

## HAVA KALİTESİ İZLEME SÜRECİNDE MEVCUT DURUM VE CAFE DİREKTİFİ GEREKLİLİKLERİNE GÖRE KENTLEŞMEDE HAVA KALİTESİ UNSURU

Zeliha GEMİCİ<sup>(\*)</sup>, Onur KALE, Betül Keskin ÇATAL

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Çevre Referans Laboratuvarı, Gölbaşı 06830 Ankara

### ÖZET

Çevre sorunları dünyanın pek çok yerinde güncel yaşamın içine girmiş bir konudur. Hızlı nüfus artışı, düzensiz-çarpık kentleşme, yeşil alanların azalması, orman tahribi, ulaşım sorunu, sanayi atıkları gibi sorunlar Ülkemizde olduğu kadar dünyanın pek çok ülkesinde çözüm yolları aranan sorunlar arasındadır. Bu sorunların alıcı ortamdaki etkisi ise su, toprak ve hava kirliliğini oluşturmaktadır. Hava kirliliğinde, tabii kirlilik kaynaklarının yanında insan aktivitesine bağlı suni kaynaklardan meydana kirliliğinde etkisi olması ve meteorolojik faktörlerin etkisiyle bölgesel ve global ölçekte taşınımın gelmesi sebebiyle diğer alıcı ortam sorunlarına göre daha ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde hava kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla yürürlüğe olan ve AB uyum sürecinde hazırlanarak 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği gereği; kurulan/kurulacak olan hava kalitesi izleme istasyonlarının öncelikle her bir hava kirlilik kaynaklarını temsil etmesinin yanında hava kirliliğine etki eden faktörlerden meteorolojik faktörlerin etkisiyle global, bölgesel ve yerel ölçekteki taşınımında izlenmesi, dolayısı ile yapılan izleme faaliyetlerinin kirlenici parametrelerin yaşam ortamlarındaki insanların üzerindeki etkisinin yanı sıra yaşam zincirinin önemli unsuru olan ekosistem alanlarındaki etkisinin de izlenmesi zorunludur. Bu gereklilik hava kirliliğinin kontrol tedbirlerinin belirlenmesinde ve uygulanmasında etkin ve fizibil bir yöntemde beraberinde getirmektedir.

### ANAHTAR SÖZCÜKLER

Hava Kalitesi, Hava Kirlenitçileri, Hava Kirliliğine Etki Eden Faktörler, Yasal Yükümlülük, Kentsel Dönüşüm

### ABSTRACT

Environmental problems are an issue that entered into the daily life of people in many parts of the world. Issues such as rapid population growth, unplanned and irregular urbanization, reduction of green areas, forest devastation, transportation, and industrial waste disposal are dealt with both in our country and countries around the world. However, most of all these issues impact water, air and earth quality. Because there are natural polluters together with artificial ones related to a human activity, especially as the transportation developed on a local and a global scale, it impacted air quality and made it the biggest pollution problem so far. In our country, in order to evaluate the effect of air quality as a requirement and adaptation to

\* zeliha.gemici@csb.gov.tr

Assessment and Management Regulations published in the EU Official Gazette dated 06.06.2008 number 26 898 all established air quality stations, which will be located near to represent each air pollution source, first the monitoring station of the factors that influence air pollution globally under the influence of meteorological factors, monitoring of regional and transport at the local scale, because of the impact of the pollutants made with monitoring activities on the people in their living environment as well as life cycle, the impact on key elements of the ecosystem of the area also must be monitored. This requirement brings in an effective and feasible method of implementation and determination of air pollution control measures.

## 1. GİRİŞ

Hava, insan ve canlıların yaşam ortamı olup, özellikle endüstriyel aktivite ve şehirleşmeye bağlı nüfus ve taşıt sayısındaki artışla birlikte hava ortamına salınan kükürt dioksit, azot oksitler, azot dioksit, karbon monoksit ve partikül madde gibi kirleticiler ile bu kirleticilerin bazılarının hava alıcı ortamında kimyasal tepkimelere uğraması sonucu oluşan ikincil kirleticiler hava alıcı ortamının insan ve canlıların yaşam ortamlarını olumsuz etkileyen hava kirliliğini oluşturmaktadır.

Hava kirliliğine neden olan yapay kaynakların yanında doğal kaynaklarında etkisi bulunmaktadır. Tabii kirliliği oluşturan ve doğada bulunan kirletici kaynaklar arasında; meteorlardan, yer yüzeyindeki büyük çöl alanlarından ve kumluk alanlardan rüzgarlarla taşınan toz, orman yangınları sonucu oluşan duman ve yanma gazları, foto kimyasal olaylarla oluşan azot dioksit, yanardağlardaki volkanik faaliyetlerle ortaya çıkan kükürt dioksit, hidrojen klorür, hidrojen florür ile deniz çalkalanması sonucunda oluşan sodyum klorür sayılabilir.(1)

## 2. MATERYAL ve METOD

Çalışmanın ama materyalini Ulusal Mevzuat ve CAFE Direktifi oluşturmakta olup, bu çalışmada, hava kalitesi izleme sürecinde hava kirlilik kaynaklarının izlenmesi ile hava kirliliğine etki eden faktörlerden meteorolojik ve topografik yapının etkisinin değerlendirilmesinde uygulanacak esas ve kriterler ile bu kriterlerin kentleşme ölçeğindeki yeri açıklanmıştır.

## 3. HAVA KİRLİLİĞİ KAYNAKLARI VE HAVA KİRLİLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

### 3.1. Hava, hava kalitesi ve hava kirliliği kavramları

Hava, dünya atmosferini meydana getiren gaz karışımıdır. Atmosferdeki hava tabakasının kalınlığı 150 km olup, bunun sadece 5 km'si canlıların yaşamasına elverişlidir. Canlıların yaşamasına elverişli olan bu ortamda devamlı bulunan ve miktarları değişmeyen gazlar; % 21 oranında oksijen, % 78 oranında azot ve %1 oranında karbondioksit, argon, neon ve helyum'dur (1). Havada devamlı bulunan ve miktarları azalıp çoğalan gazlar ise karbondioksit, su buharı, ozon'dur. Yere ve zaman göre oranı en çok değişen su buharı yeryüzünün aşırı ısınıp, soğumasını engeller. Yağış, bulut, sis gibi hava olaylarının doğuşunu sağlar. Hava Kalitesi; hava kirletici parametrelerin hava ortamındaki konsantrasyon değerinin insan sağlığına ve ekolojik sisteme zarar vermeyecek miktarda, yoğunlukta ve sürede

bulunmasıdır. *Hava kirliliği ise:* söz konusu kirletici parametrelerin insan sağlığı ve ekolojik sisteme zarar verecek konsantrasyonda bulunması olarak tanımlanır.

### 3.2.Hava kirliliği kaynakları

#### Doğal kaynaklar.

Doğal hava kirliliği biyotik ve abiyotik türde çok çeşitli kaynaklardan yayılmaktadır. Bitkiler, radyolojik ayrışma, orman yangınları, jeotermal kaynaklar ile su ve topraktan yayılan emisyonlar bunlara örnek olarak verilebilir. Doğal arka-plan konsantrasyonu kaynağın türüne ve meteorolojik koşullara göre değişiklik göstermektedir (WHO, 2000).

#### Yapay kaynaklar

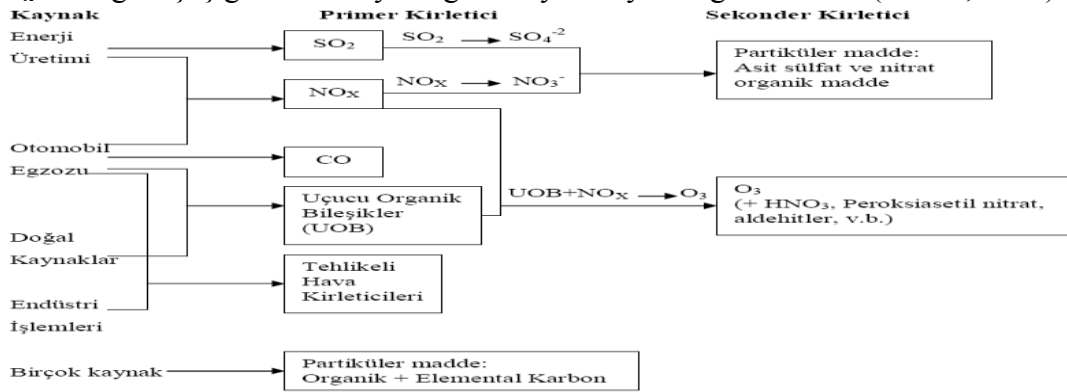
**Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği.** Isınma amaçlı, düşük kalorili ve kükürt oranı yüksek kömürlerin yaygın olarak kullanılması ve yanlış yakma tekniklerinin uygulanması hava kirliliğine yol açmaktadır.

**Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliği.** Nüfus artışı ve gelir düzeyinin yükselmesine paralel olarak, sayısı hızla artan motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazları, hava kirliliğinde önemli bir faktör oluşturmaktadır.

**Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği.** Sanayi tesislerinin kuruluşunda yanlış yer seçimi, çevre korunması açısından gerekli tedbirlerin alınmaması (baca filtresi, arıtma tesisi olmaması vb.), uygun teknolojilerin kullanılmaması, enerji üreten yakma ünitelerinde vasıfsız ve yüksek kükürtlü yakıtların kullanılması, hava kirliliğine sebep olan etkenlerin başında gelmektedir (2).

### 3.3. Başlıca hava kirleticileri

Birincil (primer) kirleticiler, doğrudan kaynaktan çıkan kirleticilerdir ve bu grupta, kükürtdioksit ( $SO_2$ ), hidrojen sülfür ( $H_2S$ ), azot oksitler ( $NO_x$ ), karbonmonoksit ( $CO$ ), karbondioksit ( $CO_2$ ), partiküller, hidrojenflorür ve uçucu organik bileşikler (VOC) yer almaktadır. İkincil (sekonder) kirleticiler ise atmosferde çeşitli kimyasal reaksiyonlarla oluşan kirleticilerdir ki bu kimyasal reaksiyonlar arasında en önde geleni fotokimyasal reaksiyonlardır. Bu grupta yer alan kirleticiler arasında, kükürttrioksit ( $SO_3$ ), sülfürikasit ( $H_2SO_4$ ), asitler, aldehytler, ketonlar, kloroflorokarbonlar, peroksiasetilnitrat (PAN), ozon ( $O_3$ ), iyonlaşan radyasyon ve ince partiküller sayılabilir. Bu kirleticiler ağırlıklı olarak VOC ve  $NO_x$ 'lerin güneş ışığı ile reaksiyona girmesiyle meydana gelmektedir (Yavuz, 2010).



Şekil 1. Başlıca primer ve sekonder hava kirleticileri ve kaynakları (McDow ve Tollerud, 2003)

### 3.4. Hava kirliliğine etki eden faktörler

Yeryüzünü kuşatan atmosfer, troposfer diye adlandırılan alt tabakadan ibarettir. Deniz seviyesinden itibaren yüksekliği 10 km'dir. Bacadan ve egzozdan atılan kirleticilerin atmosferde dağılmasını etkileyen parametreler meteorolojik şartlar ile bölgenin topografik özellikleridir. Günlük yaşamımızı etkileyen tüm meteorolojik olaylar troposferde oluşmaktadır. Meteorolojik şartların etkileri incelendiğinde (3);

- Troposferde düşük basınç şartlarında sıcaklık yükseklikle azaldığından yer seviyesindeki hava kütlesi ve bacalardan atılan gazlar yükselir ve dağılır. Sıcaklık genelde yerden yükseklikle 100 m'de 0,65 °C oranında azalır. Hava yerden yukarı doğru yükselirken genişler ve soğur. Hava içindeki nem, bulut oluşturmak üzere yoğunlaşır. Bu şartlar altında troposferde hava kirliliği ile ilgili sorun oluşmaz ve kirletici parametrelerde çökme meydana gelmez.
- Kararsız (anstable) ve nötr şartlarda, yere yakın hava, üstteki havadan daha hızlı olarak ısınır. Isınan hava soğuk tabakaya doğru yükselir. Sıcaklığın yerden yükseklikle azalması, havayı karıştırarak bacalardan ve egzozlardan atılan kirleticilerin dağılmasına ve seyrelmesine yardımcı olur.
- Bir kısım hava, çevre havasından daha sıcaksa bu hava atmosferde kendi sıcaklığına, yoğunluğuna ve basıncına ulaşmaya kadar yükselir. Böylece kararsız ve nötr şartlarda bacadan ve egzozdan atılan gazların atmosferde yükselmesi ve dağılması hızlı bir şekilde gerçekleşir.
- Yüksek basınç şartlarının hakim olduğu günlerde, açık hava ve sakin rüzgar rüzgarlı (hızı düşük) gecelerde, yer infra-kızıl radyasyonu yayarak hızlı şekilde soğur. Böylece yer ve yere yakın yüzey, yukarıdaki yüzeyden daha soğuk olur. Bu duruma sıcaklık inversiyonu denir. Böyle zamanlarda hava kütlesi yukarı doğru değil daha soğuk ortam olan aşağı doğru hareket etme eğilimi göstereceğinde inversiyonlu günlerde bacadan atılan sıcak kirleticiler yer seviyesinde tutulabilir ve birikebilir. Bu durumda bacalardan ve egzozlardan atılan kirleticiler inversiyon tabakası içinde veya altında tutulur ve birikmeye başlar. Bacadan atılan kirletici miktarı azaltılmıyorsa ve inversiyon süresi de uzuyorsa o bölgede ciddi hava kirliliği problemi yaşanabilir. Çünkü inversiyonlu şartlarda gazların dikey değil düşey hareketi ve birikmesi söz konusudur. Ayrıca soğuk hava, sıcak havadan daha yoğundur. Bu durum yer seviyesindeki havanın ve kirleticilerin yükselmesini ve seyrelmesini önler. İnversiyon şehirlerin topoğrafik yapısına bağlı olarak da oluşmaktadır.

### 3.5.Hava kirliliği ve kentleşme

**Modernleşme süreci içinde olan ülkelerde en önemli gelişmelerden biride kentleşmedir.** Kentleşme son 200 yılın en önemli olgularından biri olmuştur. Kentleşmeyi nüfus artışı olarak değerlendirmek doğru değildir. Nüfusa bağlı olarak, teknolojik, ekonomik ve toplumsal yapıda meydana gelen değişimler sonucunda ortaya çıkan evrensel bir süreçtir. Demograf Kingsley Davis, kentleşme olgusunu dünya çapında nüfusu 100 bini geçen büyük yerleşim bölgelerinde yaşayan insan sayısı ile açıklamaktadır. Davis'e göre; kentlerde yaşayan insan sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. Kentleşme olgusu sadece gelişmiş ülkelerde değil gelişmekte olan ülkelerde de çarpıcı bir biçimde gelişim göstermektedir. Türkiye'de kentleşme sürecinin en önemli özelliği, bu sürecin hızlı olması ve metropoliten kentlerin diğerlerine kıyasla daha hızlı büyümesidir. Doğal olarak bununla birlikte nüfus sayısına paralel olarak ulaşım, konut, enerji tüketim oranı gibi faktörlerde gelişim göstermektedir. Kentleşme daha doğrusu çarpık kentleşme; araç sayısının artması ancak ulaşım alt yapısının daha çok egzoz salınımına neden olan imkanlara sahip olması,

sanayileşmede sürecinde arıtmama ünitesi olmayan veya kaynakta kirlilik önlemeye yönelik teknolojilerin seçilmediği sanayileşmeye gidilmesi, sanayi alanlarının yerleşim alanları ile iç içe olması, konut alanlarında ısınmanın daha çok enerji tüketimini gerektiren yakam sistemi ve bireysel ısınmaya dönüşmesi vb. faktörlere bağlı olarak hava kirliliği sorununu da beraberinde getirmektedir.

## 5. HAVA KALİTESİ İZLEME SÜRECİNDE ULUSAL YÜKÜMLÜLÜKLER VE CAPE DİREKTİFİ GEREKLİLİKLERİ

### 5.1. Hava kalitesinin korunması yönetmeliği'nde hava kalitesi izleme esasları

Ülkemizde hava kalitesi izleme sürecine 1986 yılında yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği ile başlanılmıştır. Söz konusu Yönetmelikte; insan sağlığını korumak amacıyla izlenecek kirletici parametrelerin sağlanması gereken sınır değerler genel ve endüstriyel alanlar için Kısa Vadeli ve Uzun Vadeli olarak tanımlanmış olup, söz konusu esaslar Tablo-1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Hava Kalitesi Korunması Yönetmeliği Sınır Değerleri

Kirletici Parametreleri		UVS (µg/m3)	KVS (µg/m3)	Kirletici Parametreleri		UVS (µg/m3)	KVS (µg/m3)
SO <sub>2</sub> (SO <sub>3</sub> dahil)	Genel	150	400 (900)	PM <sub>10</sub>	Genel	150	300
SO <sub>2</sub> (SO <sub>3</sub> dahil)	Endüstri Bölgeleri	250	400	PM <sub>10</sub>	Endüstri Bölgeleri	200	400
CO		10000	30000	Pb		2	-
NO <sub>2</sub>		100	300	Cd		0.04	-
NO		200	600	Çöken Toz	Genel	350	650
O <sub>3</sub>		-	(240)	Çöken Toz	Endüstri Bölgeleri	450	800
Klor (Cl <sub>2</sub> )		100	300	Çöken Tozlarda	Kurşun ve Bileşikleri	500	-
HCl		100	300	Çöken Tozlarda	Kadmiyum ve Bileşikleri	7,5	-
HF		-	10 (30)	Çöken Tozlarda	Talyum ve bileşikleri	10	-
HC		-	140 (280)	H <sub>2</sub> S		-	40 (100)

NOT: Parantez içindeki rakamlar referans maksimum saatlik sınır değerlerdir.

Tablo-1'de insan sağlığının korunması amacıyla verilen sınır değerlerin dışında partikül madde ve kükürtdioksit parametreleri için Tablo 2'de verilen kış sezonu sınır değerleri ile hedef değerlerde tanımlanmıştır.

**Tablo 2.**Kış Sezonu ve Hedef Sınır Değerler

	Kış sezonu Sınır Değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Hedef Sınır değerler ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		Yıllık	Kış sezonu	Günlük	saatlik
<b>Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>)</b>	250	60	120	150	450
<b>Partikül Madde (PM<sub>10</sub>)</b>	200	60	120	150	-

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde hassas hayvan, bitki ve eşyayı hava kirliliğinin zararlı etkilerinden korumak için özel koruma alanlarında uyulması gereken Uzun Vadeli Sınır Değerlere ilişkin tanımlanan esaslar Tablo-3'de yer almaktadır.

**Tablo 3.** Özel Koruma Alanlarında Uygulanacak Sınır Değerler

Kirletici parametreler	UVS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Kükürt Dioksit	60
Gaz Halinde Anorganik Klor Bileşikleri	60
Gaz Halinde Anorganik Flor Bileşikleri	0.3
Kurşun	250
Kadmiyum	2.5

Ancak, 1986 yılından Haziran 2008 tarihine kadar yürürlükte olan söz konusu Yönetmelikte hava kalitesi izleme istasyonları yer seçim kriterleri, ölçüm yöntemleri, veri kalitesi ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesine ilişkin esas ve kriterler tanımlanmamıştır. 2004 yılına kadar söz konusu Yönetmeliğin uygulanmasından sorumlu kurum olan Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsünce sadece kent merkezlerinde kükürtdioksit ve partikül madde bazında yarı otomatik sistemlerle ölçümler yapılmıştır. 2004 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından partikül madde ve kükürtdioksit dışında karbonmonoksit, ozon ve azotoksit kirletici parametrelerinin izlenmesi amacıyla toplam 8 adet istasyon ile otomatik ölçüm sistemine geçilmiştir.2005 yılından itibaren hava kalitesi izleme sürecinin Çevre Bakanlığı'na geçilmesi ile birlikte Bakanlıkça tam otomatik ölçüm sistemine uygun 36 adet ve 2007 yılında da 45 adet olmak üzere toplam 81 il merkezinde kükürtdioksit ve partikül madde ölçümüne başlanılmış, 2007 yılında kurulan Ulusal Hava Kalitesi izleme Ağı ile bu istasyonlardan elde edilen sonuçlar anlık olarak [www.hava.izleme.gov.tr](http://www.hava.izleme.gov.tr) adresinden tüm kamuoyu bilgisine sunulmuştur.

## 5.2. AB uyum sürecindeki direktifler ve yürürlükte olan ulusal mevzuatta hava kalitesi izleme esasları

**Genel esaslara göre karşılaştırma.** AB uyum sürecindeki müktesebatta tanımlanan hava kalitesi ile ilgili direktifler 96/62/EC, 99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC, 2004/107/EC, 2008/50/EC ve 97/107/EC'dir. Bu direktiflerden 96/62/EC, 99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC ve 2004/107/EC'nin ulusal mevzuata aktarılması sonucu 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDY) Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Yürürlükte olan HKDY Yönetmeliği ile 2008/50/EC sayılı direktifin kapsam, ölçülen kirletici parametreler, ölçüm yöntemleri, değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırması Tablo 4.'de verilmektedir.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015  
7-9 Ekim 2015, İZMİR

**Tablo 4.** HKDY Yönetmeliği ile CAFE'nin Karşılaştırma Tablosu

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	HKDYY	CAFE
Amaç	İnsan Sağlığı ve Çevreyi zararlı etkilerden korumak	İnsan sağlığı ve Çevreyi zararlı etkilerden korumakla ilgili uygulamalarda <u>Ülkelerarası işbirliğini</u> geliştirmek
Kapsam	96/62/EC, 99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC ve 2004/107/EC	2008/50/EC, 2004/107/EC
Göstergeler	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , CO, Ozon, Pb, Benzen, Arsenik, Nikel, Kadmiyum, Benzo(a)Piren, Hg, VOC, PAH	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , CO, Ozon, Pb, Benzen, Arsenik, Nikel, Kadmiyum, Benzo(a)Piren, PM <sub>2.5</sub> , Hg, VOC, PAH, Bio gösterge
Kirleticilerin sınır kavramı	Limit değer, Tolerans pay, alt değerlendirme eşiği, üst değerlendirme eşiği, uyarı eşiği, hedef değer, bilgi eşiği, uyarı eşiği	Limit değer, Tolerans pay, alt değerlendirme eşiği, üst değerlendirme eşiği, uyarı eşiği, hedef değer, bilgi eşiği, uyarı eşiği, Ulusal Maruziyet Azaltım hedefi
Ortalama süre	Geçiş dönemi: saatlik, KVS; kış dönemi, UVS, uyarı eşiği:2014'e kadar	Saatlik, 8 saatlik, 24 saatlik, yıllık
	Saatlik, 8 saatlik, 24 saatlik, yıllık	
Ölçüm Yöntemleri	SO <sub>2</sub> : ISO/FDIS 10498, NO <sub>2</sub> +NO <sub>x</sub> : ISO 7996: 1985, PM <sub>10</sub> : EN 12341, CO:NDIR, O <sub>3</sub> : ISO FDIS 13964, Pb: ISO 9855, Ar, Ni, Cd: EN 12341/ICP veya Atomik Absorpsiyon, PAH:EN 12341/ ISO 12884, Hg: Atomik Absorpsiyon Spektrometri veya Atomik Flüoresan Spektrometriye	SO <sub>2</sub> : EN 14212, NO <sub>2</sub> +NO <sub>x</sub> : EN 14211, Pb:EN 14902, PM <sub>10</sub> :12341, PM <sub>2.5</sub> :EN 14907, Benzen:14662, CO:14626, O <sub>3</sub> :14625, Ar, Ni,Cd: EN 12341/ICP Kütle Spektrometri veya Atomik Absorpsiyon Spektrometri , PAH:EN 12341/ ISO 12884, Hg: Atomik Absorpsiyon Spektrometri veya Atomik Flüoresan Spektrometriye
İstasyon Tipleri	<u>Alansal olarak</u> :kentsel, Kent çevresi, kırsal <u>Kaynak olarak</u> :Tafik, sanayi, kentsel arka fon	
Sabit istasyon kurulumu sonuçların modelleme ve kaynak bilgisi ile ilişkilendirilmesi	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , Kurşun ve benzen için üst değerlendirme eşiği aşıldığı bölge ve alt bölgelerde	
	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , Kurşun ve benzen için üst ve alt değerlendirme eşiği arasında ise, sabit ve/veya gösterge ölçümleri	
	5 yıllık O <sub>3</sub> veri verisinde uzun vadeli hedef değer aşıldığı bölge ve alt bölgelerde	
	Beş yıldan az O <sub>3</sub> verisinin olduğu durumlarda en yüksek kirlilik seviyesinin karakteristik olduğu zamanlarda temsili ölçümler	
	Arsenik, Nikel, Kadmiyum, Benzo(a)piren için alt değerlendirme	

## 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

	eşiğinin aşıldığı bölgelerde
Temsili ölçüm	Arsenik, Nikel, Kadmiyum, Benzo(a)piren için alt ve üst değerlendirme eşiğinin arasında olduğu bölgelerde
Modelleme veya Nesnel tahminleme	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , Kurşun, Benzen, Arsenik, Nikel, Kadmiyum, Benzo(a)Piren

Uzakta, kırsal arka fon yerlerinde; her 100.000 km<sup>2</sup>'de ve EMEP istasyonlarının bulunduğu yerlerde PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonu içinde Tablo 5.'de verilen elementel ve organik karbon bileşenlerinin tespit edilmesi gerekmektedir.

**Tablo 5.** PM<sub>2,5</sub> içinde incelenmesi gereken bileşenler

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Elementel karbon (EC)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K	Cl <sup>-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Organik karbon (OC)

**İstasyon sayısı ve ölçülecek parametreleri belirleme esasları.** Sabit izleme istasyonlarının sayısı ve ölçülecek parametreler Tablo 6.'de verilen istasyonun kurulacağı yerdeki nüfus ve alanın yüz ölçümü kriterlerine göre belirlenmektedir.

**Tablo 6.** İstasyon Sayısı ve Ölçülecek Parametre Belirleme Esasları

Bölge veya altbölgedeki nüfus (x1000)	Maksimum konsantrasyonlar üst değerlendirme eşiğini aşarsa (1)				Maksimum konsantrasyonlar üst ve alt değerlendirme eşiği arasında ise			
	As, Cd, Ni	B(a)P	Toplam PM10, PM2,5 (2)	Diğer kirleticiler	As, Cd, Ni	B(a)P	Toplam PM10, PM2,5 (2)	Diğer kirleticiler
0-249	1	1	2	1	1	1	1	1
250-499	1	1	3	2	1	1	2	1
500-749	1	1	3	2	1	1	2	1
750-999	2	2	4	3	1	1	2	1
1 000-1 499	2	2	6	4	1	1	3	2
1 500-1 999	2	2	7	5	1	1	3	2
2 000-2 749	2	3	8	6	1	1	4	3
2 750-3 749	2	3	10	7	1	1	4	3
3 750-4 749	3	4	11	8	2	2	6	3
4 750-5 999	4	5	13	9	2	2	6	4
<sup>3</sup> 6 000	5	5	15	10	2	2	7	4

(1) As, Cd ve Ni için: en az bir kentsel arka fon istasyonu gereklidir.

NO<sub>2</sub>, partikül madde, benzene ve karbonmonoksit kirleticileri; örnekleme nokta sayısını arttırmayacak şekilde en az bir kentsel arka fon ve trafik istasyonda izlenmelidir. Bu kirleticiler için kentsel arka fon istasyonlarının toplam sayısı ve trafik istasyonlarının toplam sayısı, iki çarpanından fazla olamaz. PM<sub>2,5</sub> parametresi 100.000 den fazla nüfusun olduğu kentsel alanlarda ve altbölgelerin toplamında milyon nüfus başına bir örnekleme noktası seçilir.

Alt bölgeler dışında vejetasyonun korunması için örnekleme noktalarının minimum sayısı Tablo 7.'de verildiği gibidir.



6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015  
7-9 Ekim 2015, İZMİR

**Tablo 7.** Vejetasyonu Korumak İçin Örnekleme Nokta Sayısı

Maksimum konsantrasyonlar üst değerlendirme eşiğini aşarsa	Maksimum konsantrasyonlar üst ve alt değerlendirme eşikleri arasında ise
Her 20 000 km <sup>2</sup> de 1 istasyon	Her 40 000 km <sup>2</sup> de 1 istasyon

Sürekli ölçümün tek bilgi kaynağı olduğu yerlerde bilgilendirme ve uyarı eşikleri, uzun vadeli hedefler ve hedef değerlerle uyumluluğu değerlendirmek amacıyla ozon parametresinin sürekli sabit ölçümlerle ölçülmesine ilişkin örnekleme noktalarının minimum sayısı Tablo 8’de verilmektedir.

**Tablo 8.** Ozon için Örnekleme Nokta Sayısı

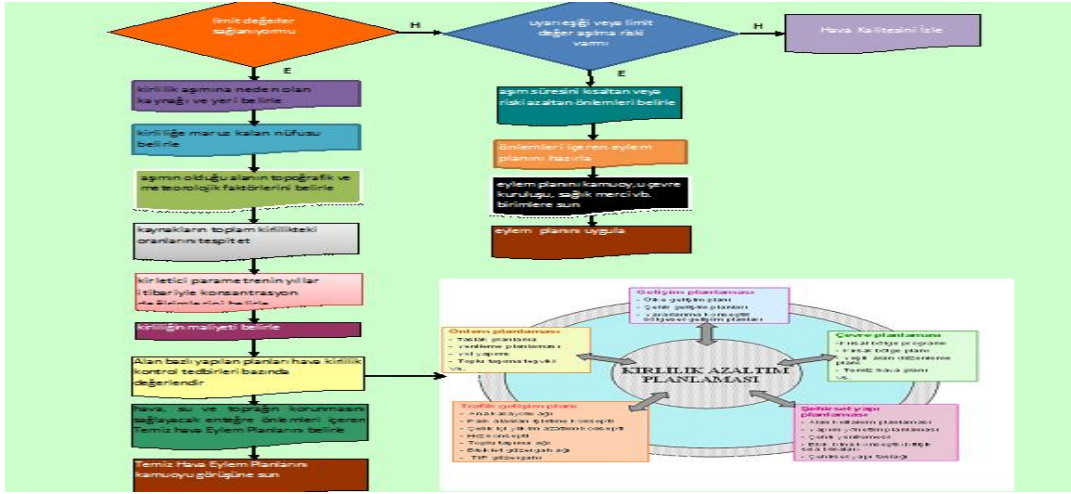
Nüfus (× 1 000)	Altbölgeler (kent ve kent çevresi) (a)	Diğer bölgeler (kentçevresi ve kırsal) (a)	Kırsal arkafon
< 250		1	Ülke başına tüm “bölge”lerdeki ortalama yoğunluk olarak istasyon /50 000 km <sup>2</sup> (b)
< 500	1	2	
< 1 000	2	2	
< 1 500	3	3	
< 2 000	3	4	
< 2 750	4	5	
< 3 750	5	6	
> 3 750	Her 2 milyon kişi için 1 ilave istasyon	Her 2 milyon kişi için 1 ilave istasyon	

(a) Nüfusun maruziyetinin en yüksek olabileceği kent çevresi alanlarında en az 1 istasyon. “alt bölge”lerde, istasyonların en az % 50 ‘si kent çevresi alanlara yerleştirilir.

(b) Kompleks arazi yapıları için 25 000 km<sup>2</sup> başına 1 istasyon önerilir.

(2) Uzun vadeli hedeflere ulaşmış “bölge”ler ve “alt bölge”ler için sabit ozon ölçümlerinde örnekleme noktalarının minimum sayısı

**Hava kirliliği kontrolünde kentsel planların önemi.** Hava kalitesi izleme istasyonlarına ait ölçüm sonuçlarının ilgili mevzuatta yer alan limitleri aştığı yerlerde alınacak kontrol tedbirlerinin belirlenebilmesi için, hava kirliliği kaynaklarının emisyon yükü ile kirliliğin alansal dağılımla taşınım, çökeltme vb. etkilerinin il ve bölge bazında hazırlanan emisyon tavanları ile kentsel ölçekte yapılan gelişim, çevre düzeni, ulaşım vb. planlarının kullanılması gerekliliği ulusal mevzuat ve CAFE direktifinde tanımlanmıştır. İlgili yasal düzenlemelerde tanımlanan kontrol tedbirleri süreci Şekil 2.’de açıklanmıştır.



Şekil 2. Hava Kirliliği Kontrolünde Planların Etkisi

## 6. HAVA KİRLİLİK KAYNAKLARI VE HAVA KİRLİLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK ÇALIŞMALAR

### 6.1. Hava kalitesi ön değerlendirme projeleri

HKDY Yönetmeliği ve CAFE direktifi gereği hava kalitesinin izlenmesi amacıyla kurulacak istasyonların kurulduğu alana göre; kentsel, kent çevresi ve kırsal, hava kirlilik kaynaklarına göre de kent arka fonu, trafik ve ısınma tipine sahip olması gerekliliği ve bu niteliklere uygun istasyonların bulunmadığı yerlerde ölçümlerin yapılmasını içeren ön değerlendirme çalışmaları;

- Hava kirliliği kaynaklarının durumunun tespiti için; proje kapsamındaki her bir ildeki kaynakların envanterinin toplanarak kaynak ve kirliletiçi parametre bazında emisyon yükünün hesaplanması,
- Hava kirliliğine etki eden faktörlerin mevcut durumu ve etkisinin tespiti; meteorolojik faktörlerin toplanarak mevcut hava kalitesi ölçüm sonuçlarının meteorolojik faktörlere göre analiz edilmesi ile kirliletiçi kaynak emisyonlarının alansal dağılım haritalarında kullanılacak topografik yapıya ilişkin verilerin toplanması
- Emisyon yükünün her bir il ölçeğinde alansal dağılımının haritalanarak kentsel, kent çevresi, kırsal alanlarda, kırsal arka fon, kentsel arka fon, trafik ve sanayi kaynak tiplerinin izlenmesi amacıyla kurulacak istasyonların yerleri ve ölçülecek parametreleri belirlemek,
- Belirlenen yerlerde aktif ve pasif örnekleme yöntemleri ile temsili ölçümleri gerçekleştirmek,
- Episotlar seçilerek kirlilik haritalarını oluşturulmak, ölçüm sonuçlarına göre modellemeyi doğrulamak,
- Toz taşınımı global ve bölgesel ölçekte ele alınarak sabit istasyonlardaki toz ölçüm sonuçlarının analiz etmek,
- Her bir ildeki mevcut istasyon sonuçları ile proje döneminde yapılan ölçüm sonuçlarını karşılaştırmak,
- Mevcut istasyonların yerlerinin uygunluğu ile ilave olarak kurulacak istasyonların yerleri ve ölçülecek parametreleri belirlemek

## 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

İle ilgili iş ve işlemleri içermektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilen projelerin durum bilgisi aşağıda verilmektedir.

- 201-2012 dönemlerinde Samsun Temiz Hava Merkezine bağlı; Samsun, Sinop, Amasya, Çorum, Tokat, Sivas, Ordu, Giresun illerinde tamamlanmış olup. Proje sonucunda bu bölgede kurulu bulunan toplam mevcut 9 adet istasyona ilave olarak kurulması gereken toplam 20 adet istasyonun kurulumu 2014-Nisan 2015 dönemlerinde tamamlanmıştır.
- Kasım 2012-Mayıs 2014 dönemlerinde Erzurum Temiz Hava Merkezine (THM) bağlı; Erzurum, Erzincan, Gümüşhane, Bayburt, Trabzon, Rize, Artvin, Ardahan, Kars, Iğdır, Ağrı illeri ile İzmir temiz Hava Merkezine bağlı; İzmir, Manisa, Uşak, Denizli, Aydın, Muğla illerinde tamamlanan hava kalitesi ön değerlendirme projesine göre Erzurum THM'inde mevcut 12 adet istasyona ilave olarak toplam 16 adet İzmir THM'indeki mevcut 9 adet istasyona ilave olarak toplam 39 adet istasyonun kurulması gerekliliğini tamamlamak üzere proje başlamış olup, Temmuz 2016 tarihinde tamamlanacaktır.
- Şubat 2014 tarihinde başlayan Ankara THM'ne bağlı; Ankara, Kütahya, Eskişehir, Kırşehir, Kırıkkale, Yozgat, Çankırı, Kastamonu, Karabük, Bartın, Zonguldak, Düzce, Bolu illerine ait ön değerlendirme çalışmaları nihaileşme aşamasına gelmiştir.
- Ekim 2014 tarihinde başlayan Konya THM'ne bağlı; Konya, Isparta, Burdur, Antalya, Karaman, Niğde, Aksaray, Afyonkarahisar, Nevşehir, Kayseri illeri ile Adana THM'ne bağlı; Adana, Mersin, Kahramanmaraş, Kilis, Gaziantep, Hatay, Osmaniye illerini içeren ön değerlendirme çalışması Mart 2016 tarihinde tamamlanacaktır.
- Haziran 2015 tarihinde başlayan Diyarbakır THM'ne bağlı; Diyarbakır, Tunceli, Bingöl, Muş, Bitlis, Van, Batman, Siirt, Hakkari, Şırnak, Mardin, Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya, Elazığ illerinde hava kalitesi ön değerlendirme çalışması Aralık 2016 tarihinde tamamlanacaktır.

### 6.2. İstasyon kurulumu projeleri

Ön değerlendirme projelerinde çıkan sonuçlar doğrultusunda CAFE direktifinde yer alan ölçüm yöntemine uygun tip onay belgesine sahip, günlük kalibrasyon ve fonksiyon testlerini yapmaya uygun alt yapıya sahip cihaz/ekipmanlarla donatılmış hava kalitesi izleme istasyonunun kurulumu projeleri kapsamında;

- Samsun THM'ne bağlı toplam 8 ilde mevcut istasyonlara ilave 20 istasyondan 11 adedi 2014 yılında 9 adedi ise Nisan 2015 tarihinde tamamlanmıştır.
- İzmir THM bağlı toplam altı ilde kurulacak toplam 39 adet istasyonla Erzurum THM bağlı toplam 11 ilde kurulacak toplam 16 adet istasyonun kurulumu için sözleşme imzalanmış olup, kurulup süreci devam etmektedir.

Ön değerlendirme çalışmalarını müteakip başlayan istasyon kurulumu projesinin 2018 tarihinde kadar tamamlanması için Bakanlıkça gerekli proje ve maliyet çalışmaları tamamlanmıştır.

### 6.3.Bölgesel yapılanma ile ilgili projeler

Ulusal mevzuat ve CAFE direktiflerinde yer alan;

- a) Sabit istasyonların alansal bazlı olarak; kentsel, kent çevresi ve kırsal alan, kirlilik kaynaklarına göre de; ısınma, trafik ve sanayi tiplerini temsil etmesi,
- b) İstasyonlarda elde edilen veri alım yüzdesinin %90 ve üzeri olması,

## 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

- c) Bazı kirleticilerin online sistemle ölçülmeyip, sahadan toplanan örneklemelerin analizine göre belirlenmesi(arsenik, kadmiyum, nikel, benzo(a)piren, kurşun, benzen, VOC, PAH, Hg vb.)
  - d) Kirlenici parametrelerin ölçüm yöntemleri gereği (özellikle CAFE direktifi) ölçüm cihazlarının günlük veya en az 14 günde bir doğrulamalarının yapılması ile 3 aylık periyotlarda kalibrasyon laboratuvarlarında hazırlanan transfer standartları ile fonksiyon testlerine tabi tutulma gerekliliği,
  - e) TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre akredite olma koşulu ve laboratuvarlararası karşılaştırma ölçümlerine katılım zorunluluğu,
  - f) Sabit istasyon ölçüm sonuçlarının kaynak envanteri ve hava kirlilik dağılım model çalışmaları ile desteklenmesi,
  - g) Toz ölçüm ekipmanının kalibrasyonunun gravimetrik yöntemle çalışan cihazlarda örneklemesi yapılan filtre sonuçlarının karşılaştırılmasına dayanması,
- ile ilgili esaslara göre gerçekleştirilecek hava kalitesi izleme sürecinin etkin ve verimli yürütülebilmesi için arızalara kısa sürede müdahale edilebilecek, sahadan toplanan numunelerin uzak mesafelere taşınımından kaynaklanacak belirsizlikleri azaltmak, fonksiyon testlerinin sıklığına göre yapılacak testlerin içeriği ile bu güne kadar hava kalitesi izleme istasyonlarının işletiminin hizmet alımındaki maliyeti göz önünde bulundurularak hava kalitesi izleme süreci AB üye ülkelerdeki uygulama örnekleri de incelenerek bölgesel merkezler tarafından yürütülmesi kararlaştırılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan bölgesel merkezleri Şekil 3.'de verilmiştir.



Şekil 3. Hava Kalitesi İzleme Merkezleri

Bölgesel temiz hava merkezlerinin faaliyetlerini yürüteceği yapılanma için gerekli bina inşaatlarının kurulum faaliyetlerine başlanılmış olup, Adana ve Konya THM binası Kasım 2015 tarihinde, Erzurum THM binası Aralık 2015 tarihinde teslim edilecek olup, Ağustos 2015 tarihinde inşaatı başlayan İzmir ve Samsun THM ile ihale süreci devam eden Diyarbakır THM bina inşaatlarının 2016 yılında tamamlanması planlanmış olup süreç devam etmektedir.

Temiz hava merkezleri bünyesinde kurulu olacak birimlerden; kalibrasyon laboratuvarı ile organik ve inorganik laboratuvarı alt yapısı için gerekli ekipmanın alımı işi için AB'ne bir proje önerilmiştir.

#### 6.4. Kentleşme ölçeğinde hazırlanan planlarda hava kirliliğinin değerlendirilmesi

Hava kalitesinin izlenmesi amacıyla kurulan mevcuttaki istasyonların büyük bir çoğunluğunun il merkezinde kurulmuş tek bir istasyon olması ve ısınma kaynaklı hava kirliliğini temsil etmesi ve ölçülen parametre sayısının yanma gazlarından sadece kükürtdioksit ve partikül maddeyi kapsamaması ve uygulamada ülke genelinde kaynak envanterinin toplanmaması ile kirlilik dağılım haritalarının hazırlanmamış olması limit değerlerin sağlanmadığı yerlerde etkin hava kirliliği kontrolü sağlanmaması da kaçınılmazdır. Ayrıca; kentsel ölçekte hazırlanan her türlü planda o bölgenin kirlilik yükünün dağılım yönleri ve düzeylerine göre planların hazırlanması dolayısıyla planlar hazırlanırken altlık olarak hava kirlilik dağılım haritalarının kullanılma zorunluluğu ile ilgili bir yasal düzenlemenin olmaması günümüzde yaşanan hava kirliliği sorununun çözüm bulmadan yaşam kaderine dönüştürülmesini sağlamıştır. Kentsel dönüşümle yapılaşma sürecinde bir bölgede kurulacak yapı yüksekliği, yönü vb. unsurların belirlenmesinde hava kirlilik dağılım haritalarının ve dolayısı ile hava kolidorlarının etkisinin dikkate alınması çok önemli bir unsurdur.

#### 7. SONUÇ

2005 yılından itibaren online olarak uygulamaya geçilen hava kalitesi izleme süresinde Hava Kalitesi değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ve CAFE direktifi gereği; hava kirliliğinin olumsuz etkilerinden insan sağlığını ve ekosistemin korunması için hava kirliliği kaynaklarını temsile eden istasyonların kurularak ölçüm sonuçlarının hava kirlilik dağılım modelleri ile desteklenmesi gerekmektedir. Hava kirlilik dağılım modellerinde özellikle il ölçeğindeki hava kirlilik kaynak emisyonlarının taşınımalarında meteoroloji ve topoğrafyanın etkisi ile başka ilden veya bölgeden taşınım olup olmadığı değerlendirilmektedir. Hava kirliliğinin önlenmesi ve iyileştirilmesi çalışmalarını içeren bir yönetim sisteminin;

- a) Hava kirlilik kaynaklarını temsil eden istasyonların kurulması,
- b) Hava kirliliği ölçümlerinde kaynak ilişkilendirmesini yapmaya yönelik parametrelerin izlenmesi,
- c) Kirlilik düzeyinin o alandaki kirlilik kaynakları ile doğru ilişkilendirilebilmesi için doğru ve güvenilir belirsizlik aralığı düşük olan kaynak envanterinin oluşturulması
- d) Meteorolojik ve topoğrafik faktörlerin hava kirliliğindeki etkisinin değerlendirilmesi,
- e) Meteorolojik tahminlerle hava kirlilik tahminlerini ilişkilendiren erken uyarı sistemlerinin devreye (özellikle inversiyon durumlarında) girmesi,
- f) Hava kirliliğinin değerlendirilmesi ve kontrol süreçlerinde kamuoyunun bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi,
- g) Şehir ölçeğinde hazırlanan her tür planlarda (gelişim planı, ulaşım planı vb.) mevcut hava kirlilik düzeyi ve kaynakların katkı payı ve kirlilik dağılım haritalarının dikkate alınarak planların hazırlanmasının sağlanması

Daha etkin hava kalitesi yönetim sisteminin vazgeçilmez öğeleridir.

## KAYNAKLAR

Aydınlar, B., Güven, H., Kırksekiz, S., Hava Kirliliği Nedir, Ölçüm ve Hava Kalite Modelleme Yöntemleri Nelerdir Hava Kirliliği ve Modellemesi, Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2009.

Eyigör, A., “Türkiye’de Hava Kalitesi İndeksinin Uygulanması”, Çevre ve Orman Bakanlığı Uzmanlık Tezi, 2010.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği

Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 2008

İbret, B. Şehirleşmede Yanlış Yer Seçiminin Hava Kirliliği Üzerine Olan Etkisi, 2009

Kızılcelik,S.,Sosyoloji Yazıları 2,Anı yay,Ankara,2000

Öztürk, M., Çevre Kirliliği ve Çevre kirliliğine neden olan etmenler, “Hava Kirliliğini Artıran Sıcaklık İncersiyonu” 2006

Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi (RSHM), Hava Kirliliğine Genel Bakış, *Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü Yayını*, <<http://www.rshm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava.pdf>>, erişim 26.03.2010a

Taşdemir, Y., Cindoruk, S.S., Esen, F., Monitoring of criteria air pollutants in Bursa, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 110 (1-3): 227-241, 2005.