,121
5	0,0036	0,052	4,144	0,959	0,043	0,080	0,060	0,073
6	0,0051	0,049	2,500	0,946	0,029	0,060	0,060	0,080
7	0,0045	0,026	2,229	0,394	0,028	0,069	0,040	0,061
8	0,0050	0,073	2,580	1,001	0,029	0,081	0,061	0,078
9	0,0028	0,027	2,554	0,352	0,124	0,199	0,150	0,085
10	0,0056	0,040	2,491	0,475	0,205	0,401	-	0,104
11	0,1115	0,160	2,958	14,418	0,044	0,081	0,020	0,039
12	0,0010	0,072	3,533	0,050	0,046	0,096	0,149	0,073
13	0,0023	0,016	1,500	0,067	0,029	0,072	0,083	0,078
14	0,0026	0,025	3,092	0,478	0,042	0,088	0,059	0,065
15	0,0026	0,112	2,755	0,895	0,0440	0,103	0,062	0,061
16	0,0071	0,076	1,251	0,412	0,050	0,092	0,046	0,060
17	0,0077	0,041	1,388	0,569	0,034	0,077	0,058	0,052
18	0,0084	0,034	1,327	1,062	0,060	0,095	0,191	0,043
19	0,0050	0,026	1,697	1,398	0,032	0,081	0,054	0,057
20	0,0100	0,013	1,614	0,538	0,052	0,073	0,055	0,054
21	0,0026	0,012	1,700	0,372	0,049	0,068	0,034	0,050
22	0,0097	0,013	0,687	0,347	0,038	0,070	-	0,047
23	0,0039	0,014	3,071	0,504	0,049	0,089	0,099	0,096
24	0,0076	-	0,953	0,388	0,027	0,076	-	0,030
25	0,0050	0,014	1,879	1,400	0,028	0,069	0,040	0,054
26	0,0069	-	1,533	1,533	0,049	0,049	-	0,051
27	0,0026	-	1,741	0,567	0,037	0,061	0,052	0,049
28	0,0038	-	1,577	0,631	0,027	0,076	0,038	0,043
29	0,0099	-	1,753	0,584	0,042	0,069	0,039	0,045
30	0,0085	0,014	1,793	0,380	0,027	0,066	0,057	0,052
31	0,0082	0,026	1,624	0,332	0,046	0,082	0,020	0,048
32	0,0075	-	1,143	0,374	0,033	0,084	0,018	0,038

Çizelge 4.3. Ağır Metallerin Aylık ve Günlük Analiz Sonuçları

No	Cd		Pb		Fe		Zn	
	Aylık µg/m ² ay	Günlük µg/m ² gün	Aylık µg/m ² ay	Günlük µg/m ² gün	Aylık µg/m ² ay	Günlük µg/m ² gün	Aylık µg/m ² ay	Günlük µg/m ² gün
1	407,7	13,6	14868	495,6	606721	20224,0	122064	4086,8
2	213,4	7,1	1484	49,5	139171	4639,0	6216	207,2
3	323,7	10,8	2312	77,1	143975	4799,2	27454	915,1
4	2562,7	85,4	3677	122,6	680005	22666,8	331383	11046
5	667,5	22,2	6418	214,0	793750	26458,3	122708	3756,9
6	215,1	7,2	4540	151,3	371711	12390,4	40744	1358,1
7	411,3	13,7	17716	590,5	435797	14526,6	141575	4719,2
8	1376,3	45,8	14732	491,1	2425169	80839,0	79863	2662,1
9	237,6	7,9	1713	57,1	159268	5308,9	5968	198,9
10	466,4	15,5	3358	111,9	164793	5493,1	2332	77,7
11	635,8	21,2	6711	223,7	430563	14352,1	125036	4167,9
12	279,6	9,3	2697	89,9	225091	7503,0	35157	1171,9
13	379,0	12,6	5475	182,5	436309	14543,6	100970	3365,6
14	624,8	20,8	6004	200,1	306313	10210,4	115909	3863,6
15	905,8	30,2	5233	174,4	448651	14955,0	79304	2643,5
16	478,3	15,9	6983	232,8	119663	8226,2	95750	3191,6
17	1884,3	62,8	10033	334,3	339660	11322,0	139241	4641,4
18	909,9	30,3	3683	122,8	143752	4791,7	115045	3834,8
19	874,6	29,2	4548	151,6	296830	9894,3	244531	8151,0
20	2521,5	84,2	3278	109,3	406967	13565,6	135656	4521,8
21	1088,4	36,3	5023	167,4	711642	23721,4	201366	6712,2
22	5250,7	17,5	7037	234,6	371878	12395,9	187833	6261,1
23	1453,3	48,4	5217	173,9	1144392	38146,4	187813	6260,4
24	3479,5	115,9	-	-	436303	14543,4	177635	5921,2
25	725,9	24,2	2032	67,7	272776	9092,5	203239	6774,6
26	771,9	25,7	-	-	171509	5716,9	171509	5716,9
27	284,3	9,5	-	-	190366	6345,5	61997	2066,6
28	1363,4	45,5	-	-	565807	18860,2	226395	7546,5
29	2146,6	71,6	-	-	380097	12669,9	126627	4220,9
30	1751,1	58,4	2884	96,1	369377	12312,6	78284	2609,5
31	1502,2	50,1	4763	158,8	297510	9917,0	60821	2027,4
32	1955,1	65,2	-	-	262900	8763,3	86023	2867,4

Çizelge 4.3.'ün Devamı

No	Co		Ni		Cr		Mn	
	Aylık $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ay}$	Günlük $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$	Aylık $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ay}$	Günlük $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$	Aylık $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ay}$	Günlük $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$	Aylık $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ay}$	Günlük $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$
1	8633,2	287,8	19184	639,5	23021	767,4	6474,9	215,8
2	4267,9	142,3	8350,3	278,3	2412,3	80,4	4917,4	163,9
3	1618,3	53,94	5606,4	186,9	-	-	4219,3	140,6
4	-	-	11492	383,1	-	-	25765	858,8
5	11038,6	367,9	20536	684,5	15402	513,4	18739	626,5
6	3465,1	115,5	7168,9	238,9	7288,5	242,9	9558,6	318,6
7	4429,2	147,6	10914	363,8	6327,4	210,9	9649,2	321,4
8	5621,5	187,4	15701	523,4	11824	394,1	15119	503,7
9	6852,6	228,4	10997	366,6	8289,5	276,3	4697,4	156,6
10	9562,0	318,7	18704	623,5	-	-	9562,0	318,7
11	7770,6	259,0	14305	476,8	3532,1	117,7	7770,6	259,1
12	4594,4	153,1	9588,4	319,6	14881	496,0	7291,2	243,2
13	3053,3	101,8	7580,6	252,7	8738,8	291,3	8212,4	273,7
14	5146,1	171,5	10782	359,4	7228,9	240,9	7964,1	265,5
15	8856,3	295,2	20731	691,0	12479	415,9	12278	409,3
16	4782,7	159,4	8800,2	293,3	4400,1	146,67	5739,2	191,8
17	8320,2	277,3	18842	628,1	14193	473,1	12725	424,1
18	6499,7	216,7	10291	343,0	20690	689,6	4658,1	155,2
19	5597,3	186,6	14168	472,3	9445,4	314,8	9970,2	332,3
20	13111,7	437,1	18406	613,5	13868	462,3	13615	453,8
21	20512,0	683,7	28465	948,8	14232	474,4	20930	697,6
22	20569,7	685,6	37891	1263,1	-	-	25441	848,0
23	18259,6	608,7	33165	1105,5	36891	1229	35773	1192,4
24	12361,2	412,1	34794	1159,8	-	-	13734	457,8
25	4064,8	135,5	10016	333,9	5806,8	193,6	7839,2	261,3
26	5482,0	182,7	5482,2	182,7	-	-	5705,8	190,2
27	4045,7	134,9	6669,9	222,3	5685,8	189,5	5357,8	178,6
28	9687,2	322,9	27267	908,9	13633	454,4	15427	514,2
29	9106,7	303,6	14961	498,7	8456,2	281,9	9757,2	325,2
30	5562,3	185,4	13596	453,2	11742	391,4	10712	357,1
31	8427,0	280,9	15022	500,7	3663,9	122,1	8793,4	293,1
32	7590,3	253,0	19320	644,0	4140,2	138,1	8740,3	291,3

Çizelge 4.4. 02.11.1986 tarih ve 19269 sayılı Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (H.K.K.Y)'nin 6. maddesindeki Çöken Tozlarda Kurşun ve Kadmiyum Bileşikleri için Uzun Vadeli Sınır Değerleri

Hava Kalitesi Sınır Değerleri	Uzun Vadeli Sınır Değerler	Kısa Vadeli Sınır Değerler
Çöken Tozlarda Kadmiyum (Cd) ve Bileşikleri	7,5 µg/m ² gün	-
Çöken Tozlarda Kurşun(Pb) ve Bileşikleri	500 µg/m ² gün	-

Çizelge 4.2.'de bulunan ağır metallerin kütlece yüzdeleri Çizelge 4.1.'deki dönüştürülmüş aylık ve günlük toz miktarları ile çarpılarak Çizelge 4.3.'e ayrı ayrı rapor edilmiştir. Çizelge 4.3.'deki ağır metallerin aylık ve günlük analiz değerleri Çizelge 4.4.'deki Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'nin Hava Kalitesi Sınır Değerleri ile karşılaştırılarak sınırlar dışarısında olanlar kırmızı ile belirtilmiştir.

4.3. Emisyon ve Gürültü Ölçüm Raporları

Emisyon ve gürültü ölçümleri aynı noktalardan ve eşzamanlı alınmıştır. Bu çalışma sekiz ayrı ölçüm programı ile sekizer ölçüm alınarak yapılmıştır. Emisyon ölçümleri Partikül Madde (10-0 µg/m³) seviyesinde µg/m³ biriminde, gürültü ölçümleri desibel birimindedir. Toplam 64 noktadan alınan ölçüm sonuçları tarih, saat ve adres belirtilerek rapor edilmiştir. Aynı zamanda bu noktaların GPS cihazı ile X ve Y koordinatları bulunarak Adana Valiliği'nin şehir planını gösteren sayısal haritasına işlenmiştir (Çizelge 4.5-4.6).

Çizelge 4.5. Emisyon Ölçüm Sonuçlarının 02.11.1986 tarih ve 19269 sayılı Hava Kalitesini Korunması Yönetmeliği (H.K.K.Y.)'nin 6. maddesindeki Havada Asılı Partikül Maddeler için Uzun Vadeli Sınır Değerler (UVS) ile karşılaştırılması.

No	Mevki	Tarih/ Saat	Meteorolojik Veriler	EMİSYON ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Ort. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	H.K.K.Y. 'nin 6. maddesine göre UVS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Değerlend.
				1. ölç.	2.ölç.	3.ölç.			
1	Bülent Angın Blv. Saray1 Ekmek Kavşağı	06.09.2004 8:30	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024 Mb.	20	16	18	18	150	Sınır Değerlerin Altında
2	Bülent Angın Blv. 5,5 Durak Kavşağı	06.09.2004 8:45	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024Mb.	29	21	25	22	150	Sınır Değerlerin Altında
3	Bülent Angın Blv. Hastaneler Kavşağı	06.09.2004 9:00	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024Mb.	30	27	23	27	150	Sınır Değerlerin Altında
4	E-5 Karayolu Sabancı Kültür Sitesi Kavşağı	06.09.2004 9:15	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024Mb.	24	40	28	31	150	Sınır Değerlerin Altında
5	Yüreğir Hasan Şaş Blv. Taşköprü Kavşağı	06.09.2004 9:30	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024Mb.	42	40	36	39	150	Sınır Değerlerin Altında
6	Hasan Şaş Blv. Regülatör Köprü	06.09.2004 9:45	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024 Mb.	38	36	24	33	150	Sınır Değerlerin Altında
7	Saydam Cd. Aytemiz Petrol Kavşağı	06.09.2004 10:00	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024 Mb.	35	38	30	35	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

8	Alimünif Cd. Küçüksaat Meydanı	06.09.2004 10:15	Sıc: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., bas.:1024 Mb.	37	38	40	38	150	Sınır Değerlerin Altında
9	Kozan Yolu Yüreğir Otogarı Kavşağı	16.01.2005 9:30	Sıc.: 16 °C,nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, bas.: 1024 Mb.	84	76	89	83	150	Sınır Değerlerin Altında
10	Kozan Yolu Yüreğir Hal Kompleksi Kavşağı	16.01.2005 9:45	Sıc.: 16 °C, nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, bas. : 1024 Mb.	107	111	136	118	150	Sınır Değerlerin Altında
11	Kozan Yolu Işıl Mobilya Kavşağı	16.01.2005 10:00	Sıc.: 16 °C, nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, basınç: 1024 Mb.	98	83	77	86	150	Sınır Değerlerin Altında
12	Kozan Yolu Halil Nalbant Bulv. Kavşağı	16.01.2005 10:15	Sıc.: 16 °C, nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, basınç: 1024 Mb.	72	90	105	89	150	Sınır Değerlerin Altında
13	Kozan Yolu Dadaloğlu Bulvarı Kavşağı	16.01.2005 10:30	Sıc.: 16 °C, nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, basınç: 1024 Mb.	94	80	75	83	150	Sınır Değerlerin Altında
14	Kozan Yolu Vestel Bayii Önü	16.01.2005 10:45	Sıc.: 16 °C, nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, basınç: 1024 Mb.	59	47	53	53	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

15	Kozan Yolu PTT Evleri Kavşağı	16.01.2005 11:00	Sic.: 16 °C, nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, basınç: 1024 Mb.	50	49	45	48	150	Sınır Değerlerin Altında
16	Kozan Yolu Çatalan Kavşağı	16.01.2005 11:15	Sic.: 16 °C, nem: %27, ruzgar: 50 ⁰ 54 km/s, bas: 1024	35	53	43	44	150	Sınır Değerlerin Altında
17	E-5 Karayolu Dört Yol Kavşağı	26.05.2005 15:00	sıcaklık 27 °C, nem %38, ruzgar 60 ⁰ 48 km/s., basınç 1024 Mb.	85	97	113	98	150	Sınır Değerlerin Altında
18	T. C. Beriker Blv. Trafik Böl. Müd.	26.05.2005 15:15	sıcaklık 27 °C, nem %38, ruzgar 60 ⁰ 48 km/s., basınç 1024 Mb.	63	81	92	79	150	Sınır Değerlerin Altında
19	T. Cemal Beriker Blv. Adana Otogarı Kavşağı	26.05.2005 15:30	sıcaklık 27 °C, nem %38, ruzgar 60 ⁰ 48 km/s., basınç 1024 Mb.	57	68	76	67	150	Sınır Değerlerin Altında
20	T.C Beriker Blv. Vedat Dalokay Hali Kavşağı	26.05.2005 15:45	sıcaklık 27 °C, nem %38, ruzgar 60 ⁰ 48 km/s., basınç 1024 Mb.	70	72	78	73	150	Sınır Değerlerin Altında
21	Turan Cemal Beriker Blv Hipodrom Kavşağı	26.05.2005 16:00	sıcaklık 27 °C, nem %38, ruzgar 60 ⁰ 48 km/s., basınç 1024 Mb.	112	124	136	124	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

22	E-5 Karayolu Temsal Kavşağı	26.05.2005 16:15	sıcaklık 27 °C, nem %38, rüzgar 60 ⁰ 48 km/s., basınç 1024 Mb.	133	147	121	134	150	Sınır Değerlerin Altında
23	Öğretmenler Blv. Real Kavşağı	26.05.2005 16:30	sıcaklık 27 °C, nem %38, rüzgar 60 ⁰ 48 km/s., basınç 1024 Mb.	60	49	52	54	150	Sınır Değerlerin Altında
24	Öğretmenler Blv. Otoban Kavşağı	26.05.2005 16:45	Sıc.: 27 °C, nem: %38, rüzgar 60 ⁰ 48 km/s., bas:1024 Mb.	63	58	49	57	150	Sınır Değerlerin Altında
25	Turgut Özal Bulvarı İller Bankası Önü	23.06.2005 13:30	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç 512 Mb.	17	26	33	25	150	Sınır Değerlerin Altında
26	Turgut Özal Bulvarı Kolcuoğlu Restaurant	23.06.2005 13:45	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç 512 Mb.	18	27	32	27	150	Sınır Değerlerin Altında
27	Turgut Özal Bulvarı Yonca Market Önü	23.06.2005 14:00	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç 512 Mb.	19	25	31	25	150	Sınır Değerlerin Altında
28	Turgut Özal Bulvarı Töre Market Önü	23.06.2005 14:15	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç 512 Mb.	17	26	34	26	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

29	Turgut Özal Bulvarı Huzurevi Kavşağı	23.06.2005 14:30	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç 512 Mb.	22	38	37	29	150	Sınır Değerlerin Altında
30	T. Özal Bulvarı Ruh Sağlığı Hastanesi Önü	23.06.2005 14:45	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç 512 Mb.	25	29	38	31	150	Sınır Değerlerin Altında
31	K. Evren Bulvarı Saray2 Ekmek Önü	23.06.2005 15:00	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç 512 Mb.	24	27	33	28	150	Sınır Değerlerin Altında
32	Kenan Evren Bulvarı Çukurova Petrol Önü	23.06.2005 15:15	Sıc.: 33 °C, nem: %68, rüzgar 55 ⁰ 36 km/s., basınç: 512 Mb.	19	28	34	27	150	Sınır Değerlerin Altında
33	Gazipaşa Bulv. Kasım Gülek Kavşağı	28.07.2005 16:30	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42 ⁰ 36 km/s., basınç 1024 Mb.	18	22	36	25	150	Sınır Değerlerin Altında
34	Ziyapaşa Bulvarı Adana Garı Kavşağı	28.07.2005 16:45	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42 ⁰ 36 km/s., basınç 1024 Mb.	21	26	39	29	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

35	Mücahitler Bulvarı Valilik Binası Önü	28.07.2005 17:00	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42° 36 km/s., basınç 1024 Mb.	27	33	40	33	150	Sınır Değerlerin Altında
36	Mücahitler Bulvarı Çifte Minare Kavşağı	28.07.2005 17:15	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42° 36 km/s., basınç 1024 Mb.	24	34	39	32	150	Sınır Değerlerin Altında
37	Kuruköprü Meydanı Çetinkaya Önü	28.07.2005 17:30	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42° 36 km/s., basınç 1024 Mb.	23	33	41	32	150	Sınır Değerlerin Altında
38	Küçüksaat Yeni Cami Önü	28.07.2005 17:45	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42° 36 km/s., basınç 1024 Mb.	29	37	46	38	150	Sınır Değerlerin Altında
39	İnönü Caddesi SSK Bölge Müdürlüğü Önü	28.07.2005 18:00	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42° 36 km/s., basınç 1024 Mb.	26	33	41	34	150	Sınır Değerlerin Altında
40	E-5 Karayolu Seyhan Belediyesi Binası Önü	28.07.2005 18:15	sıcaklık 35 °C, nem %82, rüzgar 42° 36 km/s., basınç 1024 Mb.	36	44	49	43	150	Sınır Değerlerin Altında
41	M. Özsan Bulv. Tar. Köy İşl.	18.08.2005 11:45	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56° 35 km/s., basınç: 1016 Mb.	38	42	48	43	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

42	M.Kemal Paşa Bulv. İl Sağlık Müd. Binası	18.08.2005 12:00	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56 ⁰ 35 km/s., basınç: 1016 Mb	35	43	47	42	150	Sınır Değerlerin Altında
43	Mithat Özsan Bulvarı Aqualand Su Parkı Önü	18.08.2005 12:15	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56 ⁰ 35 km/s., basınç: 1016 Mb	29	35	41	35	150	Sınır Değerlerin Altında
44	M. Özsan Bulvarı Yüreğir Beld. Binası	18.08.2005 12:30	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56 ⁰ 35 km/s., basınç: 1016 Mb	18	23	34	25	150	Sınır Değerlerin Altında
45	M. Özsan Bulv. Hilton-Sa Kavşağı	18.08.2005 12:45	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56 ⁰ 35 km/s., basınç: 1016 Mb	66	71	86	74	150	Sınır Değerlerin Altında
46	Ceyhan Yolu Kozan Yolu Üst Geçidi	18.08.2005 13:00	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56 ⁰ 35 km/s., basınç: 1016 Mb	62	70	83	72	150	Sınır Değerlerin Altında
47	Ceyhan Yolu Asri Mezarlık Önü	18.08.2005 13:15	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56 ⁰ 35 km/s., basınç: 1016 Mb	28	34	52	38	150	Sınır Değerlerin Altında
48	Ceyhan Yolu Adana Polis Koleji	18.08.2005 13:30	Sıc.: 34 °C, nem: %71, rüzgar: 56 ⁰ 35 km/s., basınç: 1016 Mb	31	35	45	37	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

49	Debboy Cad. Seyhan Kaymakamlığı Binası	23.08.2005 13:45	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., basınç: 1008 Mb.	34	39	49	41	150	Sınır Değerlerin Altında
50	Abidinpaşa Cad. Eski Tekel Müd. Binası Önü	23.08.2005 14:00	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., basınç: 1008 Mb.	32	38	43	37	150	Sınır Değerlerin Altında
51	Kızılay Caddesi Ulucami Önü	23.08.2005 14:15	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., basınç: 1008 Mb.	33	38	43	38	150	Sınır Değerlerin Altında
52	Hasan Şaş Bulvarı Paksoy Fabrikası Önü	23.08.2005 14:30	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., bas: 1008 Mb.	36	44	52	43	150	Sınır Değerlerin Altında
53	Bakımyurdu Cad. Meydan Doğumevi	23.08.2005 14:45	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., bas: 1008 Mb.	38	45	49	44	150	Sınır Değerlerin Altında
54	A. Münif Yeğenağa Cad. Vakıflar Sarayı	23.08.2005 15:00	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., bas: 1008 Mb.	30	36	43	37	150	Sınır Değerlerin Altında
55	Şakirpaşa Caddesi Şakirpaşa Sağlık Oc.	23.08.2005 16:30	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., basınç: 1008 Mb.	29	35	47	37	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

56	Obalar Caddesi Kocavezir İş Merkezi	23.08.2005 16:45	Sıc.: 36 °C, nem: %68, rüzgar: 25 ⁰ 25 km/s., basınç: 1008 Mb.	38	44	51	44	150	Sınır Değerlerin Altında
57	S. Vahit Cad.Karşıyaka End.Mesl.Lisesi	08.09.2005 16:00	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	36	41	48	42	150	Sınır Değerlerin Altında
58	Çukurova Caddesi Aytemiz Petrol Önü	08.09.2005 16:15	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	40	49	55	48	150	Sınır Değerlerin Altında
59	Alparslan Türkeş Bulv. Yurt Petrol İst. Önü	08.09.2005 16:30	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	37	44	52	44	150	Sınır Değerlerin Altında
60	Kıyıboyu Caddesi Özel Akdeniz Okulları Önü	08.09.2005 16:45	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	36	44	52	44	150	Sınır Değerlerin Altında
61	S. Demirel Bulvarı TRT Bölge Müdürlüğü	08.09.2005 17:00	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	32	41	49	40	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.5. 'in devamı

62	Mavi Bulvar Şehit Temel Cingöz Lisesi	08.09.2005 17:15	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	28	34	40	34	150	Sınır Değerlerin Altında
63	Mücahitler Bulvarı Kızılay Deposu Önü	08.09.2005 17:30	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	34	41	50	42	150	Sınır Değerlerin Altında
64	İbo Osman Caddesi Gülek Cami Önü	08.09.2005 17:45	Sıc.: 33 °C, nem: %61, rüzgar: 55 ⁰ 27 km/s., basınç: 1024 Mb.	32	41	49	40	150	Sınır Değerlerin Altında

Çizelge 4.6 . Gürültü Ölçüm Sonuçları

NO	MEVKİ	TARİH	SAAT	GÜRÜLTÜ (dBA)
1	Bülent Angın Blv. Saray1 Ekmek Kavşağı	06.09.2004	8:30	69
2	Bülent Angın Blv. 5,5 Durak Kavşağı	06.09.2004	8:45	67
3	Bülent Angın Blv. Hastaneler Kavşağı	06.09.2004	9:00	72
4	E-5 Karayolu Sabancı Kültür Sitesi Kavşağı	06.09.2004	9:15	84
5	Yüreğir Hasan Şaş Blv. Taşköprü Kavşağı	06.09.2004	9:30	85
6	Hasan Şaş Blv. Regülatör Köprü	06.09.2004	9:45	72
7	Saydam Cd. Aytemiz Petrol Kavşağı	06.09.2004	10:00	69
8	Alimünif Cd. Küçüksaat Meydanı	06.09.2004	10:15	71
9	Kozan Yolu Yüreğir Otogarı Kavşağı	16.01.2005	9:30	73
10	Kozan Yolu Yüreğir Hal Kompleksi Kavşağı	16.01.2005	9:45	72
11	Kozan Yolu Işıl Mobilya Kavşağı	16.01.2005	10:00	74
12	Kozan Yolu Halil Nalbant Bulv. Kavşağı	16.01.2005	10:15	82

Çizelge 4.6.'in Devamı

13	Kozan Yolu Dadaloğlu Bulvarı Kavşağı	16.01.2005	10:30	69
14	Kozan Yolu Vestel Bayii Önü	16.01.2005	10:45	74
15	Kozan Yolu PTT Evleri Kavşağı	16.01.2005	11:00	68
16	Kozan Yolu Çatalan Kavşağı	16.01.2005	11:15	75
17	E-5 Karayolu Dört Yol Kavşağı	26.05.2005	15:00	87
18	T. C. Beriker Blv. Trafik Bölg. Müd.	26.05.2005	15:15	75
19	T. Cemal Beriker Blv. Adana Otogarı Kavşağı	26.05.2005	15:30	78
20	T.C Beriker Blv. Vedat Dalokay Hali Kavşağı	26.05.2005	15:45	87
21	Turan Cemal Beriker Blv Hipodrom Kavşağı	26.05.2005	16:00	80
22	E-5 Karayolu Temsa Kavşağı	26.05.2005	16:15	77
23	Öğretmenler Blv. Real Kavşağı	26.05.2005	16:30	67
24	Öğretmenler Blv. Otoban Kavşağı	26.05.2005	16:45	75
25	Turgut Özal Bulvarı İller Bankası Önü	23.06.2005	13:30	68
26	Turgut Özal Bulvarı Kolcuoğlu Restaurant	23.06.2005	13:45	71

Çizelge 4.6.'in Devamı

27	Turgut Özal Bulvarı Yonca Market Önü	23.06.2005	14:00	70
28	Turgut Özal Bulvarı Töre Market Önü	23.06.2005	14:15	65
29	Turgut Özal Bulvarı Huzurevi Kavşağı	23.06.2005	14:30	63
30	T. Özal Bulvarı Ruh Sağlığı Hastanesi Önü	23.06.2005	14:45	58
31	K. Evren Bulvarı Saray2 Ekmek Önü	23.06.2005	15:00	63
32	Kenan Evren Bulvarı Çukurova Petrol Önü	23.06.2005	15:15	64
33	Gazipaşa Bulv. Kasım Gülek Kavşağı	28.07.2005	16:30	67
34	Ziyapaşa Bulvarı Adana Garı Kavşağı	28.07.2005	16:45	67
35	Mücahitler Bulvarı Valilik Binası Önü	28.07.2005	17:00	69
36	Mücahitler Bulvarı Çifte Minare Kavşağı	28.07.2005	17:15	65
37	Kuruköprü Meydanı Çetinkaya Önü	28.07.2005	17:30	69
38	Küçüksaat Yeni Cami Önü	28.07.2005	17:45	72
39	İnönü Caddesi SSK Bölge Müdürlüğü Önü	28.07.2005	18:00	81
40	E-5 Karayolu Seyhan Belediyesi Binası Önü	28.07.2005	18:30	89

Çizelge 4.6.'in Devamı

41	M. Özsan Bulv. Tar. Köy İşl. Ziraat Lab.	18.08.2005	11:45	67
42	M.Kemal Paşa Bulv. İl Sağlık Müd. Binası	18.08.2005	12:00	74
43	Mithat Özsan Bulvarı Aqualand Su Parkı Önü	18.08.2005	12:15	72
44	M. Özsan Bulvarı Yüreğir Beld. Binası	18.08.2005	12:30	67
45	M. Özsan Bulv. Hilton-Sa Kavşağı	18.08.2005	12:45	73
46	Ceyhan Yolu Kozan Yolu Üst Geçidi	18.08.2005	13:00	77
47	Ceyhan Yolu Asri Mezarlık Önü	18.08.2005	13:15	81
48	Ceyhan Yolu Adana Polis Koleji Önü	18.08.2005	11:30	78
49	Debboy Cad. Seyhan Kaymakamlığı Binası	23.08.2005	15:00	76
50	Abidinpaşa Cad. Eski Tekel Müd. Binası Önü	23.08.2005	15:15	69
51	Kızılay Caddesi Ulucami Önü	23.08.2005	15:30	74
52	Hasan Şaş Bulvarı Paksoy Fabrikası Önü	23.08.2005	15:45	65
53	Bakımyurdu Cad. Meydan Doğumevi	23.08.2005	16:00	63
54	A. Münif Yeğenağa Cad. Vakıflar Sarayı	23.08.2005	16:15	72

Çizelge 4.6.'in Devamı

55	Şakirpaşa Caddesi Şakirpaşa Sağlık Ocağı	23.08.2005	16:30	55
56	Obalar Caddesi Kocavezir İş Merkezi	23.08.2005	16:45	60
57	S. Vahit Cad.Karşıyaka End.Mesl.Lisesi	08.09.2005	16:00	49
58	Çukurova Caddesi Aytemiz Petrol Önü	08.09.2005	16:15	49
59	Alparslan Türkeş Bulv. Yurt Petrol İst. Önü	08.09.2005	16:30	78
60	Kıyıboyu Caddesi Özel Akdeniz Okulları Önü	08.09.2005	16:45	66
61	S. Demirel Bulvarı TRT Bölge Müdürlüğü	08.09.2005	17:00	55
62	Mavi Bulvar Şehit Temel Cingöz Lisesi	08.09.2005	17:15	73
63	Mücahitler Bulvarı Kızılay Deposu Önü	08.09.2005	17:30	56
64	İbo Osman Caddesi Gülek Cami Önü	08.09.2005	17:45	48

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER**5.1.Sonuçlar**

Adana'nın Seyhan ve Yüreğir ilçelerinde bulunan ana arter ve bulvarlarındaki güzergahlarda 32 istasyondan 20.05.2004 - 15.07.2005 tarihleri arasında meteorolojik veriler değerlendirilerek belirlenen aylarda 1 aylık süre ile çökelen toz örnekleri alınmıştır. Toz örneklerinin ağır metal analizi yapılarak Cd, Pb, Fe, Zn, Co, Ni, Cr, Mn konsantrasyonları belirlenmiştir.

Analiz sonuçları 2004 yılında yürürlüğe giren Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'nin Uzun Vadeli Sınır Değerleri ile karşılaştırıldığında Kadmiyum(Cd) konsantrasyonlarının hemen hemen tüm örneklerde yüksek olduğu görülmektedir. Kurşun(Pb) ise sadece 7 no.lu örnekte sınır değerlerinin dışında diğer örnekte normal saptanmıştır. Demir(Fe), Çinko(Zn), Nikel(Ni), Krom(Cr), Mangan(Mn) ve Kobalt(Co) içeriklerinin Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'nde Uzun ve Kısa Vadeli Sınır Değerleri belli olmadığından değerlendirilememiştir.

İkinci bir program dahilinde ana arter ve bulvarlardaki 64 kritik noktadan trafiğin yoğun olduğu saatlerde emisyon ve gürültü ölçümleri alınmıştır. Surfer programı ile çizilen toz ve gürültü dağılım haritalarında görülen sonuç emisyon ölçümlerinin Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'nin Partikül Madde (1-10 µm) Kısa Vadeli Sınır Değerleri olan 150 µg/m³ ile karşılaştırıldığında hiçbir ölçüm sonucunun sınır değerlerini aşmadığı fakat Hedef Değer olan 60 µg/m³ sınırını birçok noktada aştığı gözlenmiştir. Özellikle şehir merkezini içinden geçen E-5 Karayolu üzerinde yapılan ölçümlerde 100-120 µg/m³'lük değerlerle üst sınır değerlerini zorlamıştır. Ayrıca Kozan Caddesi, Hasan Şaş Bulvarı, Akdeniz Bulvarı ve Saydam Caddesi gibi kırsal ve tarımsal alanlara yakın olan bölgelerde emisyon konsantrasyonlarının yükseldiği görülmüştür. E-5 Karayolu'nun şehir merkezi dışı uzantılarında örneğin Ceyhan Yolu ve Mersin Yolu uzantılarında bulunan büyük sanayi kuruluşlarının çokluğu buradaki PM₁₀ miktarlarında artışa sebep olmuştur.

Gürültü dağılım haritasına bakıldığında da anlaşılabileceği gibi Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği'nin Şehir İçi Sınır Değeri olan 90 dB değeri hiçbir ölçüm noktasında aşılmamıştır. Buna rağmen Adana Şehir Merkezi'nin en büyük gürültü

kaynağı şehrin ortasından geçen E-5 Karayolu'dur. Dört yol Kavşağı, Adana Müzesi Kavşağı ve Seyhan Belediyesi Binası önünden alınan ölçümler 80 – 90 dB arasında olup bu güzergah üzerindedir. Ayrıca Hasan Şaş Bulvarı ve Kozan Yolu üzerindeki yoğun ağır yük ve tarım araç trafiği buradaki gürültü seviyesini üst düzeylere çıkarmıştır. Hasan Şaş Bulvarı'nın hemen yanında bulunan Sanayi Çarşısı ayrı bir gürültü kaynağı olarak gözümüze çarpmaktadır.

5.2.Öneriler

Bu sonuçlar dahilinde Adana ili merkezinin en önemli toz ve gürültü kaynağı T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait E-5 Karayolu olarak saptanmıştır. Özellikle sabahın erken ve akşamın ilk saatlerinde bu güzergahı kullanan ağır yük taşıtları ve şehirlerarası yolcu otobüslerinin çıkardığı egzoz emisyonları ve gürültüleri sınır değerlerinin üst seviyelerine ulaşmıştır. Bunu önlemenin en marjinal çözümü şehirlerarası trafiği şehir merkezi dışından geçen TEM Otoyolu'na yönlendirmek, bu otoyolu kullanmayı cazip hale getirmek ve otoyol ile şehir merkezi arasında bağlantı yolları oluşturmaktır.

Adana'nın Yüreğir ilçe sınırları içerisindeki Kozan Caddesi ve Hasan Şaş Bulvarı tarımsal alanlara yakın bölgeler olduğundan tarım araçları ile yağmurlu havalarda toz çamur halinde taşınmakta, kuruduktan sonra havaya karışarak toz konsantrasyonunu arttırmaktadır. Bu güzergahların düzenli olarak temizlenmesi ve özellikle yaz aylarının kurak günlerinde toz kalkımının önlenmesi için sulama yapılması gerekmektedir.

Yine aynı güzergahlardaki yüksek gürültü seviyelerini önlemek amacıyla bu bulvarlara refüjler yapıp bitki ekilmesi ve böylece gürültü emici doğal bentler oluşturulması gerekmektedir.

Ayrıca Hasan Şaş Bulvarı üzerinde ve aynı zamanda Yüreğir Devlet Hastanesi'nin tam karşısında bulunan Sanayi Çarşısı'nın ilçe merkezi dışına taşınması bu yörenin hem trafiği hem de insan sağlığı açısından son derece önemlidir.

Adana şehir içi toplu taşımacılığı otobüs ve midibüsler ile yapılmaktadır. Şehir içi trafiğine büyük bir yük getiren bu araçlardan çıkan egzoz gazı emisyonları ve gürültüler özellikle vatandaşların iş ve okul giriş-çıkış saatlerinde yoğun olarak hissedilmektedir. Bu araçların periyodik olarak egzoz gazı emisyonu ve egzoz gürültüsü ölçümleri yapılmalı, sınır değerlerini aşanlar trafikten men edilmelidir. Ayrıca toplu taşımacılığın daha etkin ve hızlı yapılabilmesi için 1998'den beri hala yapım aşamasında olan Adana Metrosu'nun bir an önce faaliyete geçirilmesi gerekmektedir. Böylece hem trafikteki toplu taşıma araç sayısı azalacak hem de daha çok miktarda insan daha kısa sürede taşınabilecektir.

KAYNAKLAR :

- ADANA DEVLET METEOROLOJİ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ, 2004.Adana Hava Durumu Yıllık İstatistikleri.
- ADANA GÜÇBİRLİĞİ VAKFI, 1998. Sosyo-Ekonomik Raporu, s.9-44
- ADANA TRAFİK TESCİL ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ, 2005.Adana Merkez Motorlu Araç İstatistiği.
- ADANA VALİLİĞİ YAYINLARI, Adana Valiliği, 2002.
- AYTUN, A., 1978.İzmit'te Kent İçi Demiryolu ve Karayolu Geçişlerinde Ses ve Titreşim Ölçümleri. TÜBİTAK, Ankara, s.52-84
- BAUMBACH, G., 1996. Air Quality Control.Spinger, Germany, 490s.
- ÇEVRE BAKANLIĞI, 2002. Çevre Notları. İzmir, 96s.
- CHANDLER, S., 1976. Particulate and Air Quality Methots.USA, 186s.
- ENVY, G., 2000.Sugözü Termik Santrali ÇED Raporu.
- ERTÜRK ve diğ., 1995. İstanbul İli'nin Kriging Yöntemi ile Hava Kirliliği Haritasının Çıkarılması. İTÜ, İSTANBUL.
- GODİSH, T., 1991. Air Quality. Lewis Publishers, INC, Michigan, USA, s.112-154.
- GÖNÜLLÜ, T., 1993. Gürültü Kontrolü. Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, s.84-102.
- GÖKDAĞ, M., 1992. Trafik ve Gürültü. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Tabiat ve İnsan Dergisi 26:18-26.
- GÜNDÜZ, A., 1993. Partikül Madde ve Toz Ölçüm Yöntemleri.ANKARA, 124s.
- HALEFOĞLU, Y.Z., 1997. Adana İli'nde Primer Kirleticilerin Düzeyinin Saptanması ve Coğrafik Bilgi Sistemi ile SO₂ Dağılımının İncelenmesi. Ç.Ü. Yüksek Lisans Tezi , Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 126s.
- HAMİDOĞLU, R.A., 1994. Gürültünün Değerlendirilmesi ve Azaltma Yolları. 1. Ulusal Gürültü Kongresi Bildiri Kitabı, Bursa, 184s.
- HASGÜR, M., 1992. Gürültü Kirliliğinin Türk Mevzuatı'ndaki Yeri, Ankara.
- HASSEL, J. R. and ZAVERKİ, K., 1979. Acoustic Noise Measurements, Denmark.
- HAVA KALİTESİ KONTROL YÖNETMELİĞİ, 1986, sayı: 19269 madde: 6. Hava Kalitesi Sınır Değerleri.
- KİELY, G., 1997, Environmental Engineering. McGraw-Hill, England, s.34-42.

- KARPUZCU, M., 1994. Su Temini ve Çevre Sağlığı. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, s.79-84.
- KURRA, S., AKSUGUR, N. ve ARIK, A., 1993. İstanbul'da Çevre Gürültüsü Koşullarının Saptanması ve Gürültü Denetimi Ölçütlerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK, Mühendislik Araştırma Grubu, İstanbul, 216s.
- KARABİBER, M., 1991, Çevre Kirliliği Ders Notları. İstanbul, 96s.
- KOUSSOULAKOU, A., 1990. Computer-assisted Cartography for Monitoring Spatio-Temporal Aspects of Urban Air Population. Delft University Press, 239s.
- KÖYAĞASIOĞLU, L., 1988. Gürültü ile Mücadele. 4. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, İzmir, s.8-13.
- MÜEZZİNOĞLU, A., 2002. Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 327s.
- MASTERS, G.M., 1991. Introduction to Environmental Engineering and Science Prentice Hall. USA, 451s.
- ÖZBİLEN, A ve VAR, M., 1992. Gürültü Kirliliğine Karşı Etkin Olan Doğal Eleman Türleri ve Trabzon'da Bir Örnek Çözüm. TÜBİTAK, Trabzon, s.72-85.
- ÖZGÜVEN, N.H., 1985. Endüstriyel Gürültü Kontrolü. Makine Mühendisleri Odası Yayınları, (Yayın No:118), Ankara, 67s.
- PEAVY, H.S., 1985. Environmental Engineering. McGraw-Hill, USA, 696s.
- RYDİNG, S., 1992. Environmental Management Handbook. The Holistic Approach From Problems to Strategies, Lewis Publishers, USA, 354s.
- SABUNCU, H.H., 1988. Şantiye Gürültüleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Çevre 88. 4. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, İzmir, s.46-65.
- SERDAR, K., 1998. Adana'nın Yumurtalık İlçesi'nin Petrokimya Tesisi ÇED çalışması.
- STERN, A.C., 1968. Air Population. Academic Press, Volume 1, New York, USA, 126s.
- ŞEN, H., 1995. Kükürtdioksit Konsantrasyonlarının İstatistiksel Yorumu. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.

- TS, 2341, 1976. Hava Kirliliği Ölçme Metotları Çökelti Ölçme Cihazı Kurma ve Çalıştırma Metodu. TSE, Ankara, 8s.
- TÜNAY, O., ALP, K., 1996. Hava Kirlenmesi Kontrolü. TMMBO, Çevre Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi. Mega Ajans, İstanbul, 174s.
- UNSCECE, 1984. Statics of Air Quality. Some Methods, Conference of European Statisticians Statistical Standards and Studies, United Nations Statistical Commision and Economic Commision for Europa, 356s.
- ÜNER, M., TOR, S., 1989. Adana’da Gürültü Üzerine Bir Çalışma.
- WB, 1995. World Bank-Air Quality Standards, www.worldbank.org/html/pdf/html.
- YILMAZ, S., 1988. Uçak Gürültüsünün Değişik Ölçeklerde İncelenmesi ve Denetim Altına Alınması. Çevre 84. 4. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, İzmir, 457s.
- YÜCEL, A., 1990. Gürültü Ölçüm Metotları. 9 Eylül Üniversitesi Yayınları.

ÖZGEÇMİŞ

1976 Adana doğumluyum.İlk ve orta öğrenimimi Adana’da tamamladıktan sonra 1993 yılında Adana Erkek Lisesi’nden mezun oldum.1994 yılında başladığım Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Laboratuar Bölümü ön lisans programını 1996 yılında bitirdim.Daha sonra 1997 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimime başladım ve 2002 yılında mezun oldum.2003 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladım ve halen öğrenimime devam etmekteyim.