

## İzmir ilinde hava kirliliğinin yıllar itibariyle karşılaştırılması

### Comparing air pollution in Izmir according to years

<sup>1</sup>Doğan F                      <sup>2</sup>Kitapçioğlu G

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı İZMİR

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Biyoistatistik ve Bilişim Anabilim Dalı İZMİR

#### Özet

**Giriş:** Havanın doğal bileşimini değiştirip, kirli hava özelliği kazandıran kirlenmelerden kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (Toplam Asılı Partikül) ölçülmesi, kirlilik düzeyine karar vermede Dünya Sağlık Örgütü tarafından yeterli bulunmuş ve bütün dünya ülkelerine önerilmiştir.

Çalışmanın amacı İzmir ilinde 1989 – 2004 yılları arası kış dönemi hava kirliliğini değerlendirmek ve hava kirliliği ölçümü ile ilgili olarak yapılan değişiklikler ile hava kirliliği değerleri arasındaki ilişkileri saptamaktır.

**Gereç ve Yöntem :** Bu çalışmada İzmir ilinin 1989 – 2004 yılları arası hava kirliliği ortalama değerleri Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı, Kış Sezonu Hava Kirliliği İstatistiklerinden elde edilmiştir. Verilerin analizinde tek değişkenli zaman serisi analizi, eğilim eğrisinin anlamlılığı testi (b/Sb), eğimler arası kırılmanın anlamlılığı testi;

$$\frac{b_1 - b_2}{\sqrt{s^2_{b_1} + s^2_{b_2}}}$$
 formülü ile uygulanmıştır. p<0,05 anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Araştırmada, 1989 – 1996 arası dönemin SO<sub>2</sub> ve partikül madde (TAP) bulguları dönemin DSÖ sınır değerlerinden yüksek iken 1996- 2004 arası dönemde sınır değerlerin altında bulunmuştur. Zaman serisi analizi ile hava kirliliği göstergeleri SO<sub>2</sub> ve partikül madde (TAP) ölçümlerinde gözlenen düşüşlerin istatistiksel anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0,05).

**Sonuç:** İzmir ili'nin 1996 – 2004 yılları kış aylarına ait kirlilik düzeyindeki azalmaların sebebi incelendiğinde, yalnızca kirlilik azaltıcı önlemlere dayalı olmadığı anlaşılmaktadır. 1996'dan sonraki dönemde İzmir' deki kirlilik ölçüm istasyonlarında yer değişikliği yapılarak, istasyonlar şehrin en az kirli alanları olan ağaçlık, fidanlık, park gibi temiz hava ortamlarına yerleştirilmiştir. Bu da ölçümlerde etkili olabilecek bir faktördür.

İzmir İli Hava Kirliliği Yönetiminde reorganizasyona ve bilimsel bir yapılanmaya gidilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Çevre sağlığı, hava kirliliği, SO<sub>2</sub>, partikül madde

#### Summary

**Introduction:** This paper is an example for handling with monitoring data, which is about concentrations of sulphurdioxide (SO<sub>2</sub>) and particulate matters (PM10) (smoke) in Izmir according WHO guidelines (for several gases and particles).

**Objective:** The objective of this study is to evaluate air pollution in Izmir between 1989-2004. And to determine the effect of the changes of the measurement places to the air pollution measurements

**Materials and Methods:** Data were obtained from The State Institute of Statistics (SIS) web page as the results of concentrations of SO<sub>2</sub> and PM by city center on winter season from 1989 to 2003 years for Izmir. The time series analysis was used for statistical analysis of the air pollution between 1989-1996 and 1996-2004. Least square method was used for determine the corrected data,

Trend analysis (b/Sb) and, for calculation the significance of the break of trends  $\sqrt{\frac{b_1 - b_2}{s^2 b_1 + s^2 b_2}}$  formula was used ( $p < 0,05$ ).

**Results :** The concentrations of sulphurdioxide (SO<sub>2</sub>) and particulate matters (PM<sub>10</sub>) (smoke) in Izmir from 1989 to 1996 were above the WHO guidelines the allowed limits, but from 1989 to 2004 years concentrations of sulphurdioxide (SO<sub>2</sub>) and particulate matters (PM<sub>10</sub>) (smoke) decreased below the allowed limits without any preventive precautions in Izmir. And the measurement places were changed to the clean and fresh air places which could be effective on the air pollution.

**Conclusion :** Air pollution is a public health problem in Izmir, and for solving the problem it is necessary reorganization and scientific approach for air pollution management.

**Key Words:** environmental health, air pollution, SO<sub>2</sub>, particulate matter

## Giriş

Havanın doğal bileşimini değiştirip, kirli hava özelliği kazandıran kirleticilerden, kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (Toplam Asılı Partikül) ölçümü, kirlilik düzeyine karar verirken, Dünya Sağlık Örgütü tarafından yeterli bulunarak bütün dünya ülkelerine önerilmiştir (1–4). Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) kirliliği; kükürt içeren fosil yakıtların yanması ile şehirsel ısınmada ve bazı endüstriyel süreçlerin sonucunda bacalardan atılan kirliliklerden, partikül madde kirliliği ise çoğunlukla sanayi bölgelerinden, kırsal ve şehirsel ısınmada fosil yakıtlardan oluşmaktadır (5).

**Tablo 1.** Türkiye Hava Kalitesini Kontrol Yönetmeliği'ne (THKKY) Göre Belirlenen Kısa ve Uzun Dönem Sınır Değerler ile Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Avrupa Birliği (AB) Hava Kalite Değerleri.

	Kükürt dioksit (SO <sub>2</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> )	Partikül Madde (PM <sub>10</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> )
<b>THKKY</b>		
Kısa dönem sınır değer	400	400
Uzun dönem sınır değerler	150	150
Kış dönemi (ekim- mart)sınır değerleri	250	200
<b>DSÖ</b>		
Günlük maksimum değer	125	-
Yıllık ortalama	50	-
<b>AB</b>		
Günlük maksimum değer	125	-
Uzun dönemli değer	50	-
Yıllık ortalama	-	80

SO<sub>2</sub>: kükürt dioksit; PM: partikül madde (PM).

Partikül madde katı veya sıvı olabilir, havada asılı halde bulunur ve partikül madde (TAP) veya PM olarak isimlendirilir. Partikül madde (TAP), içinde, pek çok organik ve inorganik kirletici ile kanserojen özellikte ağır metalleri içerdiğinden SO<sub>2</sub>'den daha önemlidir (2 – 4, 6 ).

Hava kirliliği toplumun tüm kesimlerini etkilemekle birlikte özellikle çocuklar ve yaşlılarda etkilenim daha fazla olmaktadır. Dört yaş altında pnömoni gibi göğüs rahatsızlıkları oluşur ve pnömoni ölümleri artarken, 55 yaş üzerinde, kalp - akciğer hastalıkları ve hipertansiyonlu hastalarda ağırlaşmalar, ağır hastalarda ise ölümlerde artışlar gözlenmektedir.(1,4,7 ).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye Hava Kalitesini Kontrol Yönetmeliği, hava kirliliğinin başladığı düzeyi tanımlayan standartlar ile kirleticilere yönelik hedef sınır değerler belirlemiştir (Tablo 1).

## Amaç

Çalışmanın amacı İzmir ilinde 1989 – 2004 yılları arası kış dönemi hava kirliliğini değerlendirmek ve hava kirliliği ölçüm alanları ile ilgili olarak yapılan değişiklikler ile hava kirliliği değerleri arasındaki ilişkileri saptamaktır.

## Gereç Yöntem

Bu çalışma, İzmir ilinin 1989 – 2004 yılları arası hava kirliliğinin değerlendirildiği kesitsel tipte bir çalışmadır. Kirlilik düzeyinin tespitinde SO<sub>2</sub> ve partikül madde (PM) kullanılmıştır. İzmir ilinin 1989 – 2004 yılları arası hava kirliliğinin kış sezonu ortalama değerleri İstatistik Enstitüsü Başkanlığı, Kış Sezonu Hava Kirliliği İstatistikleri temel olmak üzere ilgili kaynaklardan derlenmiştir.(8–11). Verilerin analizinde; Zaman serisi analizi kullanılmıştır. Zaman serisi analizi, değişkenlerin bir zaman aralığı üzerindeki değerlerini ve bu değerlerin farklı değişkenler için birbirleriyle karşılaştırılmasına dayanır (12). Analizin iki temel amacı vardır. Birinci amacı; değişkenin gelecekte alacağı değerleri tahmin etmek, ikinci amacı ise zamana bağımlı yapıyı ortaya çıkarmaktır. İkinci amaç, zaman serilerinin trend, mevsimsellik, yapısal kırılmalar gibi bazı önemli özelliklerini saptamaktır (13). Bu araştırmada da 1989–1996 arası ile 1996–2004 arası dönemlere ait ölçümlerde gözlenen değerlerdeki düşmenin istatistiksel anlamlılık düzeyini, 1989 – 1996 ve 1996–2004 arası eğride oluşan kırılmanın anlamlılığını ölçmek amacıyla tek değişkenli zaman serisi analizi, eğilim eğrisinin anlamlılığı testi (b/Sb), eğimler arası kırılmanın anlamlılığı testi;

$\frac{b_1 - b_2}{\sqrt{s^2 b_1 + s^2 b_2}}$  formülü ile uygulanmıştır.  $p < 0,05$  anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

Zaman serisi analizi ile ham verilerin yıllara göre gösterdiği dalgalanmaları düzgünleştirme amacı ile en küçük kareler yöntemi kullanılarak en yakın değerler elde

edilmiş ve düzeltilmiş (hesaplanan) değerler olarak ifade edilmiştir (Tablo 3).

Partikül madde (TAP) eğilim eğrisinde 1988–1996 arası dönemde gözlenen ters yönde eğimin doğrulanmasında ise lineer regresyon uygulanmıştır.

**Tablo 2.** İzmir İlinin 1988 – 2003 yılları kış aylarına ait SO<sub>2</sub> ve partikül madde (TAP) kirlilik ortalamaları Ölçülen(ham) Değerler( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Kirlenici Türü	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
SO <sub>2</sub>	165	93	99	151	207	156	138	110	80	90	58	80	40	40	42	43
Partikül madde (TAP)	168	125	95	171	180	137	94	108	80	80	62	57	70	60	54	39
İstasyon Yerleri	Konak, Balçova			Ölçüm istasyonları artırılmıştır. Balçova, Konak, Güzelyalı Karşıyaka, Bornova, Çamdibi, Buca, Gürçeşme				Ölçüm İstasyonları azaltılmış ve yerleri değiştirilmiştir. Karşıyaka(Fidanlık) Bornova(Kampus bahçesi) Fuar (Yeşil alan) Buca ( Hasan Ağa Bahçesi) Güzelyalı (Meteoroloji istasyonu)								

**Tablo 3.** İzmir İlinin 1988 – 2003 Yılları Kış Aylarına Ait SO<sub>2</sub> ve Partikül Madde (TAP) Kirlilik Ortalamaları Düzeltilmiş (Hesaplanan) Değerler( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.

Kirlenici Türü/ Yıllar	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	Düzeltilmiş (Hesaplanan) Değerler	136,3	137,1	137,9	138,7	139,5	140,3	141,1	141,9	71,6	67	62,4	57,8	53,2	48,6	44	39,4
SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Eğilim eğrisinin anlamlılığı testi $b_1/Sb=0,75$ ; $sd=7$ ; $p>0,05$ $r=0,051$								Eğilim eğrisinin anlamlılığı testi $b_2/Sb=8,68$ ; $sd=7$ ; $p<0,05$ $r=0,957$								
	Eğimler arası kırılmanın anlamlılığı; $\frac{b_1 - b_2}{\sqrt{s^2 b_1 + s^2 b_2}} =$								4,54; $sd=15$ ; $p<0,01$								
Düzeltilmiş (Hesaplanan) Değerler	116,4	121,7	126,9	132,1	137,4	142,6	147,9	153,1	73	68,1	63,3	58,4	53,6	48,7	43,9	39	
Partikül madde (TAP) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Eğilim eğrisinin anlamlılığı testi $b_1/Sb = 4,76$ ; $sd=7$ ; $p<0,05$ $r=-0,368$								Eğilim eğrisinin anlamlılığı testi $b_2/Sb = 10,61$ ; $sd=7$ ; $p<0,05$ $r=0,868$								
	Eğimler arası kırılmanın anlamlılığı; $\frac{b_1 - b_2}{\sqrt{s^2 b_1 + s^2 b_2}} =$								0,352; $sd=15$ ; $p>0,05$								

## Bulgular

İzmir ili 1989 – 2004 yılları arası kış dönemlerine ait SO<sub>2</sub> ortalama değeri  $97,7 \pm 51,8$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ve partikül madde ortalama değeri  $95,4 \pm 48,1$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olarak bulunmuştur. İzmir İlinin 1988 – 2003 yılları kış aylarına ait SO<sub>2</sub>

ve partikül madde (TAP) kirlilik ortalamaları Ölçülen (ham) Değerler ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Tablo 2.'de verilmiştir. Zaman serisi analizi ile ham verilerin yıllara göre gösterdiği dalgalanmaları düzgünleştirme amacı ile en küçük

kareler yöntemi kullanılarak elde edilen düzeltilmiş (hesaplanan) değerler Tablo 3.'de verilmiştir.

1988 – 2003 yılları kış sezonu ortalama SO<sub>2</sub> ve partikül madde (TAP) ölçülen (ham) değerlerine göre düzeltilmiş (hesaplanan) değerlerde, 1996 sonrası dönemde önemli bir kırılma gözlenmektedir (Şekil 1).

I. Kükürt Dioksit (SO<sub>2</sub>):1988–1996 arası ve 1996 - 2004 arası kış dönemlerinde hava kirliliği düzeylerinde gözlenen doğrusal azalma istatistiksel anlamlı ve iki dönem arası kırılma da istatistiksel anlamlı bulunmuştur (p< 0,05) (Tablo 3) .

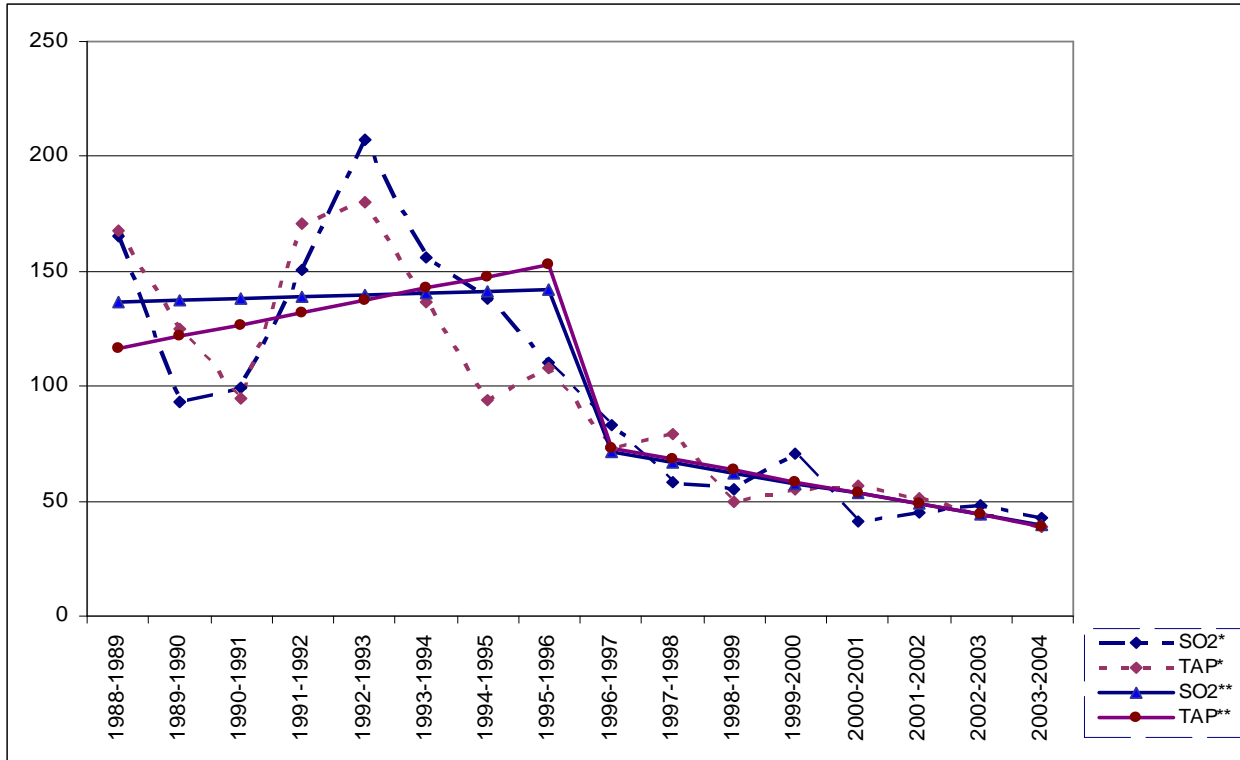
II. Partikül madde (TAP): 1988–1996 arası ve 1996–2004 arası kış dönemlerinde hava kirliliği düzeylerinde gözlenen doğrusal azalma istatistiksel anlamlı bulunurken (p< 0,05), iki dönem arası kırılma da istatistiksel anlamlı bulunmamıştır (p> 0,05) (Tablo 3).

## Tartışma

İzmir İli ve diğer üç büyük ildeki 1989 – 1996 yılları SO<sub>2</sub> ve Partikül madde (TAP) kirliliği yıllık ortalamaları incelendiğinde; SO<sub>2</sub> kirliliği bakımından İzmir bu 4 il içinde

dördüncü sırayı alarak 1992 yılına kadar gelmiş, 1993 yılı ve sonrasında ise İstanbul'dan sonra ikinci sırada yer almıştır (8,10,11).

Bursa ve Ankara, alınan önlemler sonucunda kirlilikte ilk sıralarda iken, SO<sub>2</sub> kirliliği yıllık ortalamalarını, kalorifer yakma saatlerinin sınırlandırılması, yakıcı kişilerin eğitimi, şehre SO<sub>2</sub> ve su miktarı azaltılmış kömürlerin alınması, kalorifer kazan bakımlarının yapılması ve egzoz kirliliğine yönelik önlemler sonucunda o dönemde DSÖ'nün belirlediği 60 µg /m<sub>3</sub> 'ün altına düşürmüşlerdir (7–9,11). İzmir'deki kükürt dioksit kirliliğinin 1988–1989 kışı ile 1995–1996 kışı arası ortalamaları izin verilen sınırdan (120µg/m<sub>3</sub>) genellikle yüksektir. Bu zaman aralığında yıllara göre istatistiksel anlamlı bir artış gözlenmemiştir.(p>0,05) (Tablo3). 1996–1997 kışı ile 2003–2004 kışı arası ortalamalar ise izin verilen sınır değerden (120 µg /m<sub>3</sub>) düşüktür. Üstelik 1996–1997 kışına ait değer olan 83 µg /m<sub>3</sub> düzeyinden, 2003 – 2004 yılı kış ayında 43 µg /m<sub>3</sub> düzeyine düşmüştür (Tablo 2; Şekil1). Bu düşüş istatistiksel anlamlı bulunmuştur (p< 0,05) (Tablo 3).



\* Ölçülen (ham) değerler

\*\* Düzeltilmiş (Hesaplanan) değerler

**Şekil 1.** İzmir İli 1988–2004 Yılları Kış Sezonu Ortalama SO<sub>2</sub> ve Partikül Madde Ölçülen (ham) ve Hesaplanan (düzeltilmiş) değerler

Grafik1'de görüleceği gibi 1995 – 1996 kışından 1996–1997 kışına geçişte, kükürt dioksit kirliliği 110 µg /m<sub>3</sub> den bir anda 80 µg /m<sub>3</sub> düzeyine düşmüştür.

Bu düşüş istatistiksel anlamlı bulunmuştur ( p<0,01); (Tablo 3)( eğilim eğrilerindeki kırılmanın anlamlılığı testi).

İzmir'deki partikül madde (TAP) kirliliği ise 1995–1996 yılı kışı dahil, önceki dönemlerde kükürt dioksit kirlilik düzeylerine yakın olarak gözlenmiştir. Yıllara göre de anlamlı artış göstermektedir( $p<0,05$ ) (Tablo 3).

Partikül madde (TAP) kirliliğinde de kükürt dioksit kirliliğinde olduğu gibi 1995–1996 kışında ani bir düşüş olmuş,  $73 \mu\text{g}/\text{m}_3$  düzeyine düşen değer, 2003–2004 yılında  $39 \mu\text{g}/\text{m}_3$  düzeyine kadar azalmıştır. Bu azalma da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur( $p<0,01$ ) (Tablo 3). Ancak, bu düşüş istatistiksel anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 3)( eğilim eğrilerindeki kırılmanın anlamlılığı testi).

İzmir' de vasıflı kömür uygulaması 2002 -2003 kış sezonunda başlatılarak, tanıtım kartlı torba kömür satışı yönlendirilmiş, 2003–2004 kışında ise buna ek olarak, İzmir'e kaçak kömür girişi İl Jandarma Çevre Timi tarafından araç kontrolü yapılarak, engellenmeye çalışılırken sanayide ise Partikül madde düzeyini azaltmak için baca filtreleri kullanımı özendirilmiştir (15).

2002–2003 kışına kadarki dönemde İzmir ili hava kirliliğini hızla azaltan nedenler, kömür kalitesinin iyileştirilmemesi başta olmak üzere diğer bilinen önlemler uygulanmadığına göre başka faktörlere de dayanıyor olmalıdır. Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşarı Mustafa Öztürk'ün yaptığı açıklamada (Haziran 2005),

Türkiye'de hava kirliliğinin en ciddi boyutta olduğu ilin İzmir olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde çeşitli yazılı ve görsel medyada da İzmir'de hava kirliliğinin boyutlarının ciddi oranlarda olduğu bildirilmiştir. Bu önemli bir çelişkidir(16).

Bu çelişki birkaç olasılığı akla getirmektedir. 1996'dan sonraki dönemde İzmir' deki kirlilik ölçüm istasyonları, şehrin en az kirli alanları olan ağaçlık, fidanlık, park gibi temiz hava ortamlarına yerleştirilmiştir (Tablo 2). Doğru ölçüm yapılabilmesi için cihazların ölçüm sırasında uyguladığı örnekleme yönteminin doğruluğunun kontrol edilmesi ve kirlilik ölçüm cihazlarının kalibrasyonlarının bilimsel olarak yapıldığının kontrol edilmesi gerekir. Bu nedenlerle ölçülen kirlilik rakamlarının güvenilirliğinin sorgulanması gerekir.

### Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak İzmir ilinin 1989 - 2004 yılları arasında ölçülen hava kirliliği düzeyleri konusunda belediye tarafından yapılan ölçümler ile yaşanan hava kirliliği düzeyleri arasında bir çelişki olduğu gözlenmektedir. Bu çelişkinin kaynağının bulunarak en kısa zamanda İzmir İli Hava Kirliliği Yönetiminde reorganizasyona ve bilimsel bir yapılanmaya gidilmesi önerilmektedir.

### KAYNAKLAR

1. Air Quality Guidelines For Europe. World Health Organization Regular Office for Europe Copenhagen. Second Edition: WHO Regional Publications, European Series. No: 91. <http://www.euro.who.int/document/e87950.pdf>
2. World Health Organization: Health. Hazards of The Human Environment. WHO, Geneva, 1972
3. World Health Organization: Air Quality Guidelines For Europe . WHO , Copenhagen, 1987
4. Holman, C. Air Pollution And Health, Friends Of The Earth, London, 1989.
5. Bayram H. Türkiye'de Hava Kirliliği Sorunu: Nedenleri, Alınan Önlemler ve Mevcut Durum. Toraks Dergisi, 2005;6(2):159–165.
6. Başar P, Okyay P, Ergin F, Coşan S, Yıldız A. Aydın ili Kent Merkezinde Hava Kirliliği /1997–2004. ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi 2005; 6(3); 11–15.
7. Elbir T, Muezzinoglu A, Bayram A. Evaluation of Some Air Pollution Indicators in Turkey. Environ Int. 2000; 26:5-10.
8. Devlet İstatistik Enstitüsü: DIE Haber Bülteni, Çevre İstatistikleri, 1992 – 1995, Ankara, 1996
9. Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı, Kış Sezonu Hava Kirliliği İstatistikleri; <http://www.die.gov.tr/turkish/sonist/cevre/cevre.html> (. Ulaşım Tarihi: Şubat 2006)
10. Ministry Of Health: Refik Saydam Centre Of Hygiene. Air Pollution Country Report, Ankara, 1998.
11. Doğan, F. , Türk, M: Türkiye'de En Büyük 5 İl Merkezinin Hava Kirliliği Durumları. Ege Tıp Dergisi 73 ( 3–4 ) : 97–99, 1998.
12. Biyoistatistik, Kadir Sümbüloğlu, Vildan Sümbüloğlu. Hatiboğlu Yayınevi Ankara 1990.
13. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Şeref Kalaycı ve Arkadaşları, Asil Yayıncılık Sayfa 28–29; 1. Baskı. Ankara 2005.
14. İzmir Valiliği Çevre Koruma Vakfı: İzmir İlinde Hava Kalitesi Yönetimi Ve Uygulamaları. Çevre Dergisi, Vakıf Yayını No: 7, S: 22–24, İzmir, 2003.
15. [http://www.cnnturk.com/TURKIYE/haber\\_detay.asp?PID=318&HID=1&haberID=103243](http://www.cnnturk.com/TURKIYE/haber_detay.asp?PID=318&HID=1&haberID=103243).