

KONYA'DAKİ HAVA KALİTESİ, AB VE HKDY STANDARTLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Gülnehal KARA¹

¹Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Konya
Türkiye
gkara@selcuk.edu.tr

Özet

Hava kirliliğinin sağlık etkileri üzerine çok fazla araştırma yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, Konya Kent Havasını değerlendirmek ve hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerini belirlemektir. Partikül madde, kükürtdioksit, azot oksitler, karbonmonoksit, ozon ve fotokimyasal oksidantlar, uçucu organik bileşikler, solventler, pestisitler, poliaromatik hidrokarbonlar gibi önemli kirleticilerin sağlık etkileri sunulmuştur. Bu çalışma da Konya Kentinde hava kirliliği sorunu, bu konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar ve gelinen düzey ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, hava kirleticiler, sağlık etkileri, Konya.

AIR QUALITY IN KONYA, COMPARISON OF THE EU AND HKDY STANDARDS

Abstract

Much research on the health effects of air pollution has been carried out. The aim of this study is to evaluate the Konya air quality and determine the effects on health of air pollution. A review of the health effects of major air pollutants including particulates, carbon monoxide, sulfur and nitrogen oxides, ozone and photochemical oxidants, volatile organics, solvents, pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons is presented. In this study was discussed at air pollution problem in the city of Konya, previous studies on this subject and the present status of air quality in Konya.

Keywords: Air pollution, air pollutants, health effects, Konya.

1. Giriş

Partikül madde (PM), kükürtdioksit (SO₂) gibi bazı kirleticilerin dış ortam havasındaki seviyeleri; araçlar, evsel ısınma, güç üretim tesisleri ve endüstrilerde uygulanan emisyon kontrolleri sayesinde ABD, batı-Avrupa şehirlerinde ve ülkemizde son otuz yıldır önemli seviyelerde azalmıştır [1, 2, 3]. Ancak diğer kirleticilerin neden olduğu hava kirliliği pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de hala ciddi çevresel bir problemdir. Ülkemizde hava kirliliğini engellemek ve kontrol etmek için ulusal standartlar ve düzenlemeler yapılmaktadır. Hava kalite standartları, insan sağlığının korunması, çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerinin bir arada bulunmaları durumunda, değişen zararlı etkileri de göz önüne alınarak tespit edilmiş konsantrasyon birim seviyeleridir. Standartlar, emisyon standartları ve hava kalite standardı (emisyon standardı) olarak da 2 ayrı kategoride incelenir. Emisyon standardı, bir kaynaktan bırakılan kirleticilerin izin verilebilir miktarıdır. Hava kalite standardı, atmosferde kirliliğin kabul edilebilir miktarıdır. Kentsel çevrede hava kirleticilerinin 3 temel kaynağının endüstriyel tesisler, araçlar (trafik) ve konutlar (evsel ısınma) olduğu kabul edilmektedir. Endüstriyel tesisler UOB (Uçucu Organik Bileşik), PM, SO₂ ve NO₂'nin önemli kaynakları arasındadır. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında Temiz Hava Planları hazırlanarak ısınmada kullanılacak ithal ve yerli kömür kriterleri belirlenmektedir. Bu yönetmelik ile SO₂ ve PM emisyonları kontrol altına alınmaktadır. Endüstriyel tesislerden kaynaklanan bu emisyonlar Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında kontrol altına alınmaktadır. Yönetmelikteki emisyon sınır değerlerini sağlayan tesislere Emisyon İzin Belgesi verilmektedir. Emisyon izin belgesi alamayan tesislerin faaliyetlerine izin verilmemektedir. Taşıtlardan kaynaklanan CO, PM ve UOB'ler Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü ile Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği kapsamında kontrol altına alınmaktadır. Özellikle kent merkezlerinde ölçülen CO'nin % 90'ı motorlu taşıtlardan kaynaklanmaktadır [4]. Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği kapsamında Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, piyasada satılan benzin ve motorinin kalitesini denetleyerek yakıtlardan kaynaklanan, trafikte seyreden araçların düzenli olarak egzoz emisyonlarının denetimi ile de araçlardan kaynaklanan PM, UOB'ler ve NO₂ kontrol altına alınmaktadır. Dış ortam havasının kalitesinin genel olarak kolay anlaşılabilmesi

için 5 temel kirletici (partikül maddeler (PM), karbon monoksit (CO), kükürtdioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂) ve yer seviyesinde ozon (O₃) için Hava kalitesi indeksi (HKİ), AQI, (Air Quality Index) skalası geliştirilmiştir. HKİ skalası değişik renkler ile çok iyi, yeterli, orta, kötü ve çok kötü olmak üzere 6 kategoriye bölünmüştür. Tablo 1’de HKİ skalası, Tablo 2’de HKİ skalasındaki 6 kategori görülmektedir.

Tablo 1. Kirleticiler için HKİ skalası

Hava Kalitesi İndeksi	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM10
	1 saatlik ortalama (µgr/m ³)	24 saatlik ortalama (µgr/m ³)	24 saatlik ortalama (µgr/m ³)	1 saatlik ortalama (µgr/m ³)	24 saatlik ortalama (µgr/m ³)
1 (çok iyi)	0-50	0-45	0-1,9	0-35	0-25
2 (iyi)	51-199	46-89	2,0-7,9	36-89	26-69
3 (yeterli)	200-399	90-179	8,0-10,9	90-179	70-109
4 (orta)	400-899	180-299	11,0-13,9	180-239	110-139
5 (kötü)	900-1499	300-699	14,0-39,9	240-359	140-599
6 (çok kötü)	>1500	>700	>40,0	>360	>600

Tablo 2. HKİ skalasında belirtilen kategoriler

Kategori	Tanımlama
Çok iyi	Hava kalitesinin sağlık açısından iyi olduğunu ve hava kirliliğinin düşük etkiye sahip olduğunu gösterir.
İyi	Ancak ozona karşı oldukça hassas olan kişilerde solunum semptomları görülebilir.
Yeterli	Hava kalitesinin hassas gruplar için sağlıksız olduğunu gösterir. Örneğin akciğer hastalığı olan kişiler risk altındadırlar. Hava kalitesi indeksi bu aralıkta iken genel olarak sağlıklı kişiler çok fazla etkilenmez.
Orta	Hava kalitesinin sağlıksız olduğunu gösterir. Herhangi sağlıklı bir kişide dahi olumsuz sağlık etkilerinin görülmeye başladığı seviyedir.
Kötü	Hava kalitesinin çok sağlıksız olduğunu gösterir. Sağlık açısından alarm işaretinin başladığı, herhangi bir kişide ciddi sağlık etkilerinin görülebildiği seviyedir.
Çok kötü	Tüm halkın olumsuz olarak etkilendiği seviyeyi gösterir.

Bu çalışmanın amacı hızlı kentleşen ve sanayisi büyüyen Konya şehrinin hava kalitesini değerlendirmek ve hava kirliliğinden kaynaklanan sağlık etkilerini özetlemektir. Bu amaçla kirleticilerin eğilimini belirlemek amacıyla son 4 yıla ait SO₂ ve PM₁₀ verileri, izleme istasyonlarında ölçülmeyen ancak farklı çalışmalarda ölçümü

yapılan diğer kirleticilere ait veriler kombine edilerek Konya hava kalitesi değerlendirilmiştir.

2. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Olan Etkileri

Dış ve iç ortam hava kalitesi insan sağlığı için önemlidir. 70 kg ağırlığında yetişkin bir kişi günde ortalama 20 m³ hava solumaktadır [5]. Astım-bronşit, kanser tedavisi gören kanser hastaları, şeker hastaları, kalp ve solunum yetmezliği olan hastalar, hamile kadınlar, bebek ve çocuklar gibi belirli gruplar dış ortam havasında toksik maddelere özellikle daha hassastırlar [6]. Hava kirleticileri insan vücuduna ağız, burun, nefes borusu ve akciğerler yolu ile girerek bu bölgelerde ve akciğerlerden kana karışarak vücudun diğer yerlerine ulaşabilirler. Hava kirleticilerindeki günlük artışlar astım ataklarında artış gibi çeşitli akut sağlık sorunlarına, kirleticilere uzun süreli maruz kalma ise kronik sağlık etkilerine neden olmaktadır. Hava kirliliğinin sağlık etkileri öksürük ve bronşitten, kalp hastalığı ve akciğer kanserine kadar değişmektedir. Hava kirleticilerinde ani artışlar ve buna bağlı olarak da yüksek konsantrasyonlarda hava kirleticilerine maruziyet ise geçmişte ve yakın gelecekte görülen Hava Kirliliği Episodları'na neden olmaktadır. Tablo 3'de sanayi devriminden sonra 20. yüzyılda meydana gelen önemli hava kirliliği episodları ve sonuçları görülmektedir.

Tablo 3. Önemli hava kirliliği episodları ve sonuçları [7, 8]

Yer/Tarih	Sonuçlar
Meuse Vadisi-Belçika/Aralık 1930	Üç gün süren yoğun sis ve kirlenme (smog) neticesinde yüzlerce insan hastalanmış, 60 kişi hayatını kaybetmiştir.
Manchester ve Salford-İngiltere/ Ocak 1931	9 gün süren yoğun sis neticesinde 592 kişi hayatını kaybetmiştir.
Donora, Pennsylvania-ABD/ Ekim 1948	4 gün süren sis neticesinde 7000 kişi hastalanmış, 20 kişi hayatını kaybetmiştir.
Londra- İngiltere/ Aralık 1952	4 gün süren yoğun sis neticesinde 4000 kişi hayatını kaybetmiştir.

Tablo 4'de havada sıklıkla görülen kirleticilerin sağlık etkileri sunulmuştur.

Tablo 4. Hava kirleticilerinin önemli sağlık etkileri

Kirletici	Önemli sağlık etkileri
SO ₂	24 saatin üzerinde maruz kalımda duyarlı hastalarda semptom alevlenmeleri görülmektedir. Yıllık ortalama değer 50 mg/m ³ günlük değer 125 mg/m ³ ’ü geçmeyen düşük düzeylerdeki maruz kalımda bile kalp ve solunum sistemi hastalıklarına bağlı ölümlerde ve tüm solunum yolu hastalıklarına bağlı hastane başvurularında artışlar gözlenmiştir. Partiküller ve nem ile birlikte daha zarar verici etkileri vardır (sinerjistik etki) [9].
Karbon Monoksit (CO)	CO’in toksik etkisi, kandaki hemoglobin ile oksijene göre >200 kat fazla birleşme kabiliyetinin olmasıdır. Bu özelliğinden dolayı, havada CO bulunduğu takdirde,oksi-hemoglobindeki oksijenin yerini alarak karboksi-hemoglobin (COHb) meydana getirir [10].
Azot Oksitler (NOx)	Normal sağlıklı kişiler, 4700 mg/m ³ (2.5 ppm) üzerinde bir konsantrasyona maruz kaldıklarında akciğer fonksiyonlarında bir azalma görülür. 560 mg/m ³ ’e yaklaşık 4 saat maruz kalındığında kronik akciğer hastalığı olanların solunum şikayetlerinin ortaya çıktığı gösterilmiştir. Aynı konsantrasyona 30-110 dk maruz kalan astım hastalarında ise çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. NO ve azot dioksit NO ₂ , her iki gaz da yüksek konsantrasyonlarda (>50 ppm) toksik ve öldürücü etki gösterirler, ancak atmosferdeki konsantrasyonları bu seviyenin çok altında olduğundan, esas olarak akciğer ve solunum sistemi üzerinde olumsuz etkileri vardır [11].
Partikül Madde (PM)	Partiküllerin solunum sistemi ve akciğerlerdeki hareketleri ve etkileri, aerodinamik karakteristiklerine (çap veya büyüklük, şekil ve yoğunluk) bağlıdır. Partiküllerin solunum sisteminin çeşitli bölgelerindeki birikimi, büyüklüklerine (çap) bağlıdır. İnce partiküller solunduğunda akciğerlere ulaşmaktadır [12]. Çok düşük değerlerde bile (100 mg/m ³ den az) kısa süreli maruz kalım sağlığı etkilemektedir. PM’nin düşük değerlerde uzun süreli etkileri solunum sistemi hastalıklarında artış ve solunum fonksiyonlarında azalma gibi kronik etkilere yol açmaktadır. Partikül maddenin toksik etki gösterip göstermeyeceği kurşun, civa gibi toksik metalleri, PAH veya dioksin gibi kalıcı organik bileşikleri içerip içermediğine bağlıdır [13].
Ozon (O ₃) ve diğer fotokimyasal oksidantlar	Yer seviyesinde ozon, insanlara toksik etkisi olan gazdır [2], troposferik ozon’a kısa süreli maruz kalındığında akciğer fonksiyonlarında değişikliğe, solunum yollarında tahribata ve gözlerde tahrişe yol açmaktadır [14]. Bu etkiler 160 mg/m ³ ’lük (0.08 ppm) bir konsantrasyona yaklaşık 7 saat maruz kalan sağlıklı yetişkinlerde görülmektedir. Ayrıca O ₃ ve diğer fotokimyasal oksidantlara maruziyetin, solunum sistemi rahatsızlıklarına bağlı hastane başvuruları ve astım hastalarının rahatsızlıklarında artışa yol açtığı gösterilmiştir.
UOBs, Solventler ve Pestisitler	Son zamanlarda yapılan çalışmalarda 1 ppm benzene maruz kalan kişilerde beyaz kan hücrelerinin azaldığı belirlenmiştir. 40 ya da daha fazla yıl 1-2 ppm benzene maruz kalan kişilerde hematological kanser riskinin arttığı düşünülmektedir. Petrol istasyonlarına ve araba tamir dükkânlarına yakın çevrede yaşayan çocuklarda 1-35 aylık maruziyet ile kan kanseri riskinin arttığı düşünülmektedir. Solvent ve UOB’ler ve metallere maruziyet ile oluşan sağlık etkileri (kanser veya astım) ile ilgili çok az çalışma mevcuttur [15]. Pestisitler ve diğer UOB’ler havada uzak mesafelere taşınabilmektedir. Kaliforniya-ABD’de yapılan çalışma da tarımsal alanlarda kullanılan chlorpyrifos’in 4 günde 4.8 km mesafeye taşındığı görülmüştür [16].
PAHs	Hava ortamındaki PAHs kanserojenik ve mutajenik özellikleri yüzünden dünyanın pek çok bölgesinde ölçülmekte ve rapor edilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle PAHs, ABD’nin Temiz Hava Yasasında anılan 188 toksik hava kirletici ve tehlikeli hava kirletici (HAPs) listesinde yer almaktadır [17]. Hem PAHs hem de onların bozunma ürünleri solunum yolu hastalıkları ve kanser gibi çeşitli hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır [18, 19]. Armstrong ve diğ., [20] tarafından yapılan çalışma da kok kömürü yakan fırınlarda çalışan işçiler ve asfalt işçilerinin partiküle bağlı PAH’lar ve özellikle benzo(a)pyrene’e maruziyetleri ile akciğer kanseri arasında güçlü bir ilişki bulmuşlardır.

Hava kirliliğinin ölümlere varan etkileri olduğunu Tablo 3 göstermektedir. Tablo 3 incelendiğinde episodların genellikle ısınma döneminde olduğu dikkat çekicidir. Isınma döneminde rutin havaya salınan kirleticilere ısınma faaliyetleri ile oluşan kirleticilerin de eklendiği ve yeterli önlem alınmadığında da episodlara varan vakaların geçmişte görüldüğü bu çalışma da vurgulanmak istenmiştir.

3. Konya’da Mevcut Hava Kalitesi’nin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi

Geçmişte, özellikle kış aylarında düşük kalitede fosil yakıtların kullanımı, uygunsuz yakma tekniklerinin kullanılması, yeşil alanların sınırlı olması, motorlu araç sayısındaki artış ve trafik yükü gibi kirletici kaynaklara ilaveten topoğrafik ve meteorolojik şartlar Konya kent hava kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmuştur. 2003 yılında sanayide, 2004 yılında da konutlarda doğalgazın kullanılmaya başlanması ile günümüzde SO₂ konsantrasyonunda önemli azalmalar görülmektedir. Günümüzde nüfusun % 35’inden fazlası doğalgaz kullanmaktadır. Toplu taşıma otobüsler ile karayolu ve tramvay ile demiryolu kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca dolmuş ve taksilerde ulaşımda kullanılmaktadır. Konya kentinde hava kalitesi birçok kent merkezinde olduğu gibi sadece SO₂ ve PM parametreleri ile izlenmektedir. Çevre ve Orman Bakanlığı ve Büyükşehir Belediyesinin kurduğu 2 şer hava kalitesi izleme istasyonu ile izleme çalışmaları sürmektedir. Hava kalitesi izleme istasyonları Konya genelini kapsayacak şekilde Karatay, Selçuklu, Meram ve Horozluhan (Selçuklu Bölgesinde) bölgelerinde konumlandırılmıştır. SO₂ ve PM₁₀ tam otomatik olarak istasyonlarda 2005 yılından itibaren izlenmektedir. Cihazlar EPA veya EN gibi uluslararası kabul edilmiş referans metodlarına uygun olarak, tasarlanmış online tam otomatik ölçüm yapmaktadır. PM₁₀ beta ışını zayıflatma, SO₂ ise optik sensörlü, UV floresans yöntemleriyle ölçülmektedir. Tablo 5, PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonlarının 2011-2014 periyodu süresince yıllara göre değişimini ve AB ve HKDY (Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği) standartları ile karşılaştırılmasını göstermektedir.

Tablo 5. PM₁₀ ve SO₂ seviyelerinin 2011-2014 periyodunda yıllara göre değişimi ve standartlarla karşılaştırılması (µg/m³)

	2011		2012		2013		2014		AB		HKDY	
	PM10	SO ₂	PM10	SO ₂	PM10	SO ₂	PM10	SO ₂	PM10	SO ₂	PM10	SO ₂
SELÇUKLU	40.14	20.08	47.4	16.9	80.16	14.63	50	7			150 (insan	
MERAM	70.14	14.1	69.3	20.2	62.86	12.62	61	14	40	20	60	sağlığı) 20 (ekosistem)

Tablo 5 incelendiğinde doğalgazın kent merkezinde yaygınlaşması ile SO₂ seviyelerinin Selçuklu bölgesinde düştüğü ancak doğalgazın ilk dağıtıldığı bölge olan Meram bölgesinde 4 yıldır değişim olmadığı artık SO₂ seviyelerinin sabitlendiği görülmektedir. PM₁₀ seviyelerinin ise Selçuklu bölgesinde artma eğiliminden azalma eğilimine geçtiği yine de AB standardının üzerinde olduğu, ancak 2014 yılı itibarıyla HKDY standardının sağlandığı, Meram bölgesinde ise azalma eğiliminin devam ettiği ancak hem AB hem de HKDY standartlarının sağlanamadığı Tablo 5’de görülmektedir. Azotdioksit (NO₂) ve ozon kirleticileri için düzenli, sabit ve sürekli bir ölçüm verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle bu kirleticilerin ölçümü araştırma projelerinde gerçekleştirilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. İzleme İstasyonlarında Ölçülmeyen Ozon ve NO₂ Seviyeleri (µg/m³)

	2010 (Temmuz- Ağustos)		2012 (Mayıs)	AB		HKDY	
	NO ₂ *	Ozon*	Ozon**	NO ₂	Ozon	NO ₂	Ozon
SELÇUKLU	18.99	54.51	60.31				
MERAM	21.88	78.78	67.48	40	120	40	120
KARATAY	18.35	59.43	49.48				

*[16];**[17]

Tablo 6 incelendiğinde 2010 yılında Konya Kent Havaındaki NO₂ ve ozon konsantrasyonunun Meram bölgesinde fazla, nispeten Selçuklu ve Karatay bölgesinde benzer seviyelerde olduğu görülmektedir. 2012 yılında ise 2010 yılı ozon seviyelerine göre düşüş görülmektedir. Bu düşüş, örnekleme periyotlarının farklı olmasından

kaynaklanmaktadır. Yer seviyesinde ozon oluşumu gün ışığında gerçekleşmektedir. Genellikle Konya Kentinde mayıs ayındaki solar radyasyon değerleri temmuz-ağustos periyodundan daha düşüktür [23], bu nedenle 2012 yılındaki ölçüm sonuçlarında düşüş görülmektedir. Ancak bu ölçüm sonuçları pasif örnekleme kampanyası ile elde edildiğinden tüm yılı yansıtmadığından bu iki parametrenin izleme istasyonlarında mutlaka ölçümünün gerçekleşmesi gerekmektedir. Mevcut ölçüm sonuçlarına göre NO₂ ve ozon kirleticileri standartları sağlamaktadır. Ozon kirleticisi kırsal alanlarda yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmektedir [24, 25]. Bu nedenle Tablo 6'daki ölçüm noktalarında düşük seviyeler gözlenmesi beklenen durumdur. Ancak sabit izleme istasyonlarında ölçülen parametrelerle karşılaştırma yapmak için aynı veya yakın noktalarda ölçümler gerçekleştirilmiştir. 2012'de tamamlanan IKONAIR-Büyükşehirlerde Hava Kalitesi Yönetiminin Geliştirilmesi Projesi kapsamında Konya İlinde Sabit Hava kalite izleme istasyonlarında izlenmeyen parametrelerden O₃ ve NO₂ parametreleri için 2010 yılında Konya il merkezinde belirlenen 51 noktada pasif örnekleme kampanyası gerçekleştirilmiştir. Çalışma da yaz ve kış dönemi olmak üzere 2 farklı dönemde 1'er aylık gösterge ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışma da Konya'da kırsal alanlarda da ozon ölçümü yapılmış ve 153.86 µg/m³ gibi yüksek konsantrasyon seviyesi tespit edilmiştir. Bu değer AB ve HKDY standartlarının üzerindedir (120 µg/m³) ve bu kirleticinin Konya'da risk oluşturduğu ve acilen sabit izleme istasyonlarında sürekli ölçümünün yapılması gereğini göstermiştir. Yine aynı çalışma da trafiğin yoğun olduğu kent merkezinde özellikle kış periyodunda 60 µg/m³'lük yüksek NO₂ seviyeleri tespit edilmiştir. Bu durum kent merkezinde bazı noktalarda NO₂ için limit değer (40 µg/m³) aşıldığını ve bu kirleticinin de risk oluşturduğunu göstermektedir. Bu projede elde edilen veriler izleme istasyonlarının konumlarının da tekrar gözden geçirilmesi gereğini göstermiştir.

Bu çalışma da elde edilen tüm veriler Konya ilinde SO₂'nin alınan önlemlerle kontrol altına alındığını ancak özellikle ozon ve ozon öncülü bileşiklerin kaynaklarının kontrol altına alınması için daha fazla çaba sarf edilmesi gerektiğini göstermiştir. Gelir kaynaklarında tarımın ön planda olduğu Konya ilinde özellikle fitotoksik etki yapan ozonun sürekli izlenmesi gerekliliği tespit edilmiştir.

Hava kirliliğinin sağlık üzerine olan olumsuz etkileri beraberinde ülkelerin ekonomilerini de olumsuz etkilemektedir. Hava kirliliği ile mücadele edilmesi ve

kirleticilerin seviyelerinin azalmasının ekonomik kazanca dönüştüğü birçok çalışma da belirtilmiştir. Avrupa Çevre Komisyonunun 2005 yılında yayınladığı raporda 2000 yılında PM_{2.5} yüzünden 3.6 milyon kişi hayatını kaybetmiş, ozon ve ince partiküller yüzünden 370 000 prematüre ölüm vakası belirtilmiştir. 2020 yılında ise hava kirleticilerinin standart değerleri aşmadığı kabul edilerek yapılan öngöründe PM_{2.5}'a bağlı ölümlerin 2.47 milyona düşeceği ozon ve ince partiküllerden kaynaklanan prematüre ölüm sayısının 293000 e düşmesiyle 42-135 bin euro ekonomik kazanç sağlanacağı tahmin edilmiştir [26]. 2002 yılında İrlanda-Dublin'de, yapılan araştırma da 1990 yılında bitümlü kömürün yasaklanması ile 72 ay sonra solunuma bağlı ölümlerde %15.5 azalma belirlenmiştir. 2010 yılında Bejing'de yapılan çalışma da, Olimpiyatlar nedeniyle alınan önlemlerle PM₁₀ konsantrasyonunun %46 azaltılmasıyla PM₁₀'a bağlı ölümlerde 6 hafta sonra %40 azalma, %38 ekonomik kazanç elde edildiği, 10 yıllık sürede 1.6-5.5 milyar dolar kazanç sağlanacağı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- [1] United States Environmental Protection Agency, 2000, Air Quality Criteria for Carbon Monoxide. EPA Document, 600-P-99-001F, Washington, DC.
- [2] Godish, T. Air quality. Fourth edition. Boca Raton, Florida: Lewis Books; 2003.
- [3] Defra Publications. Air Quality in the UK, 2003, Defra Publications, Admail 6000, London SW1A 2XX, e-mail defra@iforcegroup.com, 2004.
- [4] United States Environmental Protection Agency, 2000, America's children and the environment. EPA 240-R-00-006. Washington DC.
- [5] Berne RM, Levy MN, Koeppen B, Stanton BA. Physiology. Fourth edition. St.Louis, Missouri: Mosby Publishers; 1998, Sayfa: 519.
- [6] American Lung Association, American Lung Association, State of the Air 2005, Available at http://lungaction.org/reports/sota05_heffects3a.html, 2005.
- [7] United States Environmental Protection Agency, 1971, Guide for control of air pollution episodes in medium-sized urban areas, page 55, Washington.
- [8] Urban Air Pollution, Volume 2, Editors: H. Power, Nicolas Moussiopoulos, Computational Mechanics, page 272.

- [9] Chen Xiaolin, Hong Quanjie, Tao Xuguang 1993 Effect of ambient SO₂ pollution on pulmonary function of women and children, *Journal of Environment and Health* 10: 152-154.
- [10] Liu Jifang, Xiuyhi, Tong Dexue, Yhang Yuanlin, Han Yonglin, Wu Yingping, Chen Weimin, Wang Chunying 1992 Effects of CO pollution in classrooms on COHb and immunologic level in primary school children. *Public Health Research* 21: 250-251.
- [11] WHO 1994a. Updating and Revision of the Air Quality Guidelines for Europe - Inorganic airpollutants. EUR/ICP/EHAZ 94 05/MT04. Regional Office for Europe, World Health Organization, Copenhagen.
- [12] United States Environmental Protection Agency, 2003, Criteria Pollutants, <http://www.epa.gov/oar/oaqps/greenbk/o3co.html>.
- [13] Brunekreef B, Forsberg B, Epidemiological Evidence of Effects of Coarse Airborne Particles on Health, *Eur Respir J*, 2005, sayfa:226:309.
- [14] Neidell, MJ, Air Pollution, Health, and Socio-Economic Status: The Effect of Outdoor Air Quality on Childhood Asthma, *Journal of Health Economics*, 23, 2004, sayfa: 1209–1236.
- [15] Leikauf GD, Hazardous Air Pollutants and Asthma, *Environ Health Perspect* 2002,110, sayfa:505–526.
- [16] Harnly M, McLaughlin R, Bradman A, Anderson M, Gunier R, Correlating Agricultural Use of Organophosphates With Outdoor Air Concentrations: A Particular Concern for Children, *Environ Health Perspect*, 2005; sayfa:1184–1189.
- [17] National Air Quality and Emission Trends Report, EPA, 1996.
- [18] Larson, RA and Weber, EJ, *Reaction Mechanisms in Environmental Organic Chemistry*. 1994, Lewis Publishers.
- [19] Dickey, JH, Air Pollution: Overview of Sources and Health Effects, *Dis.-Mon.* 2000, sayfa:566–589.
- [20] Armstrong A, Hutchinson E, Unwin J, Fletcher T, Lung Cancer Risk After Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: A Review and Meta Analysis, *Environ Health Perspect* ,2004, sayfa: 970–978.
- [21] Kara G, Bloemen H, Öztürk E, Konya İli Hava Kalitesinin Belirlenmesinde Hava Kalite Ölçüm İstasyonlarının Verilerinin Kullanılması, V. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2013 Bildiriler Kitabı, 18-20 Eylül 2013, Sayfa: 609-618.

- [22] Kara G, Kentsel alanlarda O₃ Seviyelerinin Belirlenmesi için Pasif Örnekleyicilerin Geliştirilmesi ve Konya Ortam Havasında Validasyonu”, 10.Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 12-14 Eylül 2013, sayfa: 329-335.
- [23] Mengeş, H.O., Sonmete, M.H., Konya’da Aylık Ortalama Toplam Güneş Işınımının Tahmini için Mevcut Bazı Modellerin Karşılaştırılması, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2005, 1:3, sayfa: 237-244.
- [24] Sanz MJ, CalatayudV, Calvo E, Spatial Pattern of Ozone Injury in Aleppo Pine Related to Air Pollution Dynamics in A Coastal-Mountain Region of Eastern Spain, Environmental Pollution, 2000, sayfa: 239-247.
- [25] Innes JL, Skelly J.M, Schaub M, Ozone And Broadleaved Species: A Guide to The Identification of Ozone-Induced Foliar Injury, 2001, Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Haupt, Bern, Stuttgart, Wien 136.
- [26] Final report for European Commission DG Environment Economic Evaluation of Air Quality, 2005.