

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

MARMARA BÖLGESİ'NDE HAVA KİRLİLİĞİ
ERKEN UYARI SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ:
ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Yüksek Lisans Tezi

YUSUF KARAHAN

İSTANBUL, 2013

T.C
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

MARMARA BÖLGESİ'NDE HAVA
KİRLİLİĞİ ERKEN UYARI SİSTEMİ
GELİŞTİRİLMESİ:
ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Yüksek Lisans Tezi

Yusuf KARAHAN

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Göksel DEMİR

İSTANBUL, 2013

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS
PROGRAMI

Tezin Adı: Marmara Bölgesi'nde Hava Kirliliği Erken Uyarı Sistemi Geliştirilmesi:
Örnek Bir Çalışma

Öğrencinin Adı Soyadı: Yusuf KARAHAN

Tez Savunma Tarihi: 15 / 07 / 2013

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA

Enstitü Müdürü

.....

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI

Program Koordinatörü

.....

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Göksel Demir

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Nilgün Camkesen

.....

Üye

Doç. Dr. Kurtuluş Özcan

.....

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde önemli rol sahibi olan tez danışmanım Doç. Dr. Göksel DEMİR'e teşekkür ederim. Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Program koordinatörü Prof. Dr. Mustafa ILICALI, Koordinatör Yardımcısı Yrd. Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN ve Doç. Dr. Kurtuluş ÖZCAN'a teşekkür ederim. Tezimde büyük emeği geçen, bana vakit ayıran ve ilgilenen Dr. Hüseyin ÖZDEMİR hocama da sonsuz teşekkür ederim. Yardımlarından dolayı Emrah AKBIYIK'a ve gerekli müsaadeyi gösteren Şefim Alp Deha UMURCA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

MARMARA BÖLGESİ'NDE HAVA KİRLİLİĞİ ERKEN UYARI SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ: ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Yusuf KARAHAAN

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Göksel Demir

Haziran 2013, 45 Sayfa

Hava kirliliği insan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri olan, küresel iklim değişikliğine yol açan önemli çevresel sorunlardan biridir. Bu sebeple hava kirliliğinin etkili bir şekilde yönetimi ve kontrolü gereklidir. Hava kalitesi görüntüleme ağları, belirlenmiş hava kirleticilerini ölçmeyi sağlar. Ölçüm sonuçları ise analizler ve modellerle birlikte limit değerleri belirlemeyi, kontrol metotları geliştirerek atmosfere verilen kirleticilerin miktarını azaltmayı sağlar. Türkiye'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ulusal hava kalitesi izleme ağı bulunmaktadır ve ölçüm sonuçları saatlik olarak web sitesinde yayınlanmaktadır. Bununla birlikte, sadece ölçüm sonuçları yeterli değildir ve ortaya çıkan bu verilerin analiz edilip sonuçların değerlendirilmesi gerekir. Bu çalışma kapsamında, otomatik bir şekilde verileri bir veri tabanında depolayıp analiz eden ve analiz sonuçlarını otomatik olarak yetkililere gönderen bir sistem tasarlanmıştır. Sistem, Marmara Bölgesi'ndeki hava kirliliği izleme istasyonlarından verileri alıp, uluslararası hava kalitesi standartlarına göre değerlendirerek elektronik posta ve cep telefonu mesajı yoluyla sonuçları yetkililere aktarır. Dolayısıyla bu sistem, insan hatasından bağımsız veri depolamayı ve analiz etmeyi sağlayarak karar vermeyi, hava kirliliği kontrolünü ve yönetimini kolaylaştıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, Hava kalitesi standartları, Türkiye, Uyarı sistemi

ABSTRACT

DEVELOPING AIR POLLUTION EARLY WARNING SYSTEM IN MARMARA REGION: A CASE STUDY

Yusuf KARAHAN

Urban Systems And Transportation Assesment Master Program

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Göksel Demir

June 2013, 45 pages

Air pollution is one of the major environmental problems that have harmful effects on human health and the environment and causes global climate change. Because of this reason, the effective management and control of air pollution is required. Air quality monitoring network provides to measure specified air pollutants, measurement results provides determining limit values with analysis and models, reaching solutions by developing control methods. Turkey Ministry of Environment and Urban Development has a national air quality monitoring network and measurement results are hourly published on the website. However, absolute measurement result is not sufficient and the data must be analyzed to obtain. Within this application, a system which stores data automatically in a database and analyses and sends analyse results automatically to the authorities had been designed. The system receives data from air pollution monitoring stations in the Marmara Region, evaluates the results according to the international air quality standards and transmits results to the authorities by messages or e-mail. Therefore, this system facilitates decision-making, controlling and managing air pollution by providing analysing and storing data without human mistake.

Key Words: Air pollution, Air Quality Standarts, Turkey, Warning system

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
SEMBOLLER.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 LİTERATÜR TARAMASI	1
1.2 HAVA KİRLİLİĞİ.....	8
1.3 AVRUPA BİRLİĞİ POLİTİKALARI VE ALMANYA ÖRNEĞİ.....	18
1.4 HAVA KİRLİLİĞİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	21
1.5 AMAÇ	24
2. WEB TEKNOLOJİLERİ	25
2.1 ÇALIŞMA SİSTEMİ	26
2.2 SİTENİN ORGANİZASYONU	26
2.3 SİTENİN ÇALIŞMASI	27
3. HAVA KİRLİLİĞİ ANALİZİ VE UYARI SİSTEMİ	29
3.1 ALTYAPI	29
3.2 HAVAANALIZ.COM.....	32
4. BULGULAR & TARTIŞMA.....	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKÇA.....	42

TABLÖLAR

Tablo 1.1 Hava kirliliği kaynakları.....	3
Tablo 1.2 Amerika Birleşik Devletleri hava kalitesi standartları.....	5
Tablo 1.3 Türkiye hava kalitesi standartları.....	6
Tablo 1.4 Avrupa Birliği limit değerleri.....	7
Tablo 1.5 Ölçüm yöntemleri karşılaştırması.....	233

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Atmosferdeki kirleticiler, kaynakları, uğradıkları süreçler ve kirlilik etkileri	2
Şekil 1.2 Hava kalitesi yönetim sistemi	4
Şekil 1.3 Türkiye hava kalitesi izleme istasyonu web sitesi	8
Şekil 1.4 Almanya'daki ölçüm istasyonları	20
Şekil 3.1 Manuel veri girişi diyagramı	30
Şekil 3.2 Otomatik veri girişi diyagramı	31
Şekil 3.3 Web Sitesi etkileşimi	32
Şekil 3.4 www.havaanaliz.com ana sayfası	33
Şekil 3.5 Seçilen ile ait ölçüm bilgileri	33
Şekil 3.6 Seçilen şehire ait minimum/maksimum ve ortalama değer gösterimi	34
Şekil 3.7 Ölçümlerin grafik ile gösterimi	34
Şekil 4.1 Ana harita ekranı	35
Şekil 4.2 Şehir bazlı limit aşım ekranı	35
Şekil 4.3 Aşıma göre renk değişimi	36
Şekil 4.4 Hava kirliliği rapor grafiği	37
Şekil 4.5 Bursa değer aşım örneği	38
Şekil 4.6 Kocaeli değer aşım örneği	38
Şekil 4.7 İstanbul değer aşım örneği	39
Şekil 4.8 Kocaeli değer aşım örneği	39
Şekil 4.9 SMS örneği	40

KISALTMALAR

PM	: Partikül Madde
μm	: 1×10^{-6} of a meter (SI Standard prefix "micro" = 10^{-6})
EPA	: Amerika Çevre Koruma ajansı
EU	: Avrupa Birliği
WHO	: Uluslararası Sağlık Örgütü
STL	: Kısa Dönem Limit
LTL	: Uzun Dönem Limit
TLV	: Hedef Limit değer
AAQ	: Dış Ortam Hava Kalitesi
AQMN	: Hava Kalitesi Görüntüleme Ağı
AQMS	: Hava Kalitesi Görüntüleme İstasyonu
OECD	: Ekomik İş Birliği Organizasyonu
NBKI	: Neutral Buffered Potassium Iodide

SEMBOLLER

Parts per million	: ppm
Mikrogram	: μg
Metreküp	: m^3
Parts per billion	: ppb
Sülfür dioksit	: SO_2
Azot dioksit	: NO_2
Azot oksitler	: NO_x
Partikül Madde	: PM
Kurşun	: Pb
Karbon monoksit	: CO
Ozon	: O_3
Kilometre	: km
Karbon dioksit	: CO_2
Metan	: CH_4
Su	: H_2O
Kloroflorokarbon Gazları	: CFC

1. GİRİŞ

Hava kirliliği insan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri olan, küresel iklim değişikliğine yol açan önemli çevresel sorunlardan biridir. Bu sebeple hava kirliliğinin etkili bir şekilde yönetimi ve kontrolü gereklidir. Hava kalitesi görüntüleme ağları belirlenmiş hava kirlleticilerini ölçmeyi sağlar. Ölçüm sonuçları ise analizler ve modellerle birlikte limit değerleri belirlemeyi, kontrol metotları geliştirerek çözüme ulaşmayı sağlamaktadır. Türkiye’de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın ulusal hava kalitesi izleme ağı bulunmakta ve ölçüm sonuçları saatlik olarak bir web sitesinde yayınlanmaktadır. Fakat yalnız ölçüm sonuçları yeterli değildir ve ortaya çıkan bu verilerin analiz edilip sonuçların ortaya konması gerekir.

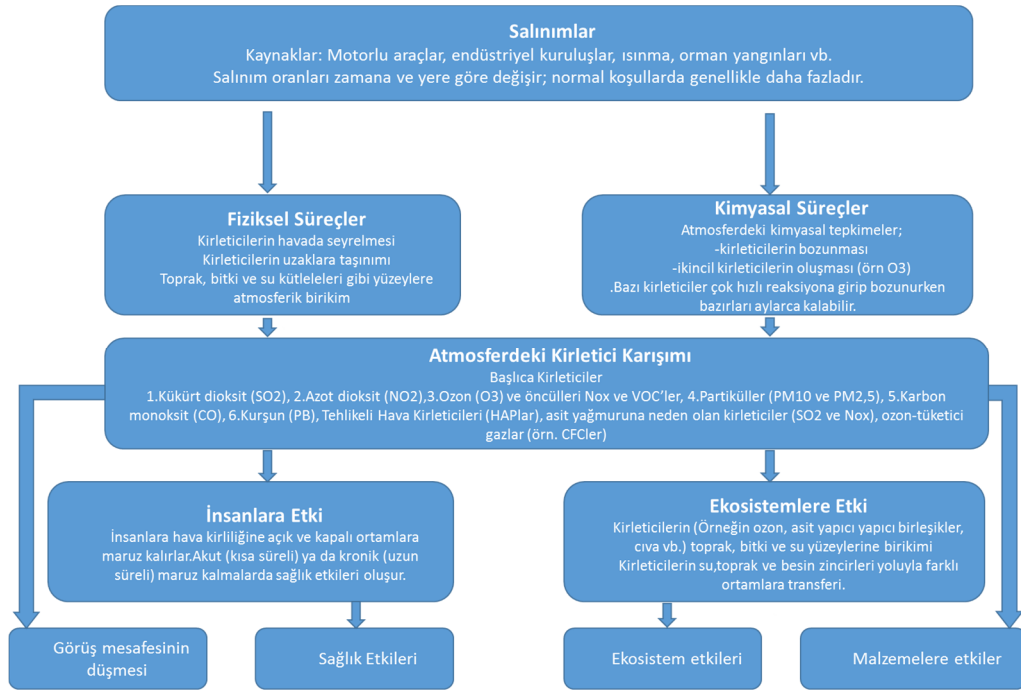
Bu çalışma kapsamında, tamamıyla otomatik bir şekilde verileri bir veri tabanında depolayıp analiz eden ve analiz sonuçlarını otomatik olarak yetkililere gönderen bir sistem tasarlanmıştır. Bu çalışma, insan hatasından bağımsız veri depolamayı ve analiz etmeyi sağlayarak karar vermeyi, hava kirliliğini kontrol etmeyi ve yönetmeyi kolaylaştıracaktır.

1.1 LİTERATÜR TARAMASI

Sanayileşme ve dünya nüfusunun artması sebebiyle içinde yaşadığımız dünya ve soluduğumuz hava kirlenmekte ve insan sağlığı üzerinde tehditler oluşturmaktadır. Hava kirliliği problemleri 18. yüzyıl İngiltere’inde sanayi devriminin doğuşu ile gün yüzüne çıkmaya başladı. Enerji üretiminde kömür kullanımı, sanayi devriminde modern hayatın ve son teknolojik gelişmelerin değişimine öncülük eden önemli bir faktördü. Bununla birlikte, bu devrimsel gelişmelerle beraber insanlık çevreye zarar verdi ve doğal kaynakları hızlıca harcadı. Çevresel problemlerin artmasıyla birlikte halkın farkındalığı ve bilimsel araştırmalar hız kazandı. Londra’da meydana gelen hava kirliliği felaketi tarihte meydana gelen en önemli çevre olaylarından biridir ve 4000’den fazla insan bu şiddetli hava kirliliğine maruz kaldığı için ölmüştür (Schwartz, 2004). Bugün, hava kirliliğinin çoğu direkt olarak endüstriyel üretim, ulaşım ve elektrik üretimi için yakılan fosil yakıtlara bağlıdır. Hava kirliliğini kısaca havada zararlı etki üretecek miktarda bulunan ve istenmeyen materyallerin varlığı olarak tanımlanır. Şekil 1.1’de verilen aktiviteler sonucu

oluşan hava kirliliği, birçok kirleticiyi içinde barındırmakla birlikte; partikül madde, nitrojen oksitler, sülfür oksitler, karbon oksitler, hidrokarbonlar ve ozon olarak 6 temel hava kirleticisi olarak belirlenmiştir. Havayı kirletenler birincil ve ikincil olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Birincil kirletenler atmosfere direkt girebilen zararlı kimyasallardır. Nitrojen oksitler, sülfür oksitler, karbon oksitler ve hidrokarbonlar önemli tanecikli maddeler olarak sayılabilir (Kindap ve diğ., 2012). Ozon ve sülfür trioksit atmosferde kimyasal tepkimeye bulunan kirletenlerdir. Tanecikler çaplarına göre sınıflandırılabilirler. Çapı 10 µm'den küçük tanecikler PM₁₀ olarak sınıflandırılır ve çapı 2,5 µm'den küçük tanecikler PM_{2,5} olarak sınıflandırılır (Özdemir ve diğ.,2012). Tanecik boyutları seçiminin en önemli sebebi insan sağlığına direkt etkisi olması ile alakalıdır. 10 µm'den büyük tanecikler insan vücudu tarafından filtrelenebilir. Çapı 10 mikrometreden küçük tanecikler (PM₁₀) akciğere girebilecek kadar küçüktürler ve ciddi sağlık problemlerine sebep verirler. Aşağıdaki resim hava kirliliği probleminin bütün resmini göstermektedir.

Şekil 1.1 Atmosferdeki kirleticiler, kaynakları, uğradıkları süreçler ve kirlilik etkileri



Kaynak: (Ay, E. (2010)

Tablo 1.1 Hava kirliliği kaynakları

Kirleticiler	Kaynaklar
Partiküler Madde	Endüstri, Motorlu Araçlar
Kükürt Oksit	Elektrik fabrikaları ve diğer endüstriler
Azot Oksit	Motorlu araçlar, Fabrikalar
Karbon monoksit	Motorlu araçlar, Fabrikalar
Ozon	Atmosferde biçimlenmiş
	(İkincil Hava Kirliliği)

Kaynak: (Franek W.2003)

Hava kirliliği insan sağlığını direkt olarak etkiler. Hava kirliliğine maruz kalan insanlarda, şiddetli (kısa dönemde) veya kronik (uzun dönemde) sağlık etkisi ortaya çıkar. Şiddetli sağlık etkisi genellikle ani olur ve kirletenlere etkisi bittiğinde iki taraflıdır. Yaygın görülen şiddetli sağlık etkileri göz bozukluğu, baş ağrısı ve mide bulantısıdır.

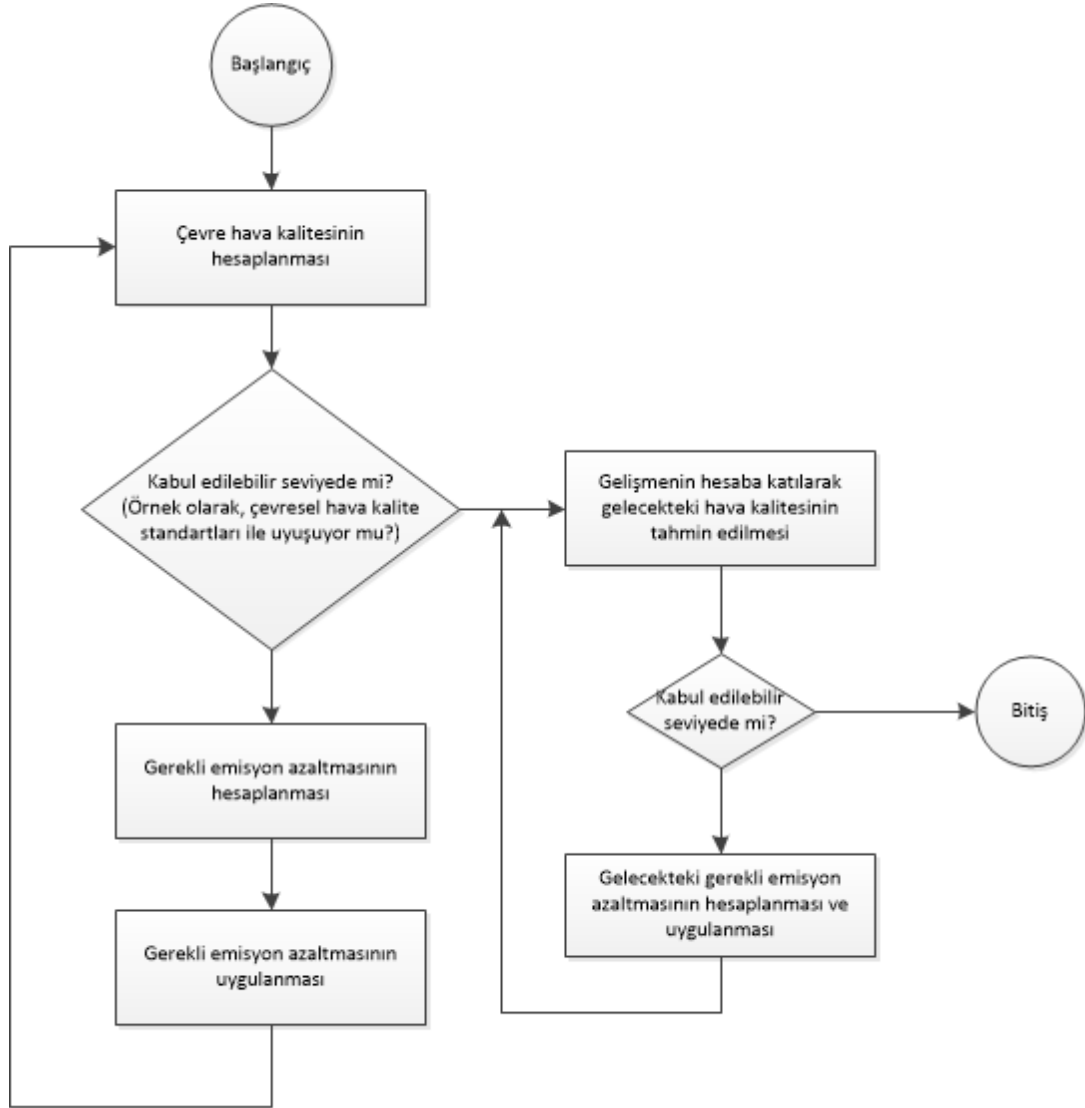
Kronik sağlık etkisi sıklıkla kalıcı, geri döndürülemez etkilere neden olur ve maruz kaldıktan uzun süre sonra ortaya çıkar. Kronik sağlık etkileri göstergelerinden bazıları nefes darlığı, kalp hastalığı, kanser ve hatta ölümdür.

Hava kirliliğinin tanımı bahsedildikten sonra, hava kirleticileri, kaynakları ve hava kirliliğinin etkileri, türleri, hava kirliliğinin nasıl yönetileceğini belirtmek için gereklidir. Yönetmelik emisyon azaltma programlarında itici bir güçtür. Hükümetler kirlilik kaynaklarından emisyonu sınırlamak için düzenleyici kontrolü yürürlüğe koyar.

Kirlilik önleme sınırı emisyon standartlarına, dış ortam hava kalitesi standartlarına ve sağlık riski standartlarına dayanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü hava kirliliğinin sağlık riski standartlarını belirler ve yayımlar.

Hava kalitesi standardı yaklaşımı, hava kirliliğinin yönetimi ve kontrolü metodudur. Şekil 1.2 'te bulunan akış şeması hava kalitesi standartlarının nasıl belirlendiğini gösterir. Hava kalitesi sınır değerleri Tablo1.2 ve 1.3 'de verilmiştir.

Şekil 1.2 Hava kalitesi yönetim sistemi



Kaynak: DeNevers, Noel, *AirPollution Control Engineering*, New York, McGraw-HillInc (1995).

Tablo 1.2 Amerika birleşik devletleri hava kalitesi standartları

Kirletici	Birincil / İkincil	Ortalama Zaman	Seviye	
Karbon monoksit	Birincil	8 Saat	9 ppm	
		1 Saat	35 ppm	
Kurşun	Birincil ve İkincil	3 aylık ortalama yuvarlanmalı	0.15 µg/m ³	
Nitrojen dioksit	Birincil	1 Saat	100 ppb	
	Birincil ve İkincil	Yıllık	53 ppb	
Ozon	Birincil ve İkincil	8 Saat	0.0075 ppm	
Partikül Madde	PM _{2,5}	Birincil	Yıllık	12 µg/m ³
		İkincil	Yıllık	15 µg/m ³
		Birincil ve İkincil	24 Saat	35 µg/m ³
	PM ₁₀	Birincil ve İkincil	24 Saat	150 µg/m ³
Sülfür dioksit	Birincil	1 Saat	75 ppb	
	İkincil	3 Saat	0.5 ppm	

Kaynak: USEPA National Ambient Air Quality Standards, Ekim 2011

Tablo 1.3 Türkiye hava kalitesi standartları

Kirleticiler	Konsantrasyon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ortalama Zaman
SO₂	900	Saat
	400	24 saat
NO₂	300	24 saat
	100	Yıllık
PM₁₀	300	24 saat
	150	Yıllık
Pb	2	Yıllık
CO	30,000	24 saat

Kaynak: http://cemit.dmi.gov.tr/files/doc/hava-kalitesi/hava_kalitesi_tr-TR.pdf

Türkiye’de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı hava kalitesi takibinde yetkili makamdır. Bakanlık ülkenin 81 ilinde 122 ölçüm istasyonu içeren ulusal hava kalitesi takip ağına sahiptir. Yedi hava kalite parametresi ölçülür ve ölçüm sonuçları Bakanlık’ın hava kalite takip sitesinde gösterilir, sonuçlar saatte bir bu sitede güncellenir. Bütün istasyonlardaki ölçüm parametreleri aşağıda bulunan Şekil 1.3’de görüldüğü gibi PM₁₀, CO, SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃’dür.

Tablo 1.4 Avrupa birliği limit değerleri

KİRLLETİCİ	AB-LİMİTDEĞERLER		
	SÜRE	LİMİT DEĞER	AŞMA SAYISI
		μ/m^3	
SO ₂	Saat	325	24 kez / yıl
	24 saat	125	3 kez / yıl
	Kış dönemi	(ekosistem)	-
	Yıl	20	-
(ekosistem)			
NO ₂	Saat	200	18 kez
	Yıl	40	-
NO _x	Yıl	30	-
		(ekosistem)	
PM ₁₀	24 saat	50	35 kez/yıl
	Yıl	40	
Pb	Yıl	0,5	
C ₆ H ₆	Yıl	5	-
CO	8 saat	10000	
O ₃	8 saat	120	25 gün/yıl
		(hedef değer)	
	Saat	180 (bilgi eşiği)	

		240 (uyarı eşiği)	
Arsenik	Yıl	0,006	Bir yılda PM ₁₀ fraksiyonundaki toplam içerik için hedef değer
Kadmiyum	Yıl	0,005	
Nikel	Yıl	0,02	
Benzo(a) piren	Yıl	0,001	

Kaynak: www.ibb.gov.tr/sites/cevrekoruma/havakalitesi/documents/limitdegerler.pdf

Şekil 1.3 Türkiye hava kalitesi izleme istasyonu web sitesi

Dinamik Tablo - TÜM İSTASYONLAR		T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI HAVA KALİTESİ İZLEME İSTASYONLARI WEB SİTESİ							
Tarih ve Saat	PM10	SO2	NO	NO2	NOX	O3	CO		
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
ADANA(CATALAN)	15.04.2013 16.00	20	3				45		
ADANA(DOGANKENT)	15.04.2013 16.00	15	2	21	31	52	15		
ADANA(METEOROLOJİ)	15.04.2013 16.00	36	4	2	12	14	24		
ADANA(VALLIK)	15.04.2013 16.00	44	4	3	11	15	59	1174	
ADYAMAN	15.04.2013 16.00	74	3						
AFYON	15.04.2013 16.00	46	38						
AGRI	15.04.2013 16.00	24							
AKSARAY	15.04.2013 16.00	39	7						
AMASYA	15.04.2013 16.00	12	4						
ANKARA(BAHCELIEVLER)	15.04.2013 16.00	19	8	4	8	12		657	
ANKARA(DEMETEVLER)	15.04.2013 16.00	36	5	7	27	33			
ANKARA(DIKMEN)	15.04.2013 16.00	26	2	26	66	92			
ANKARA(KAYAS)	15.04.2013 16.00	9	2	0	7	7			
ANKARA(KECIOREN)	15.04.2013 16.00	24	2	13	43	56	51		
ANKARA(SIHHIYE)	15.04.2013 14.00	77	7	158	134	293		1281	
ANKARA(SINCAN)	15.04.2013 16.00	4	6	9	19	28	61		
ANKARA(CEBECİ)	15.04.2013 16.00	24	10	17	42	59	71	549	
ANTALYA	13.04.2013 19.00	19	6						
ARDAHAN	15.04.2013 16.00	76	11						
ARTVIN	15.04.2013 16.00	45	2						
AYDIN	15.04.2013 16.00	6	1						
BALIKESİR	15.04.2013 16.00	23	3						
BARTIN	15.04.2013 16.00	21	9						
BATMAN	15.04.2013 16.00	50	12						
BAYBURT	15.04.2013 16.00	54	4						
BILECEK	15.04.2013 16.00	28	6						
BINGÖL	15.04.2013 16.00	14	3						
BITLİS	15.04.2013 16.00	39	8						
BOLU	15.04.2013 16.00	13	6						
BURDUR	15.04.2013 16.00	28	4						
BURSA	15.04.2013 16.00	2							
BURSA(NILUFER)	15.04.2013 16.00		62	3	3	6		493	
BURSA(YILDIRIM)	15.04.2013 16.00		77	43	33	76		579	
CANAKKALE	15.04.2013 16.00	12	28						
CANAKKALE BIGA İCDAS	15.04.2013 16.00	36	2	8	1	8		79	

Kaynak: <http://www.havaizleme.gov.tr>

1.2 HAVA KİRLİLİĞİ

Hava, atmosferi meydana getiren gazların karışımı olarak tanımlanabilir. Hava, insan ve canlıların yaşaması için hayati öneme sahiptir. Yerküreyi saran gaz kütle atmosfer adı verilmektedir. Atmosferdeki hava tabakasının kalınlığı yaklaşık 150 km'dir. Bunun sadece yaklaşık 5 km'si canlıların yaşamasına elverişlidir. Yeryüzünden uzaklaştıkça hava tabakasının yoğunluğu azalır. Atmosfer, yerkürenin etrafında adeta düzenleyici ve koruyucu bir örtü şeklindedir. Saf hava, başta azot ve oksijen olmak üzere argon,

karbondioksit, su buharı, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, azot monoksit, ksenon, ozon, amonyak ve azot dioksit gazlarının karışımından meydana gelmiştir. (Büyükgüngör, 2006) Havada yaklaşık olarak;

- a. Azot %78,
- b. Oksijen %21,
- c. Karbondioksit ve asal gazlar %1 oranında bulunur.

Havada bulunan gazlar 3 grupta toplanır;

- a. Havada devamlı bulunan ve çoğunlukla miktarları değişmeyen gazlar (azot, oksijen ve diğer asal gazlar)
- b. Havada devamlı bulunan ve miktarları azalıp çoğalan gazlar (karbondioksit, su buharı, ozon)
- c. Havada her zaman bulunmayan gazlar (kirleticiler) (Büyükgüngör, 2006)

Hava da tıpkı su ve toprak gibi kirlenebilen bir ortamdır. Bunlardan farklı olarak canlılar aç ve susuz günlerce yaşayabileceği halde nefes almadan birkaç dakikadan fazla duramazlar. Bu yüzden doğal bileşimdeki hava, tüm canlılar için zorunlu olan yaşamsal bir haktır.

Hava kirliliği, modern yaşamın bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Sıkışık düzende kurup, içinde kendimizi yaşamaya hapsettiğimiz kentlerde; ulaşım, ısınma ve aydınlanma için gerekli enerji ve her geçen gün artıp çeşitlenen tüketim gereksinmemizi karşılamaya yönelik toplu üretimin artıkları, havayı yoğun gaz ve toz kalıntılarıyla doldurmaktadır.

Ancak yakıt içeriğinde bulunan saf olmayan bileşenlere; oksijenin veriliş oran ve şekline, yanma sıcaklığının gereğinden az veya çok oluşuna, sıcak ve soğuk bölgelerde gazların bekleme süresine bağlı nedenlerle reaksiyonlar tam olarak gerçekleşmemesi yüzünden oluşan başka gaz ve buharlar “hava kirletici” sayılırlar.(Aydınlar ve Diğ,2009)

Hava kirliliği, insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Avrupa’da, birçok hava kirletici emisyonu son on yıllarda önemli ölçüde azalmış ve bölgede iyileşen hava kalitesi ile sonuçlanmıştır. Ancak, hava kirleticilerinin konsantrasyonları hala oldukça yüksektir ve hava kalitesiyle ilgili problemler devam etmektedir. Avrupa nüfusunun önemli bir bölümü, özellikle şehirler olmak üzere hava kalitesi standartlarının aşıldığı bölgelerde yaşamamaktadır. Ozon, nitrojen dioksit ve partikül madde (PM) kirliliği ciddi sağlık riskleri teşkil etmektedir. Bu sebeple hava kirliliğinin azaltılması halen önem taşımaktadır.

Bir ülkeye salınan hava kirleticileri atmosferde taşınarak başka bir yerde hava kirliliğine katkıda bulunabilir veya yol açabilir (Tecer,2011).

Hava kirletici kaynakları, insan faaliyetleri sonucunda meydana gelen (antropojenik) kaynaklar ve doğal kaynaklar olmak üzere iki sınıfta ele alınmaktadır. Hava kirleticilerinin doğal kaynakları; volkanik patlamalar, orman yangınları, toz fırtınaları, okyanuslar, denizler ve bitkiler olarak gösterilebilir. Başlıca antropojenik kaynaklar ise ulaştırma (uçaklar, motorlu taşıtlar, demiryolları ve gemiler), endüstri (termik santraller, endüstriyel prosesler ve katı atık yakma tesisleri) ve ısınma (katı, sıvı, gaz yakıt sobaları ve kalorifer kazanları) olarak sıralanabilir (Tecer,2011).

Partikül madde ve yer seviyesindeki ozon, günümüzde genel olarak insan sağlığını en çok etkileyen iki kirletici olarak kabul edilmektedir (Özdemir ve diğ., 2010). Bu kirleticilere uzun süre ve yüksek düzeylerde maruz kalmak, solunum sisteminin olumsuz şekilde etkilenmesinden erken ölüme kadar, geniş yelpazede etkilere neden olmaktadır. Geçtiğimiz yıllarda, Avrupa'nın kentsel nüfusunun %40 kadar yüksek bir bölümü, insan sağlığını korumak için belirlenen AB sınırının üstünde çevresel büyük PM, PM₁₀ konsantrasyonlarına maruz kalmış olabilir. Kentsel bölgelerde yaşayan nüfusun %50'si, AB hedef değerini aşan ozon düzeylerine maruz kalmış olabilir. Havadaki ince partikül madde PM_{2,5} konsantrasyonunun, AB'de yaşam beklentisini sekiz aydan fazla azalttığı hesaplanmıştır.¹

Hava kirliliği, sağlığınıza zararlıdır. İnsanlarda yaşam beklentisini ortalama sekiz aydan fazla, en kirli şehir ve bölgelerde ise iki yıldan fazla azaltmaktadır. Üye Ülkelerin AB hava kalitesi standartlarına hızla uyum sağlaması ve hava kirleticilerin emisyonlarını azaltması gerekmektedir.

Janez Potočnik, AB Çevre Komiseri. (www.eea.europa.eu/tr/pressroom/newsreleases/themes/air)

Hava kirliliği aynı zamanda çevremize de zarar vermektedir.

- a. Asit yağmurları Avrupa'nın aşırı sülfür ve nitrojen bileşikleri ile asit birikimine maruz kalan hassas ekosistem bölgelerinde 1990 ve 2010 yılları arasında önemli ölçüde azaltılmıştır.
- b. Ötrofikasyon, ekosisteme aşırı besin maddesi girişinden kaynaklanan bir çevre sorunu olup, bu alanda daha az ilerleme kaydedilmiştir. Aşırı atmosferik

¹: www.eea.europa.eu/tr/themes/air/intro/@@rdf

nitrojenden etkilenen hassas ekosistem alanlarında, 1990 ve 2010 yılları arasında yalnızca çok düşük düzeyde azalma kaydedilmiştir.

- c. Yüksek ozon konsantrasyonlarına maruziyet, tarım ürünlerine hasar vermektedir. Tarım ürünlerinin çoğu, bitkilerin ozon hasarından korunmasına yönelik uzun vadeli AB hedefini aşan ozon seviyelerine maruz kalmaktadır. Bilhassa güney, orta ve doğu Avrupa'da tarım alanlarının önemli bir oranı, AB hedef değerlerinin üzerindeki ozon seviyelerine maruz kalmaktadır (Akdur, 2005).

Avrupa'nın hava kalitesi, hava kirleticilerin antropojenik (insan kaynaklı) emisyonlarındaki genel düşüşle her zaman paralel bir iyileşme göstermemiştir. Bu durumun nedenleri karmaşıktır:

- a. Havada gözlenen hava kirleticilerin konsantrasyonları ile azalan emisyonlar arasında her zaman açık doğrusal bir ilişki yoktur.
- b. Hava kirleticilerinin kuzey yarım küredeki diğer ülkelerden Avrupa'ya taşınması hava kirliliğine giderek artan oranda katkıda bulunmaya devam etmektedir.

Bu sebeple, Avrupa'da insan sağlığını ve çevreyi daha fazla korumak için emisyonları azaltmaya yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Karbondioksit (CO₂), havada çok az oranda, % 0 – 0,03 arasında bulunmasına karşın miktarı ve değişkenliği nedeni ile karbondioksit tüm canlılar için yaşamsal öneme sahip olan bir gazdır. Havadaki CO₂ miktarı karalar üzerinde denizlerdeki CO₂ miktarından fazladır ve karalarda şehirler ve çevresinde özellikle geceleri bu miktar daha da artış göstermektedir. Çünkü şehirlerde insanların ve diğer canlıların sayıları çok daha fazladır. Fabrika ve ev bacalarından çıkan CO₂ oranı yüksektir. Ayrıca volkanlardan, maden sularından da belli bir miktar karbondioksit havaya karışır. Atmosfere karışan karbondioksitin yaklaşık %80–85'i fosil yakıtlarının (petrol ve türevleri, kömürlerin ve doğal gazın) kullanılması sonucunda oluşarak atmosfere karışmakta, %15-20'si de canlıların solunumundan ve mikroskobik canlıların organik maddeleri ayrıştırmasından kaynaklanmaktadır (Mitscherlich, 1995).

Bir yandan fosil yakıt kullanımının hızla artışı, diğer bir yandan fotosentez için tonlarca karbondioksit harcayan ormanların ve bitkisel planktonların zarar görmesi, atmosferdeki karbondioksit oranını son 160 bin yılın en yüksek seviyesine çıkarmıştır (Denhez, 2007). Bilimsel gözlemler ve araştırmalar, 20. yüzyılın başlarında 290 ppm olan CO₂ değişiminin

2006 yılında 381 ppm düzeyinde olduğunu ortaya koymuştur. Aynı oran, 1750 tarihi baz alınarak hesaplanan endüstri devrimi öncesinde ise ortalama olarak 100 ppm seviyesindeydi. 21. yüzyılın sonuna gelindiğinde ise 500 ppm'e çıkacağı tahmin edilmektedir. Son 20 yıldır, insanların sebep olduğu atmosfere salınan CO₂ gazının yaklaşık dörtte üçü fosil yakıtların yanmasından, geri kalanı da arazi kullanımı değişikliğinden ve özellikle ormanların yok edilmesinden ileri gelmiştir (Denhez, 2007).

Karbon monoksit (CO) renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır ve karbon içeren yakıtların eksik yanması ile ortaya çıkar. Karbon monoksit gazı birincil bir hava kirleticisidir. Oksijen eksikliği, tutuşma sıcaklığı, yüksek sıcaklıkta gazın kalıcılık zamanı ve yanma odası türbülansı gibi etkenlerden birinin eksikliğinde tam olmayan bir yanma sonucunda CO₂ yerine karbon monoksit meydana gelmektedir (Masters, 1991). Karbon monoksit kararlı bir gaz olduğu için atmosferde kalıcılık süresi 2 aydan fazladır. Bütün dünyadaki karbon monoksit üretiminin yılda toplam 232 milyon ton olduğu göz önünde bulundursak bu miktarın dünya atmosferi için yarattığı sorun daha da belirgin olmaktadır. Dünyadaki karbon monoksit üretiminin yaklaşık olarak %70'inden fazlasının ulaştırma sektöründen geldiği bilindiğine göre bu sektördeki kontrol teknolojilerinin önemi açıkça görünmektedir. Ayrıca, bütün dünyada karbon monoksit üretiminin aşağı atmosferde kalması durumunda ise bu kararlı gazın her yıl 0,03 ppm derecesinde artış göstereceği de hesaplanmaktadır (İncecik, 1994). Kent havasında bulunan karbon monoksit insan sağlığına son derece önemli etkilerde bulunmaktadır. Bu etkilerden en önemlisi ise karbon monoksitin kandaki vücut hücrelerinin oksijen taşıyabilme kapasitesini azaltmasıdır. Sonuç olarak bu durum vücudun oksijen miktarını ciddi bir şekilde azalttığı için ölümlere yol açabilmektedir (İncecik, 1994).

Kükürtdioksit (SO₂) gaz halinde bulunan kirleticiler arasında yanıcı olmayan ve renksiz bir gaz olan kükürt oksitler en çok bilinen birincil hava kirleticilerden biridir. Bunların atmosferde kalıcılık süresi yaklaşık olarak 40 günü bulmaktadır. Kükürt oksitler çoğunlukla fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelir. Antropojenik kükürt oksitlerin %80'inden fazlasının endüstriyel kaynaklardan meydana geldiği tahmin edilmektedir (Agren 1991). Bu emisyonların dünya üzerindeki durumuna baktığımız zaman en büyük payın Avrupa ile Kuzey Amerika'ya ait olduğu görülür.

SO₂'nin sayısal değerleri incelendiğinde, bütün dünyada her yıl salınan küresel emisyonların 132 milyon tonu, antropojenik emisyonların ise 50-75 milyon tona ulaştığı tahmin edilmektedir (Butler, 1979). Avrupa'da ise kükürtün, her yıl yaklaşık 20 milyon

tonun üzerinde salındığı bilinmektedir (Agren, 1991). Batı Avrupa'da en büyük kükürt salınımı yapan ülke ise 2.56 milyon ton ile İngiltere'dir.

1978 yılında 28,816 milyon ton, 1980 yılında 27,897 milyon ton olarak hesaplanan emisyonlar 1990 yılında 22,025 milyon tona kadar düşüş göstermiştir (Butler, 1979). Günümüzde sadece New York şehrinden yılda 1,5 milyon ton kükürdün atmosfere yayıldığı ABD'de yılda yaklaşık 26 milyon ton kükürt, İngiltere'de ise yılda yaklaşık 6 milyon ton SO₂ ve tüm dünyada ise yılda yaklaşık 80 milyon ton SO₂ atmosfere salınmaktadır. Bu, dünya SO₂ konsantrasyonunu her yıl 0,006 ppm olarak artmasına sebep olmaktadır. Ancak 43 günlük bir süre içerisinde atmosferden uzaklaşmaktadır. Bu da asit ve sülfat yağları ile gerçekleşmektedir (İncecik, 1994).

Metan (CH₄) genel olarak insan aktivitelerinden kaynaklanan önemli bir gazdır. Bu gaz, organik artıkların oksijensiz ortamda ayrışması (anaerobik ayrışma) sonucunda meydana gelmektedir. Başlıca kaynakları; pirinç tarlaları, çiftlik gübreleri, çöp yığınları, bataklıklar ve bazı canlılardır. CH₄ gazının ömrü 10 yıl civarındadır fakat molekül başına CO₂ gazına kıyasla 32 defa daha fazla sera gazı etkisi göstermektedir. Metan gazının küresel iklim değişimindeki etki payı ise % 13 kadardır.

CH₄ Konsantrasyonunu azaltıcı başlıca etken, bu gazın troposferdeki radikalleri ile reaksiyona girer ve CH₄ bu reaksiyonlar sonucunda CO₂ ve H₂O'ya dönüşür.

Azot oksitler (NO_x) renksiz, kokusuz bir gazdır. Yüksek sıcaklık altında, yanma işlemi sonucunda ortaya çıkar ve yanmanın tüm şekillerinde sürekli olarak meydana gelmektedir. İnsan kaynaklı NO₂ ise gübreleme gibi hareketsiz kaynaklardan aynı zamanda araçlar gibi hareketli kaynaklardan da oluşmaktadır. Genel olarak kaynakları; egzoz gazları, fosil yakıtlar ve organik maddeler olarak sıralanabilir. NO ve NO₂ şeklindeki atmosferik konsantrasyonların birleşik değeri NO_x ile temsil edilmektedir. Atmosferde kalıcılık süresi yaklaşık 1 gündür. Ancak NO + N₂O'nin NO_x bileşenlerinden N₂O'nun atmosferde çok daha uzun süreler kalabildiği gözlenmiştir (NCAR, 1989).

NO_x doğal kaynaklarından biri de topraktaki organik çürümelerdir. Ayrıca bazı NO₂ bileşenleri, fotokimyasal olarak reaksiyona giremeye de bu miktarlar arasına dahil olacaktır. Azot dioksit seviyelerinin standartları aşmasının sağlığa ters etkileri olmakta ve bu kirleticilerin SO₂ ile birlikte yüksek miktarlarda bulunması insan sağlığına yaptığı olumsuz etkiyi daha da şiddetlendirmektedir (İncecik, 1994).

Küresel olarak her yıl atmosfere yaklaşık 150 milyon ton NO_x 'in salındığı hesaplanmaktadır (İncecik, 1994). Bu miktarın yarısı doğal kaynaklardan, yarısı da antropojenik kaynaklardan oluşmaktadır. Bu arada NO_x 'in doğal kaynakları arasında orman yangınları, yıldırım ve toprakta bulunan mikrobiyolojik süreçler göz önüne alınmalıdır (İncecik, 1994).

Kloroflorokarbonların başlıcaları; CFC-11 ve CFC-12' dir. Bunlar kendiliğinden oluşmadıkları için doğada doğal kaynakları bulunmaz. Ayrıca Troposferde CFC' lerin konsantrasyonlarını azaltıcı herhangi bir etken yoktur. Atmosferik ömürleri CFC-11 için 65 yıl, CFC-12 için 130 yıl civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu gazların başlıca kaynakları ise; spreylerdeki püskürtücü gazlar, soğutucu aletlerde kullanılan gazlar ve bilgisayar temizleyicilerdir. Küresel iklim değişimindeki payları %22 oranındadır (İncecik, 1994).

CFC emisyonlarının cilt kanserlerinde yüksek bir şekilde artışlara yol açacağı gibi, iklimde de katstrofik değişikliklere sebep olacağı tahmin edilmektedir. CFC'ye alternatif malzeme olarak flor ve klor yanı sıra hidrojen içeren hidrokarbon gazları, propan, bütan gibi gazlar kullanılmaktadır (İncecik, 1994).

Montreal Protokolü'ne göre CFC ve HCFC'lerin miktarı ve ozonu seyreltme etkilerinin 2050 yılına kadar azalacağı beklenmektedir. Yapılan teknoloji değişimleri ile sadece CFC'lerin miktarındaki artışın yavaşlamasıyla beraber bu gaza alternatif olarak kullanılan HCFC'ler artmaya devam etmektedir.

Hidrokarbonlar, kömür, petrol, doğal gaz ve benzinin yanmasından, ayrıca da endüstriyel solventlerden meydana gelmektedir. Bu antropojenik emisyonlara dünya genelinde 100 milyon ton olarak değer biçilmektedir ve bu emisyonların, doğal kaynakların sadece yirmide birini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Dünya genelinde sadece bataklıklardan çıkan hidrokarbon emisyonları yılda yaklaşık 2 milyar tona ulaşmaktadır (İncecik, 1994). Ayrıca, doymamış hidrokarbonlar ve aromatiklerin smog olayının meydana gelmesinde büyük etkisi vardır. Hidrokarbonların atmosferde kalıcılık süresi tam olarak bilinmemektedir. Hidrokarbonlar zehirli olmamasına rağmen zararlı etkileri vardır (İncecik, 1994).

Partiküller, hava kirleticileri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Partiküler maddeyi tanımsal olarak ifade edersek, atmosferde standartlarda katı ya da sıvı olarak bulunan birleşmemiş su dışındaki maddelere denir. Bunlar 0,1 ile 100 μ arasında değişen boyutlarda

bulunurlar. Partiküllerin başlıca kaynaklarını çimento fabrikaları, metal endüstrisi ile araçlar oluşturur.

ABD’de yapılan istatistiksel değerlendirmeler sadece endüstriyel süreçlerden meydana gelen partikül emisyonlarının yılda 7,5 milyon ton olduğunu göstermiştir. EPA ise orman yangınlarının sonucunda meydana gelen partikül emisyonlarının tüm emisyonlar içerisinde %25 olduğunu belirtmiştir. Kömür yanması ise partikül emisyonlarının %29’una karşılık gelmektedir (NCAR, 1989).

Ozon (O₃) atmosferdeki ozonun yaklaşık %10’u troposferde, atmosferin alt katında bulunur. 1 m³ havada 8 mm³ kadar ozon bulunur. Yeryüzüne yakın atmosfer tabakalarındaki ozon ’un başlıca kaynağı, azot oksitlerin ultraviyole ışınları ile reaksiyona girmesidir. Fotokimyasal sisin (smog) en önemli bileşeni olduğu için, bu seviyede başlıca hava kirleticilerinden biridir. Buna karşılık yaklaşık % 90’nın bulunduğu stratosferdeki ozon, troposferdekinin aksine canlı yaşamında önemli rol oynamasıyla bilinir. Ozon ’un atmosferin üst katlarında ultraviyole ışınlarını emerek yeryüzündeki yaşam üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Diğer yandan bunların emilmesinden dolayı ozon katı ortalama 77°C sıcaklıktadır.

Troposferik ozon, küresel iklim değişikliğinde rol oynayan sera gazları arasında dördüncü sırada gelir. Radyasyonun atmosferde kalmasına ve atmosferdeki sera etkisinin artmasına neden olur. Küresel iklim değişikliğindeki sera etkisi % 7 kadardır (Horowitz,2003).

Su buharı, hava içindeki miktarı yer ve zamana göre en fazla değişen gazdır. Nemli tropikal iklimlerde hava içinde %2– %3 kadar su buharı bulunabilir. Bu miktar orta enlemlerde %1, kutuplarda % 0,25’e kadar düşer. Atmosferde yükseldikçe su buharı miktarı hızla azalma gösterir. 6500 metrede yeryüzündeki su buharı miktarının ancak 1/10’u bulunur. Buna göre su buharının çoğu atmosferin alt 3–4 kilometrelik bölümünde toplanmıştır. Havadaki su buharının yaşam ve iklimler üzerinde çok önemli etkileri vardır.

Su buharının küresel ısınmada sera etkisi bakımından çok önemli bir yeri vardır. Ancak yeryüzüne yakın atmosfer içindeki miktarı çok nadir durumlarda yükselir. Bol miktarda bulunduğu atmosfer katmanı genellikle bulutların olduğu yükseklerdeki atmosfer tabakalarındadır. O nedenle daha çok güneşten gelen ışınları tutmada ve yükseklerle yansıtma etkilidir.

Kaynaklarına göre hava kirliliği Doğal Kaynaklar ve Yapay Kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Havayı kirlüten maddeler doğada meydana gelen bazı doğal olaylar sonucu

oluşabilmektedir. Doğal olaylar sonucu meydana gelen kirleticiler atmosferde uzun süre kalmazlar. Bu olaylara aşağıdakiler örnek olarak verilebilir;

- a. Yanardağ faaliyetleri
- b. Orman yangınları
- c. Çöl Tozları
- d. Açık arazideki hayvan türlerinin azalması ve bitki örtüsünün bozulması

Doğanın dengesi insanoğlunun faaliyetleri sebebiyle olumsuz etkilenebilmektedir. Hava kirliliğinde doğal kaynaklardan daha çok suni kaynaklar etkilidir ve önemlidir çünkü günümüzde nüfus yoğunluğu şehirlerde olduğundan dolayı büyük yerleşim merkezleri ve sanayi alanlarındaki hava kirliliği insanları çokça ilgilendirmektedir. Bu kirliliklerin oluşma sebebi ise insan faaliyetleridir ve kaynakları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- a. Isınma
- b. Ulaşım
- c. Sanayi

İnsan kaynaklı faaliyetlerden oluşan bu kirlilik, kirliliğin bulunduğu bölgenin endüstriyel gelişimi, nüfusu ve şehirleşme durumu gibi özelliklere bağlı olarak değişim gösterebilir. Meteorolojik faktörler, konum ve topografik yapı, plansız kentleşme ve yeşil alanların yeterli miktarda bulunmaması ve kullanılan yakıtların kalitesi yapay kaynaklardan oluşan kirliliği etkileyen faktörlerdir.

Isınma kaynaklı hava kirliliği bulunmasından itibaren insanlık için önemli ihtiyaçlardan biri de ateştir. Özellikle ısınma amaçlı olarak insanlık tarafından bulunduğundan itibaren çokça kullanılmıştır. Bugün, kış aylarında ısınma amaçlı olarak evlerde, okullarda ve iş yerlerinde soba ve kalorifer yakmaktayız, yakıt olarak ise odun, kömür, fuel – oil veya doğal gaz kullanılmaktayız. Bu yakıtların yakılmasıyla da havaya karbon monoksit(CO), kükürt dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x) ve parçacık maddeler karışmakta ve bu maddeler havayı kirletirler.

Isınmak bir ihtiyaçtır ancak toplum olarak ısınırken solduğumuz havayı da kirletmememiz gerekmektedir. Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğini azaltmak veya önlemek için neler yapılabileceği ise aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir;

- a. Yakıt tüketimini azaltmak
- b. Temiz enerji kaynakları ve kaliteli yakıtlar kullanmak

- c. Yakıtları soba ve kaloriferlerde tekniğine uygun kullanmak
- d. Binalarda ve evlerde ısı yalıtımı yapmak
- e. Kalorifer ve soba bacalarını her sezon başında temizlemek

Ulaşım kaynaklı hava kirliliği, havanın ısınmadan kaynaklı kirlenmesi kadar nüfus artışı ve gelir düzeylerinin yükselmesinden dolayı artan motorlu taşıtların kentlerde kullanımı da etkilidir. Motorlu taşıtların neden olduğu zararlı egzoz gazları, önlem alınması gereken önemli bir hava kirliliği sorunudur. Benzinli ve dizel taşıtların çıkardığı egzoz gazlarında havayı kirleten Karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), hidrokarbonlar (HC) ve kurşun (Pb) gibi kirleticiler bulunmaktadır. Bu kirleticiler nüfusun ve trafiğin yoğun olduğu kent merkezlerinde çevreye daha çok zarar vermektedir.

Taşıtların kirletici etkilerini önlemek veya azaltmak için alınabilecek önlemler ise aşağıda belirtilmiştir;

- a. Egzoz gazı emisyon ölçümünü zamanında yapmak
- b. Araçların bakım ve onarımları zamanında yapmak
- c. Temiz yakıt kullanmak
- d. Araçların muayenelerini periyodik olarak yapmak
- e. Araç kapasitelerinin üzerinde yolcu ve yük taşımamak
- f. Benzinli taşıtlarda katalitik konvektör takmak
- g. Toplu taşımaya önem vermek

Endüstri kaynaklı hava kirliliği: Kalkınmanın ana sektörlerinde biri de sanayidir. Sanayi çok yönlü ve bağlı olduğu sektörleri de etkileyen bir etkileşime sahiptir. Bu etkileşim olumlu sonuçlar doğurduğu gibi önlemler alınmadığı takdirde çevre üzerinde olumsuz sonuçlarda doğurabilmektedir. Önlem alınmadığı zaman oraya çıkan kirlilik ise giderek kaynakların tahribine ve çevrenin hızla kirlenmesine neden olmaktadır.

Sanayi kaynaklı hava kirliliğini önlemek için ise aşağıdaki önlemler alınabilir;

- a. Temiz yakıt ve hammadde kullanmak
- b. Kirliliği kaynağında yok edecek teknolojileri kullanmak
- c. Tesislerin yakma ünitelerinde vasıflı yakıtları kullanmak
- d. Yeterli yükseklikte bacalar inşa etmek ve bacalarda filtre kullanmak
- e. Arıtma tesisleri kurmak

- f. Atıkları değerlendirmek, düzenli ve sağlıklı boşaltmak
- g. Personele çevre konusunda eğitim vermek²

1.3 AVRUPA BİRLİĞİ POLİTİKALARI VE ALMANYA ÖRNEĞİ

AB'nin uzun vadeli hedefi, insan sağlığı ve çevre üzerinde kabul edilemeyecek etkiler ve riskler yaratmayacak hava kalitesine ulaşmaktır. AB, hava kirliliğine maruziyeti azaltmak için birçok düzeyde faaliyet göstermektedir: Kanunlar; uluslararası, ulusal ve bölgesel otoriteler ile resmi olmayan organizasyonların yanı sıra, hava kirliliğinden sorumlu sektörlerle işbirliği ve araştırma. AB politikaları, hava kalitesine yönelik sınırları ve hedef değerleri belirleyerek ve emisyonları azaltarak hava kirliliğine maruziyeti azaltmayı hedeflemektedir.³

Hava kalitesi aşağıdaki gibi Avrupa Birliği'nin Altıncı Çevre Eylem Programında formüle edilmiştir ve net bir hedefi var: "İnsan sağlığı ve çevre üzerinde önemli olumsuz etkilere yol açmayan ve riskler teşkil etmeyen hava kalitesi seviyeleri".

Hemen hemen tüm insan faaliyetleri, havayı kirleticiler, emisyonları önemli seviyede hava kirliliğine neden olmaktadır ve bu sorunun çözümü kolay değil. Bunun bazı nedenleri şunlardır;

- a. Sosyal faaliyetler için (mal temini, enerji, ulaştırma) atmosfere emisyonların verilme zorunluluğu
- b. Çeşitlilik ve emisyon kaynaklarının farklılıkları,
- c. Yayılan hava kirleticileri çeşitliliği
- d. Teknik karmaşıklığı ve azaltma önlemlerinin maliyetleri.

Hava kirliliği kontrolü için kirleten öder prensibini uygulamak zordur. Hava kirleticileri atmosferde uzun mesafeler boyunca taşınırlar ve kimyasal dönüşüme uğrarlar. Hava kirleticileri ile kaynakları arasında açık bir bağlantı genellikle yoktur. Ortaya çıkan bu sorun temiz hava eylem planını mecbur kılmaktadır.

Hava kirliliği ile ilgili bazı ölçümler kullanılır, bazı önemli araçlar şunlardır:

²<http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx>

³<http://www.eea.europa.eu/tr/themes/air/eea-activities>

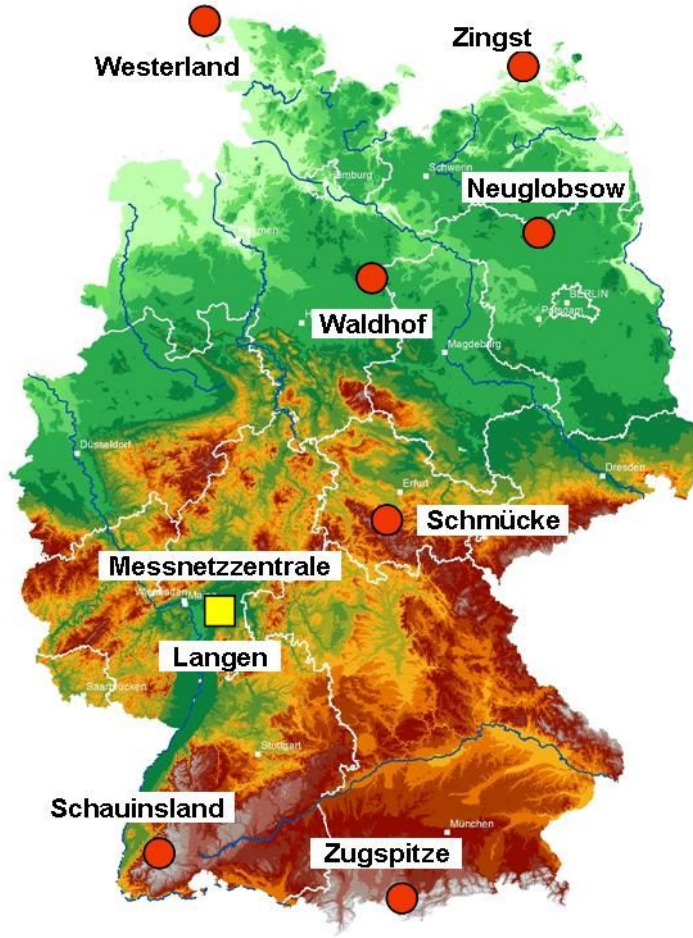
- a. Yakıtlar (benzin ve fueloil gibi kükürt içeriği) ve gübre, solvent boyalar)
- b. Bireysel kaynaklar için önceki tekniğin kullanılması (Emisyon limitleri - motosikletler)
- c. Küçük kaynaklar için Tip deneyleri (araba), büyük tesisler ve yol projelerinde, emisyonları düzenli olarak izlenmesi için onay prosedürleri
- d. İzleme ağları ile ve giderek gelişen modelleme ve uydu gözlemi tarafından kapsamlı hava kalitesini sürekli izleme (ortam konsantrasyonları)
- e. Ortam hava kalitesi standartları ve düzenleyici mekanizmalar, (temiz hava planları, eylem planları)

Avrupa Komisyonu tematik stratejisi "Avrupa için Temiz Hava", koordineli mücadele hava kalitesi yönünden konuyla ilgili beklentileri yükseltti. Hava kalitesi sadece bu önlemlerin toplamı ile önemli ölçüde geliştirilebilir çünkü yukarıda belirtilen bireysel araçları ulusal ve uluslararası düzeyde uyumlu koordine edildiği takdirde bir başarı elde edilebilir. Bu durum karmaşık bilimsel ve siyasi bir sorundur.⁴

Hava sınır tanımaz. Kirleticiler yüzlerce kilometre hava üzerinde taşınan ve yalnızca geldikleri ülkede ki havayı kirleten olabilirler. Bu yüzden sınır ötesi hava kirliliği ile mücadele önemlidir, bu sebeple Almanya Federal Cumhuriyeti Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesine sahiptir ve diğer devletlerle bu program çerçevesinde işbirliği yapmaktadır

⁴<http://www.umweltbundesamt.de/luft/reinhaltestrategien/index.htm>

Şekil 1.4 Almanya'daki ölçüm istasyonları



Kaynak: <http://www.umweltbundesamt.de/luft/reinhaltestrategien/index.htm>

Almanya'nın kuzeyinden güneyine ölçüm istasyonları şunlardır:

- a. Westerland
- b. Zingst
- c. Neuglobsow
- d. Waldhof
- e. Schmücke
- f. Langen
- g. Schauinsland
- h. Zugspitze

1.4 HAVA KIRLILIĞI ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Hava izleme metodolojileri; pasif örnekleyiciler, aktif örnekleyiciler, otomatik online analizörler ve uzaktan algılayıcılar olmak üzere 4 jenerik tipte incelenebilir. Beşinci olarak daha az yaygın olan biyoindikatörler sayılabilir (Yeşilyurt ve Akçan, 2001). Örnekleyiciler genellikle disk ya da silindirik tüp şeklindedir. Ölçülecek olan kirletici, seçilen bir kimyasal ortamda absorpsiyon yöntemi ile toplanır. Süre olarak bir kaç günden 1 aya kadar örnekleyici laboratuvarında kirletici miktarı belirlenir.

Pasif örnekleyiciler, çok ucuz maliyetlidir bu sebeple çalışmalara bu yöntemle başlanabilir. Çok sayıda ünite ile kirleticinin mekan içindeki dağılımı konusunda faydalı bilgiler verir. Bu teknikle sadece entegre ortalama kirletici konsantrasyonları hakkında bilgi alınabilir.

Kolay ve maliyeti çok düşük olan bir yöntem olması nedeniyle birçok uygulama için uygundur. Çok sayıda kirleticiler için teknikler mevcuttur. NO_2 , SO_2 , NH_3 , VOC gibi kirleticiler için pasif örnekleyiciler bulmak mümkündür.

Pasif örnekleyiciler, özellikle temel araştırmalar, alan taraması izlemeler için faydalıdır. Aynı zamanda aktif örnekleyiciler ya da otomatik analizörler ile birlikte kullanıldığında da faydalıdır. Pasif örnekleyiciler, geniş bir alanı kaplayarak hava kalitesi verirken, diğer otomatik cihazlar ise günlük değişimleri, konstantrasyon piklerini içine alan zaman ağırlıklı bilgiler içerir. Difüzyon tüpleri, NO_2 için alan taraması ve şehir çapında izleme noktalarının seçimi gibi amaçlarla geniş alanlarda kullanılmaktadır.

Aktif örnekleyiciler, pasif örnekleyicilerin aksine, hava örneklerinin bir pompa vasıtası ile kimyasal veya fiziksel bir ortamdan geçirebilmesi için elektrik enerjisine gereksinimi vardır. Örneklenen hava hacminin yüksek değerde olması duyarlılığı yükseltir. Şöyle ki günlük ortalama ölçümler elde edilebilir. Geniş ölçekte kullanılan aktif örnekleyiciler, SO_2 için asidimetrik yöntem, PM için OECD filtre lekesi yöntemi, toplam veya solunabilir partiküller için US EPA gravimetrik yüksek hacimli (High-Volume) örnekleme metodudur. Gaz halindeki kirleticiler için aktif örnekleme yöntemleri uygulanmaktadır. En iyi bilinen iki örnek NO_2 için Saltzman (Azotdioksit, sülfanilikasitve NEDA ile koyu renkli azoboyası oluşturmak üzere aksiyon verir. Reaktif çözeltinin konsantrasyonu, kolorimetrik veya spektrofotometrik olarak ölçülür) ve O_3 için NBKI yöntemidir. Ancak bunların çoğunun yerini otomatik analizörler almıştır. İmpregne edilmiş filtre paketleri ve denuder sistemleri, asit gazları veya aerosollerin çözülmesinde uygulanabilir. Birtakım

aktif örnekleyiciler, pasif örnekleyicilerden daha kompleks ve daha pahalı olmalarına karşın; işletilmesi daha basit olup elde edilen sonuçlar güven vericidir.

Otomatik analizörler, örnekleyicilerin kullanım kolaylığı, az maliyeti gibi kazanımı olmasına karşın; saat bazında veya daha kısa süreli ölçümler için otomatik cihazların kullanım zarureti bulunmaktadır. Bu cihazlar, ölçülen gazın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden faydalanarak sürekli tayinlerine imkan sağlarlar.

Örneklenen hava ya gazın optik özelliğine göre doğrudan reaksiyon hücrelerine katılır ya da kimyasal ışımaya veya floresans ışığı üreterek kimyasal reaksiyon meydana gelir. Işık detektörü, ölçülecek kirleticinin derişimi ile orantılı olarak elektriksel bir sinyal meydana getirir.

Otomatik cihazların ilk yatırımı, işletme ve destek masrafları oldukça maliyetlidir. Örnekleyicilere göre daha çok teknik sorunlara rastlanır. Rutin işletme için tecrübeli insanların çalışmasını icap ettirir. Daha ayrıntılı kalite güvenilirliği metodlarına gerek duyar. Sürekli analizörler, çok fazla sayıda veri meydana getirir. Çoğunlukla verilerin işlenebilmesi ve çözümlenebilmesi için bilgisayar destekli telemetrik sistemlere gerek duyulur. Öncelikli kentsel hava kirleticileri için güvenilir olan sürekli çözümleme metodları bulunmaktadır. Ancak oldukça maliyetlidir (her bir kirletici için yaklaşık 20.000\$). İşletimlerdeki zorluklar sebebiyle gerekli destek altyapı ve eğitilmiş tecrübeli insan gücünün bulunmadığı alanlarda kullanımları çok elverişli değildir.

Otomatik analizörler, bir noktada sadece bir kirletici ölçümüne olanak sağlarken uzaktan algılayıcılar belirli bir hat boyunca (normal olarak >100m) çok bileşenli ölçümlerin yapılmasına imkan tanır. Mobil sistemler kullanılarak, alan içindeki 3-D (DIAL teknikleri ile) kirletici konsantrasyon haritaları meydana getirilebilir. Uzaktan algılayıcılar, kaynak yakınındaki araştırmalar ve atmosferdeki dikey ölçümler için yararlıdır (troposferik ve stratosferik ozon dağılımı). Ancak, mevcut ticari gelişim içinde, bu cihazlar hem çok maliyetli (>200.000 \$) ve de çok komplekstir. Ayrıca verilerin geçerliliği, kalite güvenilirliği ve kalibrasyonu konusunda ciddi zorluklarla karşılaşılabilir. Bu sistemleri başarılı bir şekilde işletmek ve güvenilir veri üretmek için çok dikkatli bir kalite kontrol programına ve tecrübeli insan gücüne gerek vardır.

Tablo 1.5 Ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması

YÖNTEM	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI	MALİYET
Pasif Örnekleyiciler	Çok düşük maliyetli. Çok basit. Tarama ve ilk başlangıç çalışmaları için kullanışlı	Bazı kirleticiler için ispatlanmamıştır. Genel olarak sadece aylık ve haftalık ortalamaları sağlar.	2-4 \$ / Numune
Aktif Örnekleyiciler	Düşük maliyetli. İşletilmesi kolay. Güvenilir İşletme/performans. Tarihsel veri seti.	Günlük ortalamaları sağlar. Laboratuvarda analizi gerektirir.	2-4 bin \$ / Birim
Otomatik analizörler	İspatlanmış yüksek performanslı, saatlik veri alınması, On-line bilgi temini.	Karmaşıktır. Pahalıdır. Yüksek tecrübe gerektirir. Yüksek işletme maliyeti bulunur.	10-20 bin \$/Analizör
Uzaktan algılama cihazları	Bir hat boyunca veri temini. Kaynakların yakın çevresi ve atmosferde dikey ölçümler için kullanışlı olması. Çok bileşenli ölçümlerin yapılmasına olanak tanınması.	Çok karmaşık ve pahalıdır. Desteklemek, işletmek, kalibre etmek ve geçerliliğini onaylamak zordur. Geleneksel analizörler ile her zaman karşılaştırabilir sonuçları vermez.	>200 bin \$/Algılayıcı
Biyoundikatörler	Geniş alanlara uygulanabilir.	Standart yöntemler değildir.	

Kaynak : http://web.sakarya.edu.tr/~ssoylu/dersler/havaolcum/hava_metod.pdf

1.5 AMAÇ

Bu yüksek lisans tez çalışmasının temel amacı, verileri uluslararası hava kalitesi standartlarına göre değerlendirmek ve sonrasında değerlendirme sonuçlarını uyarı sistemi ile gerekli mercilere iletmektir. Bu sistem sayesinde, veri toplama, işleme ve değerlendirme aşamaları otomatikleştirilmiş olacak ve sistem tarafından üretilen sonuçlar ile karar vericilerin uyarılması sağlanacaktır. Uyarı sistemi gerekli mercilere veya istenilen bireylere cep telefonu mesajı ve elektronik posta yoluyla limit aşım raporları sunar. Bu araçlarla birlikte uyarı sistemi özgün bir yapıya sahip olacaktır. Uyarı sisteminin kullanılması ile özellikle insan sağlığını tehdit eden kirlilik epizotlarında çok hızlı bir şekilde kamuoyu bilgilendirilebilecektir.

2. WEB TEKNOLOJİLERİ

Küresel bağlantılı bir network olan World Wide Web internetin en hızlı gelişen, birçok bakımdan en heyecan verici ve merak uyandıran kısmıdır. Birçok özelliği içeren webin en etkileyici yönü; metin, grafik, ses, animasyon ve diğer multimedya özelliklerini taşıyan Web “sayfalarıdır”. Böylece her sayfa grafik ve metnin yanı sıra videolar ve müzik içeren interaktif multimedya yayını haline gelir. Bir sayfadan diğerine geçiş yapmak için bir Hypertext linkine tıklamak yeterlidir. Hypertext bir sayfadan diğer sayfaya ve grafiklere, binary dosyalara, multimedya dosyalara, ayrıca diğer internet kaynaklarına ulaşmayı sağlar. Web temel olarak client/server (kullanıcı/sunucu) modeliyle çalışır. Bilgisayarda web kullanıcı browser yazılımları bir Web sunucusu ile bağlantı kurar ve bilgi ya da kaynak talep ederler. Web sunucusu bilginin yerini bulur ve Web Browser’a yollar, o da bu sonuçları kullanıcıya sunar.

Web’teki sayfalar bir işaretleme lisanı olan HTML (HypertextMarkup Language) kullanılarak yapılandırılır. Bu lisan Browser’a; metin, grafik ve multimedya dosyalarının sunumunu nasıl yapacağını söyleyen ve sayfaları birbirlerine ve internet kaynaklarına bağlamak için gerekli komutları içerir. Ayrıca sayfaları birbirlerine ve Internet kaynaklarına bağlamak için komutlar da içerir. “Ana sayfa” bir web sitesini oluşturan sayfaların en üstteğine ya da ilkinde verilen isimdir ve birçok sayfayı birbirinden ayırt edilebilmesini sağlar. İnternet sitesini takdim etme işlevini üstlenen ana sayfa bir dergi kapağı ya da bir gazetenin ön sayfası gibidir. Sitenin amacını açıklar, site içindeki diğer sayfalarla bulunan bilgileri sunar.

Web siteleri sayfalarını üç çeşit yapılanma organizasyonu kullanarak organize ederler. Bir ağaç yapılanmasında bir piramit ya da taslak formatıyla kullanıcıların istedikleri bilgiyi bulmak için site içinde arama yapması kolaylaştırılır. Lineer yapılanmada bir sayfa diğerine, o da bir sonrakine geçer ve bu sırayla devam eder. Son olarak rastgele yapılanma sayfaların birbirlerine rastgele bağlı olduğu bir yapılanmadır. Bu konudaki en son şekil bir kişinin HTML düzenleyicisi kullanarak bir Web sayfasını nasıl oluşturabileceğini göstermektedir. İnternet sayfaları oluşturulduktan sonra, FTP yazılımı kullanılarak bunları Web sunucusunun içine yerleştirilmesi sağlanır. Bu işlem bir ISP’den bir sunucu alanı kiralanarak ya da kendi sunucunuz ile de yapılabilir.

2.1 ÇALIŞMA SİSTEMİ

İnternetin büyüyen ve yenilikçi bölümü olan World Wide Web'e bağlanıldığında metin, grafik, ses ve videolardan oluşan multimedya sayfalarına ulaşılabilir. Web, bir yerden başka bir yere bağlanmanızı sağlayan Hipertext linkleri kullanır. HTML (Hypertext Markup Language), Web client-server modeliyle çalışan, Hipertext linklerini kullanılmasını ve web sayfalarının izlenmesini sağlayan lisandır. Web browser olarak bilinen client yazılımı bilgisayarda hali hazırda bulunur. Sunucu yazılımı ise web sunucusu üzerinde çalışır. Web'i kullanmak için önce bir internet bağlantısının bulunması gereklidir ve Web Browser'a bu bağlantı yolu ile ulaşılabilir.

Web Browser'ında kullanılırken bağlanılmak istenilen hedefin web lokasyonu yani URL'si yazılır ya da istenilen hedefin bağlantısının üzerine tıklanır. Web Browser'ı URL talibini HTTP ile gönderir ve HTTP Web Browser ile Web sunucusu arasındaki iletişimin nasıl olması gerektiğini belirler. Web lokasyonları bir başka deyişle URL'ler birkaç kısımdan oluşur.

İlk kısım: <http://> hangi Internet protokolünün kullanılacağını gösterirken ikinci kısım ne tür bir Internet kaynağı ile bağlantı kurulduğunu gösterir. Üçüncü kısım bağlantı kurulacak Web sunucusunu belirler. Son kısım ise sunucudaki belirli bir Directory'i ana sayfayı belgeyi veya bir Internet objesini belirler. URL talebi öncelikle internete gönderilir ve yönlendiriciler talebi, hangi sunucuya gönderileceğini belirlemek için incelerler. "http://www" başlığının sağ tarafındaki bilgi İnternet'e talep edilen bilginin hangi sunucuda bulunabileceğini gösterir. Bundan dolayı yönlendiriciler bir başka tabirle Router'lar talebi o sunucuya gönderirler. Web sunucu talebi HTTP protokolü ile alır. Sunucuya hangi spesifik belgenin istendiği belirtilir. Sunucu talep edilen ana sayfayı, belgeyi ya da objeyi bulduğu zaman, bunu Web Browser'a gönderir. Sonra bu bilgi Web Browser içinde monitöre yansıtılır. Sayfa gönderildikten sonra HTTP bağlantısı yeniden açılabilir üzere kapanır.

2.2 SİTENİN ORGANİZASYONU

Ana sayfa her Web sitesinin ilk ya da en üstteki sayfasıdır. Bir site tek bir sayfa olabileceği gibi düzinelerce sayfaya sahip olabilir. Ana sayfa siteyi organize eden kullanıcılara sitede bulunan bilgilere kolayca ulaşma imkanı veren bir "içindekiler" sayfasıdır.

Ana sayfaya yerleştirilen altı çizilmiş ya da belirginleştirilmiş Hyperlink metinleri ana sayfanın sitedeki diğer sayfalarla bağlantı kurmasını sağlar. Bir Web Host bilgisayarında bir arada bulunan alakalı belgeler bir Web sitesini oluştururlar. Fakat bir sunucu birden fazla Web sitesine kaynak olarak kullanılabilir. Veri trafik yoğunluğu fazla olan bazı Web siteleri ise tek bir sunucuya sığmazlar ve birden fazla sunucuya ihtiyaç duyarlar.

İyi bir Web dizaynı için sitedeki sayfaların ana sayfaya linklerinin olması gerekmektedir. Söz konusu bu bağlantı, kullanıcıların ana sayfaya olan yolu bulup site içinde başka yönlerde araştırma yapmaları sağlanır. Bir site içindeki dokümanlar başka sitelerdeki dokümanlarla bağlantılı olabilir. Genellikle web site tasarımları, kullanıcıya bilgilerin nasıl dizildiğini görsel bir model olarak gösteren ve bunların arasında nasıl ilerlenip, arama yapılabileceğini anlatan, piramit veya taslak yapılanması şeklinde dizayn edilmiştir.

Web sayfaları genellikle üç yolla organize edilirler. İlk yol ağaç ya da taslak yapılanmasıdır. Bu türde bilgi genelden özele doğru dizilir. İkinci organizasyon metodu lineer metottur. Bu metot ile bir sayfa diğerine ve bu sayfa da bir sonraki sayfaya bağlanılarak silsile halinde devam eder. Üçüncü organizasyon ise rastgele organizasyondur. Sayfalar birbirlerine rastgele bağlanmıştır.

2.3 SITENİN ALIşMASI

Web sayfası tasarımı için gerekli bilgi ve belgeler toplanır. Bilgi ve belgelerin içeriği aile fotoğrafları, şiirler, kişisel görüşler, her çeşit metin hatta ses alıntıları ve filmler gibi materyaller olabilir. Metin Microsoft Word gibi bir kelime işlemcisiyle kolayca bir araya getirilebilir. İkonlar ve renkli kurşunlar bir metin listesini sıklaştırabilir. Ok ve işaretler gibi yönlendirici ikonlar kullanıcının site içerisinde mantıklı bir şekilde hareket etmesini sağlar. Herkesin kullanabileceği görüntü düzenleyicileri Internet üzerinde Shareware olarak mevcuttur.

Dijital bir görüntüde değişiklik, yeniden boyutlandırma, yaratma yapabileceğiniz profesyonel ölçülerde bir yazılım ile web sitesi tasarımı yapılabilir. HTML yazılmadan metin, resim ve diğer kaynakları koordine etmeyi kolaylaştıran yazılımlar ile de tasarım yapılabilmektedir. Web sayfasına sentezlenmiş ses, müzik veya video koymak gerekiyorsa; dijital dosyalara giriş yapılması ya da ek bilgisayar donanımı kullanarak dosyaların dijital ortama aktarılması gerekmektedir. Düzenleme yapılırken video ve ses kliplerindeki

fazlalıklar mümkün olduğunca kesilmelidir ve dosya büyüklüğünü azaltmak için ses ve görüntü dosyalarının uzunluğu ve çözünürlüğü azaltılmalıdır. Web sayfası İnternet'e bir yerel ISP ile postalanabilir. Birçok FTP programı ISP'nin Web sunucusuna yüklenmesi için kullanılabilir. ISP; HTML sayfasının, grafiklerin ve diğer unsurların konulacağı Directory'e girebilmek için bir kullanıcı adı (username) ve şifre (password) verir. Değişik parçalar doğru dosyaya yerleştirildikten sonra "canlı" Web sayfalarını, ISP'nin verdiği URL kullanılarak kontrol edilebilir.

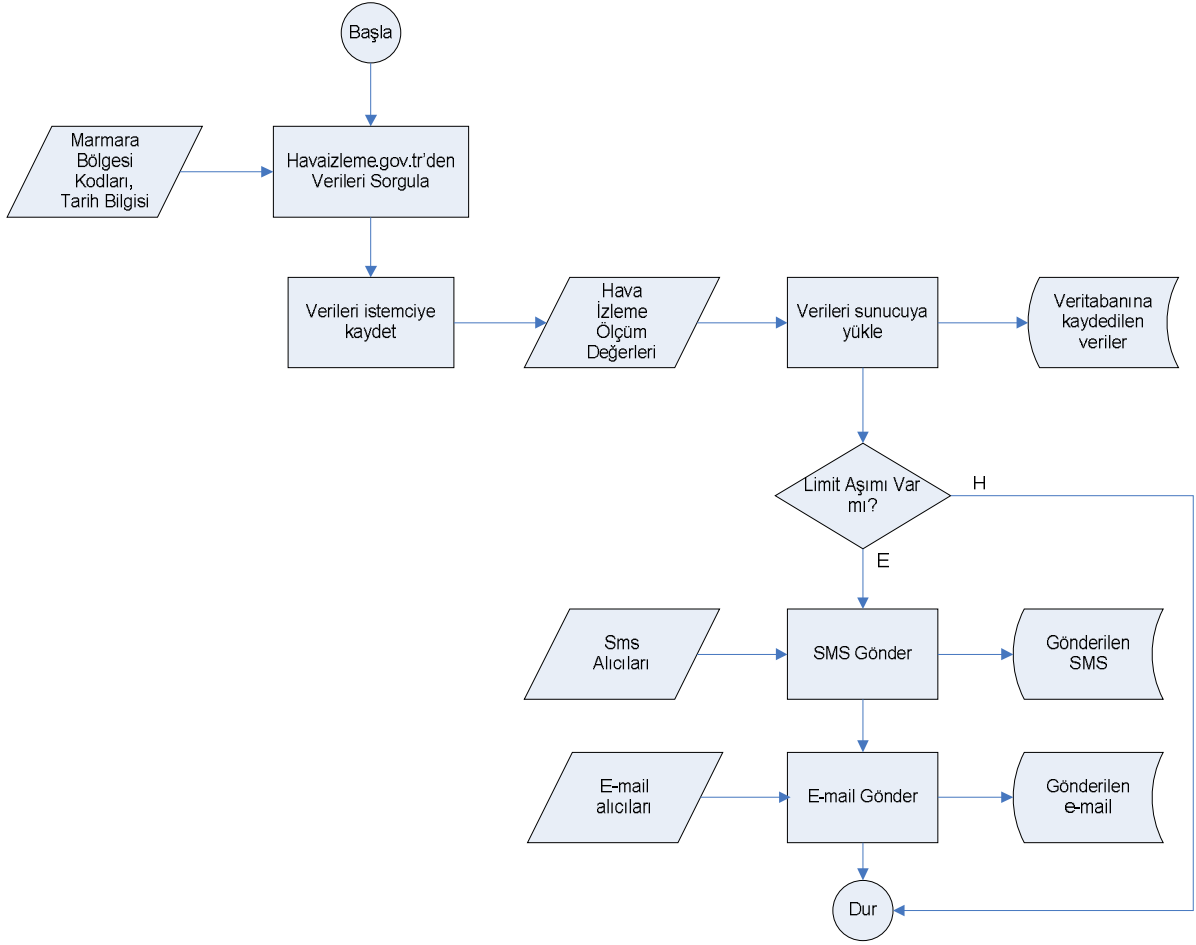
3. HAVA KİRLİLİĞİ ANALİZİ VE UYARI SİSTEMİ

Bu bölümde Havaanaliz.com web sitesinin içeriği, uygulama prensibi, altyapısı ve uyarı sistemi anlatılmaktadır.

3.1 ALTYAPI

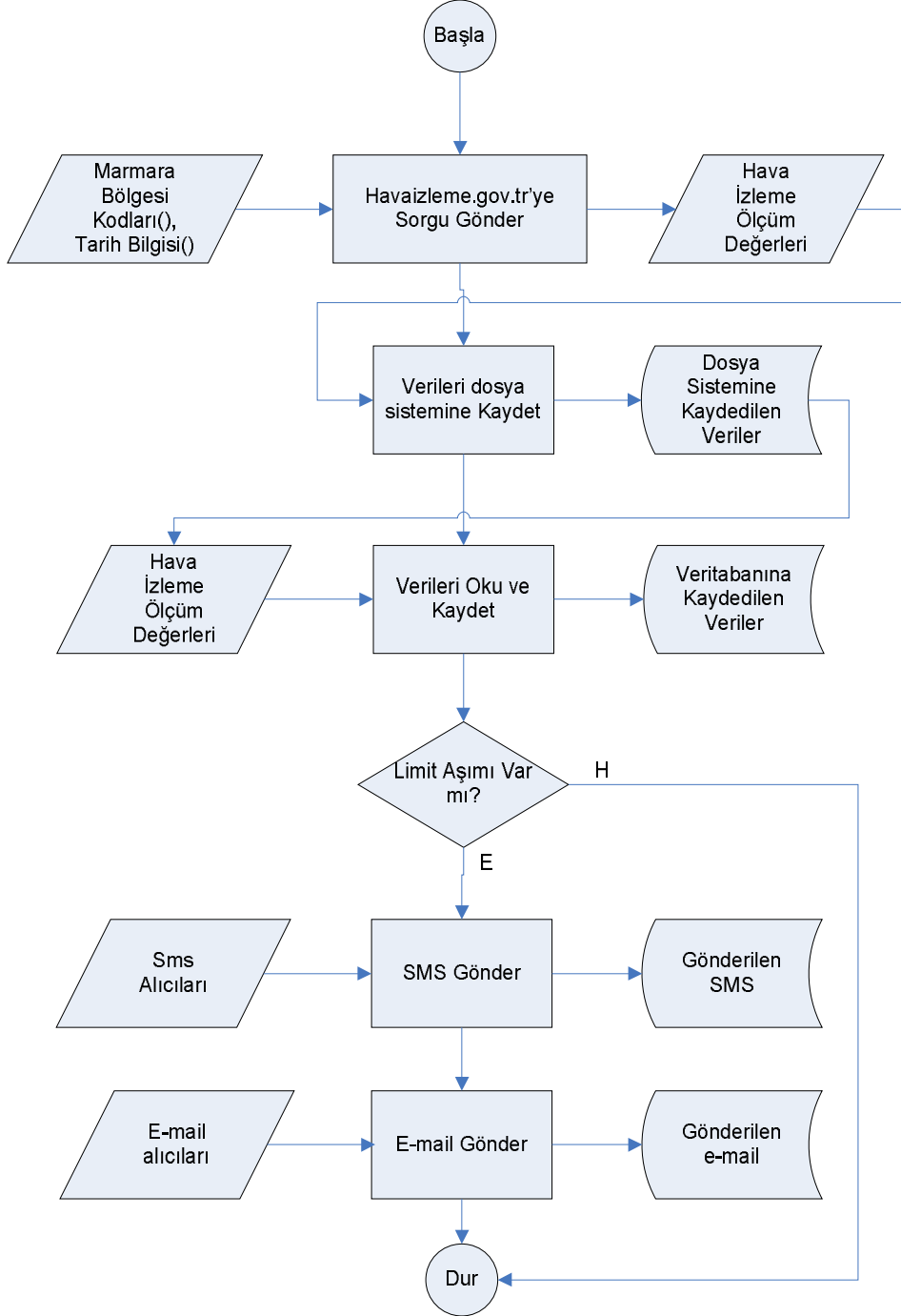
Hava kirliliği ölçüm sonuçlarının belirli kriterlere göre değerlendirilip limit değerleri aşan sonuçların ilgili kişilere uyarı olarak gönderildiği uyarı sistemi Web tabanlı bir yazılım olup genel erişime açık şekilde hayata geçirilmiştir. Kendine verilen kayıtları yorumlayıp limit aşım değerlerini e-mail ve SMS ile ileten sistem ticari Web sunucuları üzerinde Host edilmektedir. Sistem PHP yazılım dili kullanılarak geliştirilmiş olup görsel altyapıda OpenLayers ve GoogleMaps kullanılmıştır. Sitenin gerek duyduğu tüm kayıtlar MySQL veri tabanına kaydedilmekte gerektiği zaman hızlı bir şekilde sunulabilmektedir. Diğer Web tabanlı yazılımlarda olduğu gibi anlık olarak hava analizi sonuçları internet adresinde paylaşılabilirdiği gibi belirlenen limit değerlerin aşılması sonucu daha önceden belirlenmiş kişi veya kişilere SMS ve/veya e-mail gönderilebilmektedir. Bunun için hava analizi sonuçları belirli aralıklarla otomatik olarak www.havaizleme.gov.tr sitesinden temin edilmekle beraber manuel olarak Web sitesi üzerinden de içeri alınabilmektedir. Temin edilen bu ölçüm bilgileri MySQL veritabanına kaydedilmektedir. Web sitesini ziyaret eden bir kişiye harita üzerinde bu bilgiler istasyon bazlı görüntülenmektedir. Bunun yanında daha önceden MySQL veritabanına girilmiş olan limit değerler siteye temin edilen veriler ile karşılaştırılmaktadır. Limit değer aşımı gerçekleştiğinde istasyon adı, aşan değer cinsi ve aşma değeri ayrı bir kayıt olarak kaydedilmektedir. Diğer taraftan istasyonlarla alakalı SMS ve e-mail alıcıları kaydedilir. Daha önceden kaydedilmiş ve istasyonlara ataması yapılmış olan alıcılar aşılan değerle ilgili istenilen şekilde SMS veya e-mail olarak bilgilendirilir. Verilerin belirli periyotlarda otomatik olarak ve manuel olarak nasıl girildiği şematik olarak Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Şekil 3.1 Manuel veri girişi diyagramı



Şekil 3.2 Otomatik veri girişi diyagramı

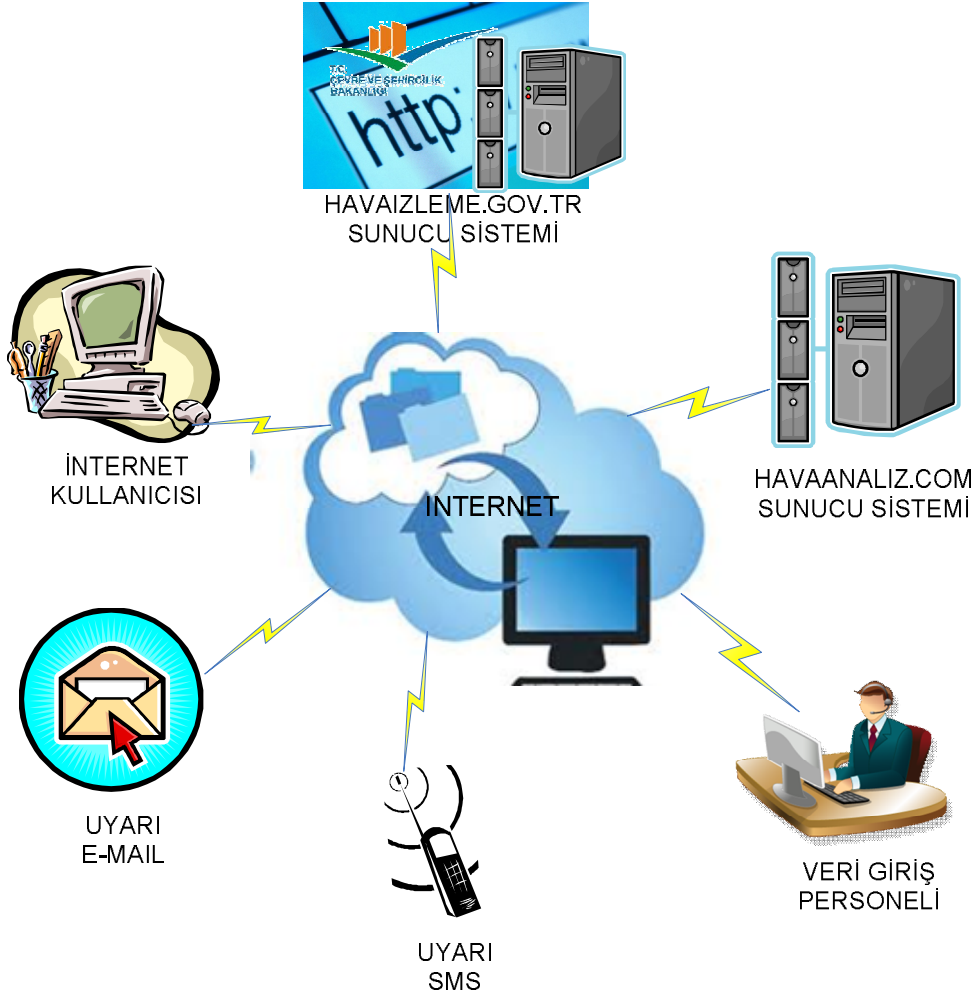
OTOMATİK VERİ GİRİŞİ



3.2 HAVAANALIZ.COM

Hava analiz Web sitesi kullanıcılara hava kirliliği ile alakalı grafik ve detaylı bilgiler vermektedir. Sitenin etkileşimi Şekil 3.3’de belirtilmiştir.

Şekil 3.3 Web Sitesi etkileşimi



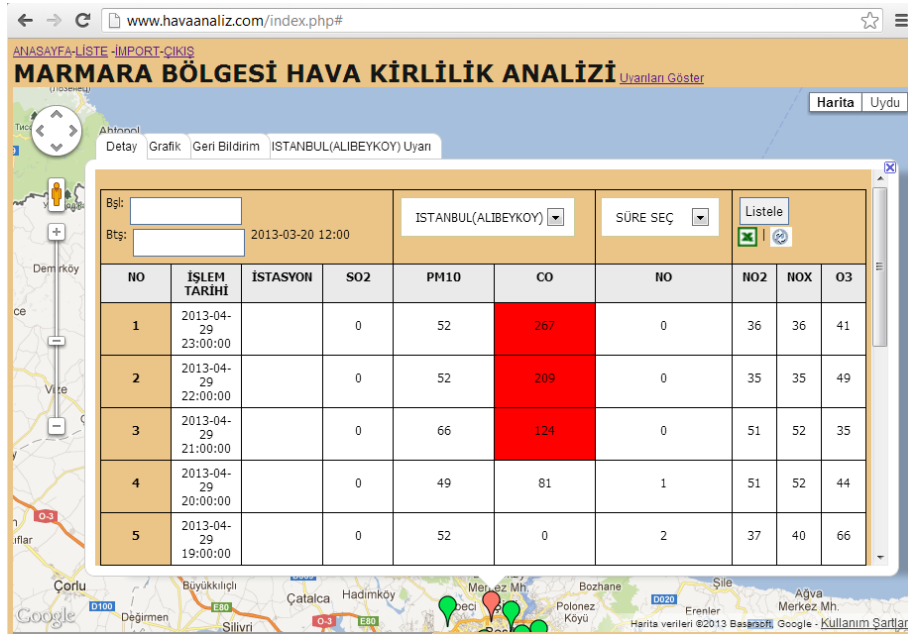
Web sitesinde kullanıcı Marmara Bölgesi’ndeki 39 adet hava izleme istasyonunu harita üzerinde görebilmektedir. Hava izleme istasyonları yeşil ve kırmızı olarak 2 renkte görünmektedir. Yeşil olarak gösterilen izleme istasyonlarında değerler normal aralıkta, kırmızı olarak gösterilen yerlerde ise limit aşımı bulunmaktadır. Şekil 3.4’de de görüleceği üzere her ilin üzerindeki simge limit değer aşımına göre farklı renkte ifade edilmektedir.

Şekil 3.4 www.havaanaliz.com ana sayfası



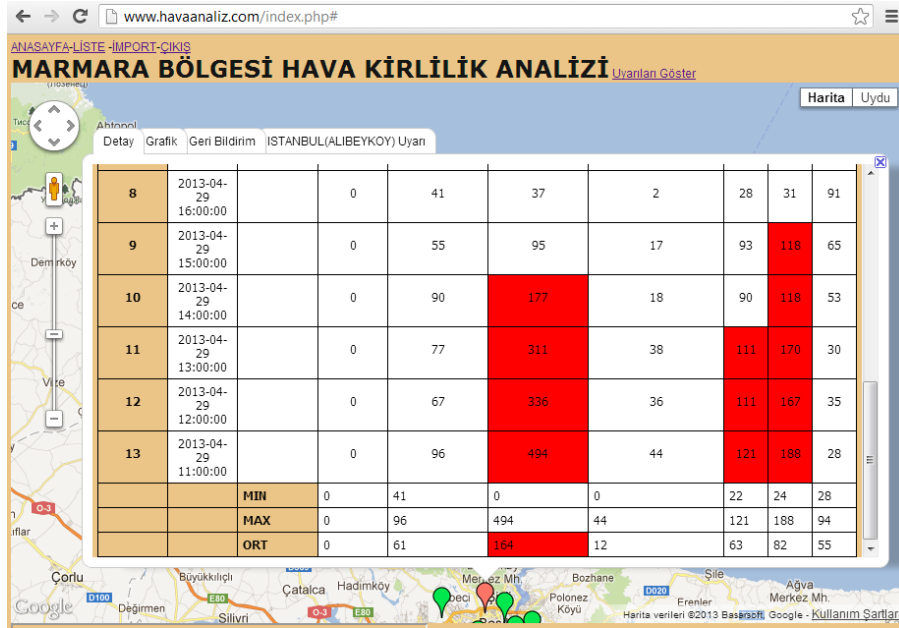
İstenilen ilin üzerine tıklandığında grafik, detay, geri bildirim ve tıklanan istasyon hakkında uyarılarılar görülebilmektedir. (Şekil 3.5)

Şekil 3.5 Seçilen ile ait ölçüm bilgileri



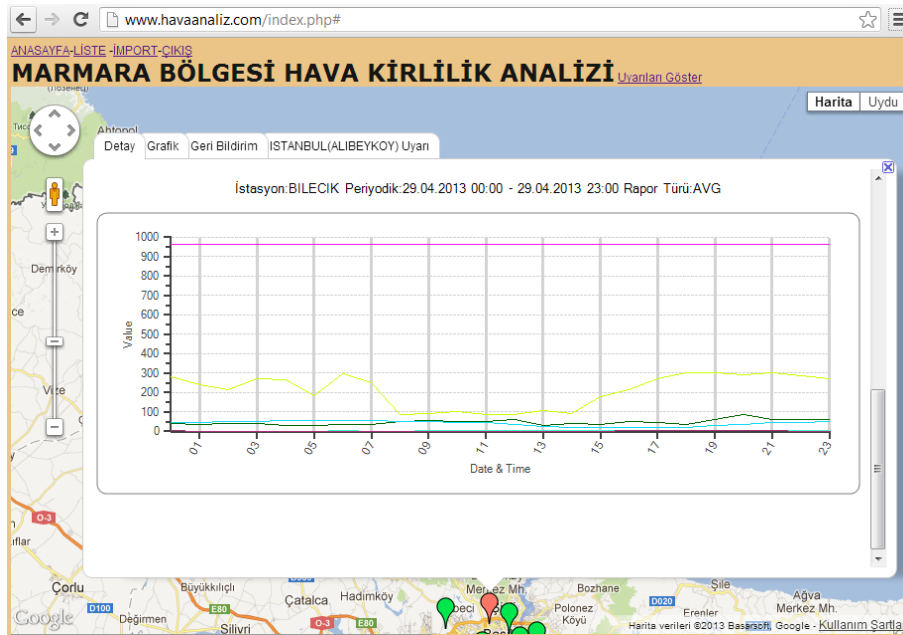
Şekil 3.5’de de görülen “Detay” sekmesine tıklandığında, istenilen başlangıç ve bitiş tarihleri arasındaki veriler ekranda görülebilir. Alınan değerler ile işlem tarihine göre sıralama yapılır. SO₂, PM₁₀, CO, NO, NO₂, NO_x ve O₂ değerleri görünmektedir. Aynı zamanda minimum, maksimum ve ortalama değerlerde yer alır (Şekil 3.6).

Şekil 3.6 Seçilen şehire ait minimum/maksimum ve ortalama değer gösterimi



Grafik bölümünde ise tarih bazında kirleticilerin artan azalan değerleri inişli çıkışlı olarak grafiksel olarak gözükmemektedir. Değerler günlük, haftalık ve yıllık olarak da grafiksel olarak görülebilir (Şekil 3.7).

Şekil 3.7 Ölçümlerin grafik ile gösterimi



Geri bildirim simgesi, AB standartlarına göre herhangi bir değer artışında sisteme kayıtlı olan isim ve e-mail adreslerine göre geri bildirim yapar. En sonda bulunan sekmede ise ilgili istasyondaki uyarıların hepsi liste şeklinde görülmektedir.

4. BULGULAR & TARTIŞMA

Bu bölümde AB limit değerleri dışına çıkan verilerin uyarı sistemi aracılığı ile ilgili e-mail ve SMS abonelerine gönderilmesi, siteden anlık alınabilecek sonuçlar ele alınmıştır. Ana sayfa ekranında harita üzerinde kontrol bölgesi olarak Marmara Bölgesi gösterilmektedir. Önemli konumlar Marker ile işaretlenmiştir. Harita üzerinde standart harita işlevleri yapılabilmektedir. Harita üzerinde işaretli konumlara tıklanması suretiyle detay bilgilere ulaşılabilir. Haritada renk ve kısaltmalarla ilgili Legand bulunmaktadır. Ana ekran üzerinde bulunan verilerin kaynağı www.havaizleme.gov.tr adresidir. Web sayfasında veri kontrol aralığı bir saat olarak belirlenmiştir.

Şekil 4.1 Ana harita ekranı



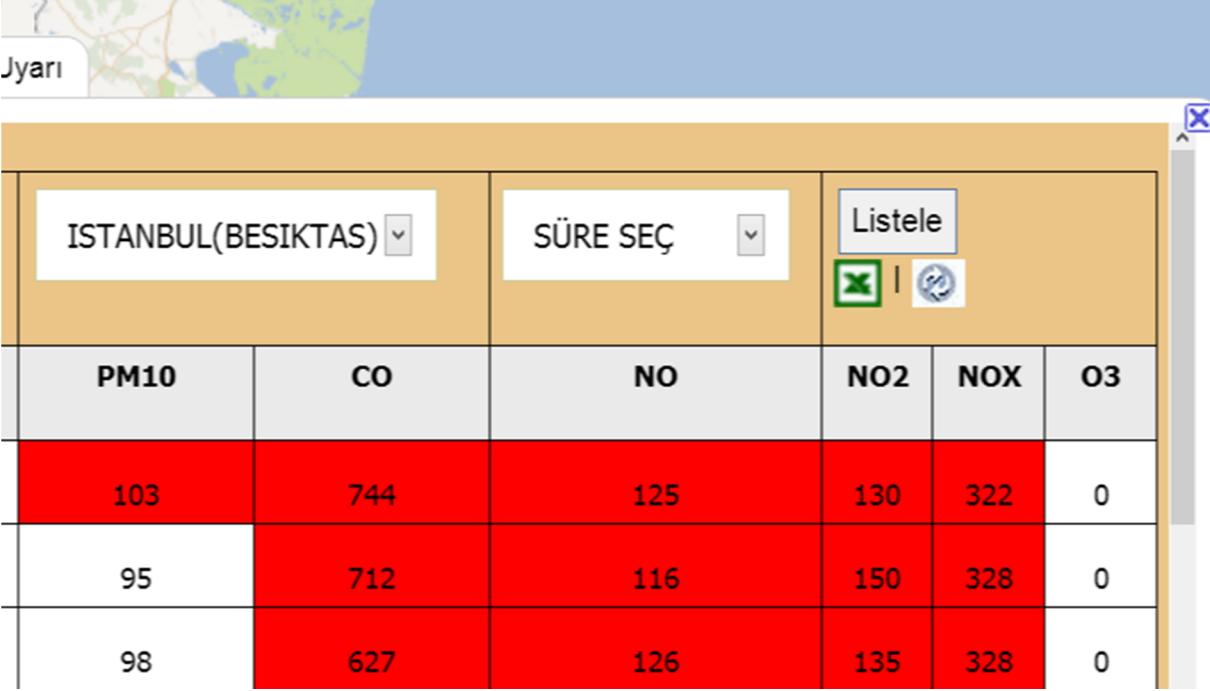
Hava kirliliği standartlarını aşan tüm konumlar değerleri ile birlikte ana sayfada gösterilmektedir. Bu sayede site açılır açılmaz fark edilmemesi olanaksız hale getirilmiştir.

Şekil 4.2 Şehir bazlı limit aşım ekranı

NO	İŞLEM TARİHİ	İSTASYON	SO2	PM10	CO	NO	NO2	NOX	O3
1			18	121	938	87	111	244	0
2			31	112	575	35	80	133	0
3			18	120	970	110	117	286	0
4			18	109	1422	249	141	522	0
5			14	111	933	150	111	342	0
6			11	118	773	77	92	211	0
7			12	123	785	52	85	165	0
8			15	131	1075	63	97	188	0

Liste, detaylı bir şekilde hava kirliliği değerlerinin gösterildiği bu menüde tüm veriler istenilen şekilde seçilerek arama yapılabilir. Aynı zamanda siteden elde edilen veriler doğrudan Excel ikonu vasıtasıyla Excel'e aktarılabilir.

Şekil 4.3 Aşıma göre renk değişimi



PM10	CO	NO	NO2	NOX	O3
103	744	125	130	322	0
95	712	116	150	328	0
98	627	126	135	328	0

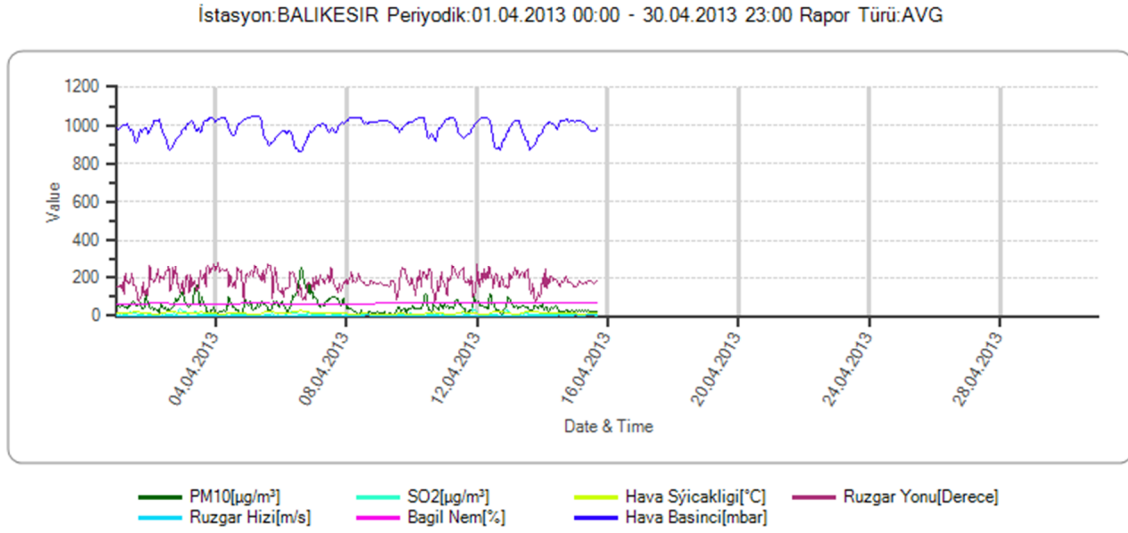
Gerek Marmara Bölgesi gerek Marmara Bölgesi dışından bir konumun değerleri CSV olarak veri tabanına aktarılabilir. Bu işlem esnasında ön bir ara yüzde dosya içeriği kullanıcı kişiye gösterilir. Kullanıcı sütunları belirledikten sonra bu seçime göre içeriye aktarım işlemini yapabilecektir.

Seçili konum için açılan detay penceresinde 3 ana başlık olacaktır. Detaylı gösterim penceresinde son bir ay içerisindeki ilgili konuma ait kirlilik ölçütleri bulunmaktadır. Gösterilecek olan kirlilik ölçütleri SO₂, PM₁₀, CO, NO, NO₂, NO_x şeklindedir. Detaylı gösterimin avantajlı tarafı gösterilen değerler eğer uluslararası hava kirliliği kritik değerlerini aşmış ise farklı renk ile bu tabloda dikkat çekecek şekilde bulunacaktır.

Detaylı gösterim penceresinde ikinci sekmede bulunan grafik bölümü detaylı gösterimde oluşturulan hava kirliliği değerlerini görsel bazda değerlendirmek için tasarlanmıştır. Bu sayede grafik bölümünde hava kirliliği açısından ilgili parametredeki değişim gözlenebilecektir. Bütün ilgili parametreler tek bir grafik üzerinde farklı renk ile gösterilecektir. İstendiği takdirde grafikte bulunan parametrelerin Legend'da bulunan ismi

tıklanırrsa grafik üzerinde görünmez hale gelebilecektir. Bu sayede sadece istenilen hava kirliliği parametrelerindeki değişim incelenebilecektir. Bununla birlikte grafik altında hangi kirlilik parametresinin hangi renk ile gösterildiğine dair Legand bulunacaktır.

Şekil 4.4 Hava kirliliği rapor grafiği



Geri bildirim, Havaanaliz.com Web sitesini farklı kılan en temel özelliklerden birisi de geri bildirim meselesidir. Geri bildirim erken uyarı sistemi, hava kirliliği ölçümlerini değerlendirmek ve sonuçlarını ilgili birimlere en hızlı şekilde ulaştırması açısından yapılan ölçümleri ve sonuçlarını daha anlamlı kılacaktır.

Geri besleme sistemi iki şekilde çalışmaktadır. Veri tabanına buradan eklenecek ilgili birimlerin e-mail adreslerine, sitede değerlendirilen kirlilik ölçümleri uluslararası hava kirliliği eşik değerlerini aşan durumlarda ilgili konumun limit aşım değerleri gönderilecektir. Bu durumda yapılan ölçümler ve uyarı sistemi sayesinde ilgili birimler gerekli önlemleri alabilecek ve buna göre hareket edebilecektir. İlgili birimlere gidecek olan mailin içeriği Şekil 4.5'teki gibidir.

Şekil 4.5 Bursa değer aşım örneği



Kullanıcıya gelen uyarı elektronik postada Bursa ilinde 15.04.2013 tarihinde PM₁₀ değerinde aşma olduğu gözükmektedir.

Şekil 4.6 Kocaeli değer aşım örneği



Kullanıcıya gelen uyarı elektronik postada Kocaeli ilinde 30.04.2013 tarihinde PM₁₀ ve CO değerlerinde aşma olduğu gözükmektedir.

Şekil 4.7 İstanbul değer aşım örneği



Kullanıcıya gelen uyarı elektronik postada Kocaeli ilinde 30.04.2013 tarihinde NO₂,CO ve NO_x değerlerinde aşma olduğu gözükmektedir.

Şekil 4.8 Kocaeli değer aşım örneği



Kullanıcıya gelen uyarı elektronik postada Kocaeli ilinde 30.04.2013 tarihinde PM₁₀,CO ve NO_x değerlerinde aşma olduğu gözükmektedir.

SMS uyarı sistemi veri tabanında çözümlenen ve hava kirlilik limit değerlerini aşan durumlar ilgili kişilere birimlerde bulunan şahıslara SMS ile de iletilebilmektedir. Bu sayede mesai saatinden bağımsız olarak her zaman olası hava kirliliği uyarılarından ilgili şahıslar haberdar olabilmektedir.

SMS sistemi operatör bazlı olarak çalışan otomatik bir yapıya sahiptir. Havaanaliz.com veritabanında oluşan uyarılara bağlı olarak çalışmaktadır.

SMS uyarı sistemi Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı hava kalite izleme istasyonları web sitesinden Marmara bölgesinde bulunan 24 istasyondan elde edilen ölçüm sonuçları yorumlanmak suretiyle limit değer aşımalarını istasyon bazında SMS olarak cep telefonlarına iletmektedir. Bu sistem saat ve tarih gözetmeksizin hava kalite istasyonlarından alınan verileri havaanaliz.com web sitesinde Avrupa Birliği hava kirliliği kriterlerine göre değerlendirir. Buna bağlı olarak limit aşımı olan istasyonlarda ve bu istasyonlarda ölçülen kirleticilerin aşım değerini kullanıcıya SMS yoluyla iletebilir.

Bu sistem şuan için havaanaliz.com kullanıcıları için çalışmaktadır. Hava izleme istasyonlarının bağlı olduğu il ve ilçelerin hava kirliliği ile ilgili olan depertmanına gönderilebilir. Bu sayede 7 gün 24 saat sorumlular oluşan hava kirliliği SMS yoluyla cep telefonundan takip edebilir.

Şekil 4.9 SMS örneği



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, örnek bir çalışma olarak Marmara Bölgesi'nin hava kalitesini analiz etmek ve sınır aşımı raporlarına bağlı uyarı sistemini sunmaktır. Bu uyarı sistemi hava kalitesi izleme ağı ile entegre çalışarak hava kalitesi yönetimini basitleştirmekte ve ülkenin hava kirliliği noktalarını bu sistem ile tespit etmeyi mümkün kılmaktadır. Sistemin genel amacı uyarı sistemi geliştirmek için veri toplama, işleme ve değerlendirmeyi otomatik hale getirmektir.

Hava kirliliğinin özellikle insan sağlığı üzerine etkilerinden dolayı, havayı kirleten başlıca kirletici gaz ve aerosoller düzenli olarak izlenmeli ve limit değer aşımaları gözlenmelidir. Bunun için bu çalışmada uluslararası hava kalitesi sınır değerleri kullanılmıştır. Bu sınır değerler kirleticilerin cinsine göre farklı değerler almaktadır, dolayısıyla her bir kirletici kendi limit değerine göre değerlendirilmiştir. Bu sistemde PM₁₀, CO, SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃ kirleticileri bir bütün olarak değerlendirilmektedir.

Bu bağlamda Sistematik bir şekilde alınan veriler harita vasıtası ile kullanıcılara gösterilerek, hava kirliliğinin anlık ve geçmişe dönük olarak yayınlanması ve buna bağlı olarak limit aşımalarında elektronik posta ve cep telefonu mesajıyla uyarı verilmektedir. İstasyon bazlı alınan veriler sisteme kayıtlı olan elektronik postalara ve cep telefonu numaralarına limit aşımalarına ve uyarılara göre otomatik olarak mesaj göndermektedir.

Bu çalışmayla birlikte, özellikle uluslararası hava kalitesi standartları kullanılarak interaktif bir uyarı sistemi geliştirilmiştir. Böylelikle, hem bilgilendirme çok hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmekte, ayrıca hava kalitesi en güncel standartlarla değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak; hava kirlenmesinin canlı ve cansız nesnelere üzerinde etkilerinin minimize edilebilmesi için araştırmalar devam etmektedir. Bu çalışmada sunulan model de maruziyetin azaltılması için bir erken uyarı sistemidir. Sistemin kullanılması ve önerilmesi halinde faydalı olabileceği açık bir şekilde görülmektedir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Butler, J.D., 1979. *Airpollutionchemistry*, Academic Pres.

Daniel, W.S.,2011. *Statistical methods in theatmosphericsscences*, Elsevier.

De Nevers, N., 1995.*Airpollutioncontrolengineering*, New York, McGraw-HillInc

Franek W.,DeRose L., 2003.*Principlesandpractices of airpollutioncontrolstudentmanual*, 3rd Edition, AirPollution Training Institute USEPA

Gumusay, M.U.,Unal, A., Aydın, R., 2008.*Use of geographicalinformationsystemsınanalyzingvehicleemissions: istanbul as a casestudy, theinternationalarchives of thephotogrammetry, Remote SensingandSpatial Information Sciences*, Beijing

İncecik, S.,1994.*Hava kirliliği*, Teknik Üniversite Matbaası, s. 26-41.

James, G., E., 2009.*Computationalstatistics*, Springer.

Jones, O.,Maillardet,R.,Robinson, A., 2009.*Scientificprogrammingandsimulationusing r*, CRC Press.

Kindap, T., Unal A., Ozdemir H., Bozkurt D., Turuncoglu U., Demir G., Tayanc M., Karaca M., 2012.*Quantification of the Urban Heat Island Under a Changing Climate over Anatolian Peninsula* Theoretical and Applied Climatology, 108: 31-38, DOI: 10.1007/s00704-011-0515-8.

Masters, G.M., 1991.*IntroductiontoEnvironmentalandScience*, PrenticeHall International Editions.

Seinfeld, H., 1986.*Athmosphericchemistry, andphysics of airpollution*, Wiley, New York.

Shumway, S., 2007.*Time seriesanalysisanditsapplicationswith r*, Springer.

Spector, P., 2008. *Data manipulationwith R*, SpingerScienceandbusinessmedia, New York.

Theakston, F., Gudmundsson, G., 2000. *Air quality guidelines for Europe*, 2nd Edition, WHO Regional Publications, European Series.

Wark, K., Warner, C., Davis, W., 1998. *Air pollution: its origin and control*, 3rd Edition, Addison Wesley Longman.

Sürekli Yayınlar

Ay, E. "*Hava Kirliliği ve Modellemesi.*" Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, **110s** (2010).

Chow, J.C., Bachmann, J.D., Kinsman, J.D., Legge, A.H., Watson, J.G., Hidy, G.M., Pennell, W.T., 2010. *Multipollutant air quality management*, **1047-3289**, J. Air & Waste Manage. Assoc.

Elbir, T., Mangir, N., Kara, M., Simsir, S., Eren, T., Ozdemir, S., 2009. *Development of a GIS-based decision support system for urban air quality management in the city of Istanbul*, **44 (2010): 441-454**, Atmospheric Environment.

Figueroa, V.K., Cooper, C.D., Mackie, K.R., 2008. *Estimating landfill greenhouse gas emissions from measured ambient methane concentrations and dispersion modeling*, **327**, 2008 AWMA Annual Conference

Hector, J., Wilfredo, P., Jose, T., 2000. *An intervention analysis of air quality data at Santiago*, Atmospheric Environment, Chile.

Horowitz, L.W., Walters, S., Mauzerall, D.L., Emmons, L.K., Rasch, P.J., Granier, C., Tie, X., Lamarque, J.F., Schultz, M.G., Tyndall, G.S., Orlando, J.J., Brasseur, G.P., 2003. *A global simulation of tropospheric ozone and related tracers: description and evaluation of MOZART, version 2. Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **108.D24**

Kanakidou, M., Mihalopoulos, N., Kindap, T., Vrekoussis, M., Gerasopoulos, E., Dermizaki, E., Unal, A., Koçak, M., Markakis, K., Melas, D., Kouvarakis, G., Youssef, A.F., Richter, A., Hatzianastassiou, N., Hilboll, A., Ebojie, F., Wittrock, F., Savigny, C., Burrows, J.P., Ladstaetter-Weissenmayer, A., Moubasher, H., 2011. *Megacities as hot spots of air pollution in the east Mediterranean, atmospheric environment*, Volume 45, **1352-2310**, pp. 1223-1235.

Karatzas, K.S., Moussiopoulos, N., 2001. *Statistical analysis of environmental data as*

the basis of forecasting: an air quality application, The Science of the Total Environment, **288**, pp. 227-237.

Koçak, M.N., Theodosi, C., Theodosi C., Zarmas, P., Im, U., Bougiatioti, A., Yenigun, O., Mihalopoulos, N., *Particulate matter (PM10) in Istanbul: Origin, source areas and potential impact on surrounding regions*, Atmospheric Environment.

Kurt, A., Gulbagci, B., Karaca, F., Omar, A., 2008. *An online air pollution forecasting system using neural networks*, **34 (2008): 592-598**, Environment International.

Müezzinoğlu, A., 1987. *Hava kirliliğinin ve kontrolünün esasları*, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, **0908.87.DK.006.042**, İzmir.

Okumus, K., 2002. *Turkey's environment: a review and evaluation of turkey's environment and its stakeholders*, the regional environmental center for Central and Eastern Europe (REC), Szentendre, Hungary.

Özdemir H., Borucu G., Demir G., Yiğit S., Ak N., 2010. İstanbul'daki Çocuk Oyun Parklarında Partikül Madde (PM2.5 ve PM10) Kirliliğinin İncelenmesi, *Ekoloji* **20**, **77 (2010)**, 72-79

Özdemir H., Mertoglu B., Demir G., Deniz A., Toros H., 2012. Case study of PM pollution in playgrounds in Istanbul. *Theoretical and Applied Climatology* **108**: 553-562, DOI: 10.1007/s00704-011-0543-4.

Saffarinia, G., Odat, S., 2008. *Time series analysis of air pollution in al-hashimeya town Zarqa*, Jordan, Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences, **1995-6681**, pp. 63- 72.

Schwartz, Joel. "Air pollution and children's health." *Pediatrics* **113**. Supplement 3 (2004): **1037-1043**.

Wang, K., Lu, W.Z., 2005. *Seasonal variation of air pollution index: Hong Kong case study*, Chemosphere, **63**, pp. 1261-1272.

Yeşilyurt, C., Akcan, N., 2001. *Hava kalitesi izleme metodolojileri ve örneklem kriterleri*, **975-590-032-2**, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi, Ankara.

Diğer Yayınlar

Al-Adwani, Suad, 2007. A Hybrid Neural Network-Mathematical Programming Approach to Design an Air Quality Monitoring Network for an Industrial Complex, *Thesis for the M.A. Degree*, University of Waterloo, Ontario, Canada

Agren, C., 1991. EMEP Report, MCS-W 1/91 Norway.

Akdur, R., 2005. Avrupa Birliği ve Türkiye'de çevre koruma politikaları: " Türkiye'nin Avrupa Birliğine uyumu". Vol. 23. Ankara Üniversitesi.

Aydınlar, B., Güven, H., Kırksekiz, S., 2009. Hava kirliliği ve modellemesi: hava kirliliği nedir, ölçüm ve hava kalite modelleme yöntemleri nelerdir, *Thesis for the M.A. Degree*, Sakarya Üniversitesi, İstanbul.

Büyükgüngör, H., 2006. Çevre kirliliği ve çevre yönetimi, **72 (2006): 9-17**, Toprak İşveren Dergisi.

Denhez, F., 2007. Küresel Isınma Atlası, NTV yayınları, İstanbul.

Joel, S., 2004. Air pollution and children's health, *Thesis for the PhD Degree*, pp. 1037 -1043.

Tecer, H.L., 2011. Hava kirliliği ve sağlığımız, bilim ve aklın aydınlığında eğitim, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.

Yetilmezsoy, K., Uçaklardan Kaynaklanan Emisyonların Çevresel

Etkileri, *Environmental Impacts of Aircraft Emissions*,

<http://www.uted.org/dergi/2006/subat/ucaklardan kaynaklanan.htm> [accessed 4 May 2013].