

## MANİSA İLİNİN 2001–2004 YILLARI ARASI HAVA KİRLİLİK DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Hilmi YAZICI\*

Pamukkale Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü  
20070 Kınıklı/DENİZLİ

### Özet

Bileşiminde kükürt bulunan yakıtların yakılması ile oluşan yanma ürünü gazların, çevre havasının metreküpü içindeki değerinin 150 µg'ı geçmesi, orada yaşayan insan ve canlıların sağlığı için tehlikeli olabilir. Bu çalışmada, geriye dönük olarak Manisa ilinin 2001–2004 yılları arasındaki yıllık ve kış sezonundaki hava kirlilik değerleri incelenmiştir. Bu yıllar Manisa iline doğalgazın gelmesinden önceki ve yavaş yavaş kullanılmaya başlandığı yılları içermektedir. Kirlilik ölçüm değerleri olarak Manisa Sağlık Müdürlüğünden elde edilen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçüm değerleri kullanılmıştır. Ölçüm değerleri yıllık ve sezonluk olarak grafiklerle ifade edilmiş ve grafikler yorumlanmıştır. Yapılan çalışmada, incelenen yıllar içerisinde hiçbir yılda “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği” belirtilen sınır değerlerinin aşılmadığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Hava kirliliği, Manisa, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>

## INVESTIGATION OF AIR POLLUTION CHANGE OF MANISA CITY ON BETWEEN YEARS 2001-2004

### Abstract

If it is over 150 µg in the cubic meter value of the environment air, behalf of the combustion products gas of burning fuels with sulfur in the composition, there may be dangerous to the health of people and living. In this study, the air pollution was retrospectively investigated for the annual and winter seasons of 2001-2004 about

---

\* Sorumlu Yazar: Tel: +90 2582963072, Fax: +90 2582963263  
E-mail adres: hyazici@pau.edu.tr

Manisa city. These years include before the arrival and slowly started to be used of natural gas in Manisa. SO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub>, which obtained from Manisa Health Directorate, were used as measured pollution values. Measured values were expressed as annual and seasonal charts and graphs were interpreted. At the end of study, it was not exceeded over limit values on the "Air Quality Protection Regulation" in investigated years.

**Keywords:** Air pollution, Manisa, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>

## 1. Giriş

Genel olarak hava kirliliği atmosferde bulunan ve kirleticiler olarak isimlendirilen toz, gaz, duman, is, koku ya da su buharı gibi unsurların miktarının belirlenen eşik değerlerin üzerine çıkarak başta insanlar olmak üzere diğer canlılar ve eşyalara zarar vermesi durumu olarak tanımlanmaktadır [1].

Hava kirlenmesi ülkemizin birçok bölgesinde özellikle kış aylarının değişmez problemi haline gelmiştir. Bu sorunun temelini, plansız kentleşme ve sanayileşme, düşük kaliteli yakıtlar, yakıtlara uygun olarak projelendirilmeyen yakma sistemleri ve yetersiz çevre bilinci oluşturmaktadır. "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği" 2 Kasım 1986'da yürürlüğe girmiş olmasına rağmen (Mevcut Yönetmelik 13.01.2005 tarih ve 25699 sayılı Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği Yönetmeliği olarak değişmiştir), hava kirlenmesi problemlerinin azalmasını sağlayamamıştır.

Sanayi ve şehir kaynaklı hava kirliliğinin temel sebepleri genel olarak; ısınma amacı ile kullanılan kalorifer kazanlarından ve sobalardan çıkan yanma ürünü gazlar, şehirlerde yeşil alanların azalması, motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazları, sanayiden çıkan atık gazların arıtılmadan atmosfere salınması olarak sıralanabilir [2].

Havanın doğal bileşimini değiştirip, kirliliği kazandıran kirleticilerden, kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (Toplam Asılı Partikül, PM<sub>10</sub>) ölçümü, kirlilik düzeyine karar verirken, Dünya Sağlık Örgütü tarafından yeterli bulunarak bütün dünya ülkelerine önerilmiştir [3-6]. 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, kısmen de şehirsel ısınmada fosil yakıtlardan oluşmaktadır [7].

Doğan ve Kitapçioğlu (2007), İzmir ili için 1989-2004 yılları için hava kirliliğinin karşılaştırmasını yapmışlardır. Söz konusu yıllar için hava kirlilik ortalama değerleri DİE Başkanlığı ve kış sezonu hava kirliliği istatistiklerinden elde edilmiştir. Karşılaştırmada tek değişkenli zaman serisi analizi uygulamışlardır. Yapılan hesaplamalar sonucu 1989-1996 yılları arası dönemin kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (PM<sub>10</sub>) değerleri Dünya Sağlık Örgütü değerlerinden yüksek iken, 1996-2004 arası dönemde sınır değerlerin altında bulunmuştur [8].

1997-2003 yılları için Aydın ilinin yedi yıllık süreçte kükürt dioksit ve partikül madde değerleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucu yıllara göre hava kirliliği düzeylerinde herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir (kükürt dioksit ve partikül madde için sırasıyla: p=0,526, p=0,822). Yedi yıllık ortalama kükürt dioksit düzeyi 41,26±24; partikül madde düzeyi de 27,66±16,23 olarak tespit edilmiştir. Aylara göre hava kirliliği düzeyleri karşılaştırıldığında en yüksek değerler kış aylarında, özellikle ocak ayında olduğu görülmüştür [9].

Yazıcı vd. (2010), yaptıkları çalışmada, Denizli İli'nin doğalgaz kullanmaya başlamadan önceki ve doğalgaza geçiş ile hava kirlilik parametrelerini (SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub>) incelemişlerdir. Ayrıca doğalgaz kullanımının hava kalitesine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonunda, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde (HKDYY) belirtilen, SO<sub>2</sub> için 250 µg/m<sup>3</sup> değerinin doğal gaz kullanımına geçilmeden ve doğal gaz kullanılmaya başlanmasından sonra hiçbir dönemde aşılmadığı görülmüştür. PM<sub>10</sub> için yönetmelikte belirtilen 200 µg/m<sup>3</sup> değerinin 2006-2007 kış sezonunda aşılarak 224 µg/m<sup>3</sup>'e ulaştığını tespit etmişlerdir. 2007 yılı sonunda doğalgaz kullanımına geçiş ile birlikte bu değerde tekrar bir düşüşün gözlemlendiğini saptamışlardır [10].

Manisa ili, Türkiye'nin batısında, Ege Bölgesi içinde yer alan, batıda İzmir, kuzeyde Balıkesir, doğuda Uşak ve Kütahya, güneyde Aydın ve güneydoğuda Denizli illeri ile komşuluğu olan, toprak alanının önemli bir bölümünün Gediz havzası içinde yer aldığı bir ildir. Yüzölçümü 13 810 km<sup>2</sup> dir. Toplam il yüzölçümünün %15 ile en büyük alanını oluşturan Merkez ilçenin yüzölçümü ise 2125 km<sup>2</sup> dir. Merkez ilçenin denizden yükseklik ortalama 71 metredir. Manisa ilinde Akdeniz iklimi ile beraber İç Anadolu iklimi hüküm sürer. Yaz ayları sıcak geçerken, kış ayları dağlar nedeniyle kıyı Ege'den daha soğuktur. Yıllık sıcaklık ortalaması Manisa merkezinde 16,8 °C'dir. Yılda

162 yaz günü, 110 tropik gün belirlenmiştir. Yıllık kuraklık indeksi 27,5 (20-40 arasında), ortalama nispi nem % 61'dir. İzmir'de ise bu oran %69'dur. Yağışlar kışın görülür. Yazları kurak geçer. Ortalama yağış miktarı en yüksek olan Merkez İlçede yıllık yağış 750 mm'dir. Yılda ortalama 91 gün yağışlı geçer [11]. Manisa merkez nüfusu 2000 yılı nüfus sayım sonuçlarına göre 714760 olarak tespit edilmiştir [12].

Manisa il merkezinde 2003 yılına kadar katı ve sıvı yakıtlar kullanılmaktaydı. 2003 yılından itibaren kademeli olarak sanayide ve evlerde doğalgaz kullanımına geçilmiştir. Doğalgaz gerek fiyatı, gerekse çevresel avantajları sebebiyle günümüzde tercih edilir yakıt durumuna gelmiştir. Bu avantajları Manisa sanayicilerinin hizmetine sunmak amacıyla doğalgaz dağıtım şebekesi ve basınç düşürme istasyonlarının yapımı işinin sözleşmesi Temmuz 2002'de imzalanmış ve çok kısa bir sürede tamamlanarak ilk doğalgaz kullanımına 03.04.2003 tarihinde başlanmıştır. Doğalgaz dağıtım şebekesi ve istasyonları yapım işi kapsamında, 6 adet 12.000 m<sup>3</sup>/s basınç düşürme istasyonu, 9 km'si çelik, 21 km'si polietilen malzemeden olmak üzere ara hatlarla beraber toplam 33 km doğalgaz hattı yapılmıştır.

BOTAŞ ile ilk olarak yıllık 25 milyon m<sup>3</sup> Doğalgaz Kullanım Sözleşmesi imzalanmış, artan ihtiyaca cevap verebilmek amacıyla şu anda 192 milyon m<sup>3</sup>/yıl anlaşma yapılmıştır. Manisa Organize Sanayi Bölgesi; Ege Bölgesi'nde sanayicisine doğalgaz hizmetini veren ilk organize sanayi bölgesi olma unvanına sahiptir. Ayrıca doğalgazdaki olası kaçakları tespit etmek, sanayicinin kaçaklara karşı uyarılmasını sağlamak amacıyla BOTAŞ A tipi istasyonuna bir kokulandırma ünitesi inşa edilmiş ve işletmeye alınmıştır. Günümüzde Manisa Sanayi Bölgesinde 71 firma doğalgaz kullanmaktadır [13].

Önlem alma bakımından bir yerleşim biriminin yıllar itibariyle hava kalitesindeki değişimin izlenmesi önemlidir. Bu çalışmada, geriye dönük olarak Manisa ilinin 2001-2004 yılları arasındaki yıllık ve kış sezonundaki hava kirlilik değerleri incelenmiştir. Bu yıllar Manisa iline doğalgazın gelmesinden önceki ve yavaş yavaş kullanılmaya başlandığı yılları içermektedir. Kirlilik değerleri olarak Manisa Sağlık Müdürlüğü'nün elde ettiği SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçüm değerleri kullanılmıştır. Ölçüm değerleri yıllık ve sezonluk olarak grafiklerle ifade edilmiş ve grafikler yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda, kirlilik değerleri göz önünde bulundurularak alınması gereken önlemlerden bahsedilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, geçmişe dönük olarak Manisa il merkezi için 2001-2004 yılları arasındaki yıllık ve kış sezonları (ekim-kasım-aralık-ocak-şubat-mart) için hava kirliliği ölçümlerinden elde edilen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Araştırmada, Manisa İl Sağlık Müdürlüğünden alınan veriler kullanılmıştır.

Manisa il merkezinde 2001-2004 yılları arasında dört hava izleme istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlar; Şehitler, Mimarsinan, Lalelik ve Anafartalar mahallelerinde konuşludur. Her bir mahallede bulunan istasyondan alınan günlük değerlerin bir ay boyunca aylık aritmetik ortalaması alınarak o ay için kirlilik değeri hesaplanmıştır. Ayların aritmetik ortalamaları toplanıp ay sayısına bölünmesiyle yıllık kirlilik değerleri elde edilmiştir. Kış sezonu kirlilik değeri ise, Ekim-Mart aylarının aritmetik ortalamaları toplamalarının altıya bölünmesiyle hesaplanmıştır. Manisa ilinin örnek olarak 2003 yılı için yıllık ortalama sıcaklık, güneşli gün, yağışlı gün ve bağıl nem istatistikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Havadaki gaz şeklindeki kirletici miktarı 25 °C sıcaklık ve 1 bar basınçta ya 1 m<sup>3</sup> havadaki miktarı ifade edecek şekilde µg/m<sup>3</sup> olarak veya milyonda bir sayısı ile birim hacimdeki kirletici gazın hacmi olarak ppm birimi ile ölçülür.

Kirletici maddelerin havaya karışması için kaynak, taşıyıcı ortam ve alıcı ortamın bulunması gerekmektedir. Ülkemizde ilk defa alıcı için hava kalitesinin ve sınır değerlerinin ne olması gerektiği “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (HKKY)” 2 Kasım 1986’da yürürlüğe girmiş olmasına rağmen ( 13 Ocak 2005 tarih ve 25699 sayılı Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (IKHKKY), mevcut yönetmelik ise 06/06/2008 tarih ve 26898 sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) olarak değişmiştir), hava kirliliği probleminin kayda değer şekilde azalması sağlanamamıştır. Hava kirliliğinin önüne geçilebilmesi için yönetmelikte kısa dönemi kapsayan önlemler ve uzun dönemde alınacak önlemler vardır. HKKY’de belirtilen kirlilik değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Yıllık ortalama sıcaklık, güneşli gün, yağışlı gün ve bağıl nem istatistikleri [12]

Aylar	Ortalama Sıcaklık, °C	Ortalama Güneşli Gün	Ortalama Yağışlı Gün	Ortalama Bağıl Nem, %
-------	-----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------

Ocak	6,8	3,8	11,6	75
Şubat	8	3,6	8,8	71
Mart	10,4	5,3	8,6	66
Nisan	15,1	5,4	5,5	61
Mayıs	20,1	7,4	3,3	57
Haziran	25	14,2	0,6	48
Temmuz	27,6	23	0,1	45
Ağustos	27,2	24,1	0	46
Eylül	23,1	19,4	0,7	51
Ekim	17,6	11,1	3,9	62
Kasım	12,3	5,1	6,2	73
Aralık	8,4	4	10,4	76
Yıllık	16,8	126,4	59,7	61

Tablo 2. HKKY’de belirtilen kirlilik değerleri.

<i>Değer Tipi</i>	<i>SO<sub>2</sub></i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>PM<sub>10</sub></i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Uzun Vadeli Sınır Değer (UVS)	150	150
Kısa Vadeli Sınır Değer (KVS)	400	300
Kış Sezonu Ortalama Sınır Değer (KSOSD)	250	200
Yıllık Ortalama Hedef Sınır Değer (YOHSD)	60	60
Kış Sezonu Ortalaması Hedef Sınır Değeri (KSOHSD)	120	120
Maksimum 24 Saatlik Değer (MHD)	150	150
1 Saatlik Değer (SHD)	450	-

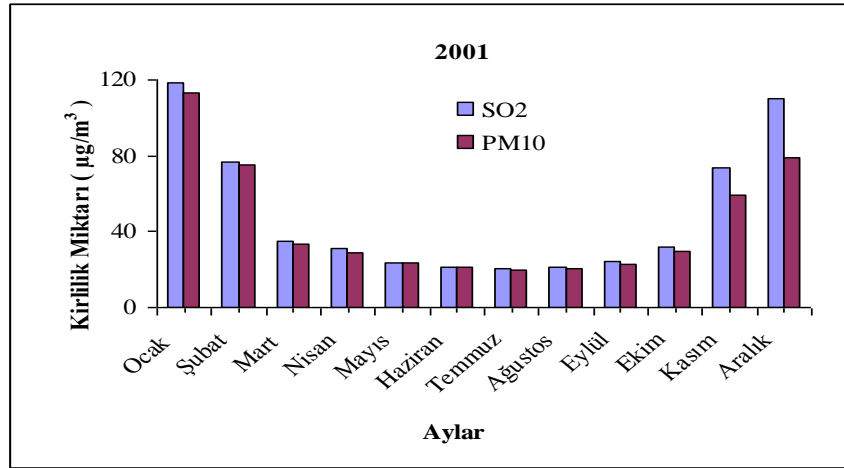
Tablo 2’de verilen “Uzun Vadeli Sınır Değer (UVS)”; bir yıllık sürede asılmaması gereken ve tüm ölçüm sonuçlarının ortalaması olan değerleri, “Kısa Vadeli Sınır Değer (KVS)”; maksimum ortalama günlük değer veya istatistiksel olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlere göre dizildiğinde ölçüm sonuçlarının % 95’ini asmaması gereken değerleri, “Kış Sezonu Ortalaması Sınır Değer (KSOSD)”; Ekim-Mart aylarını kapsayan kış döneminde yerleşim bölgelerinde yapılan ölçümlerin ortalamalarını aşmaması gereken sınır değerleri, “Kış Sezonu Ortalaması Hedef Sınır

Değeri (KSOHSD)”; Ekim-Mart aylarını kapsayan kış döneminde yerleşim bölgelerinde yapılan ölçümlerin ortalamalarını aşmaması gereken hedef sınır değerleri, “Maksimum 24 Saatlik Değer (MHD)”; hava kalitesi sınır değerlerini 24 saatlik zaman içinde daha sıkı sınırlara çekerek daha temiz hava kalitelerine ulaşmak için hedeflenen sınır değeri, “1 Saatlik Değer (SHD)”; yine hava kalitesi sınır değerleri 1 saatlik zaman içinde daha sıkı sınıra çekerek daha temiz hava kalitelerine ulaşmak için hedeflenen sınır değeri ifade etmektedir [14].

### **3. Bulgular**

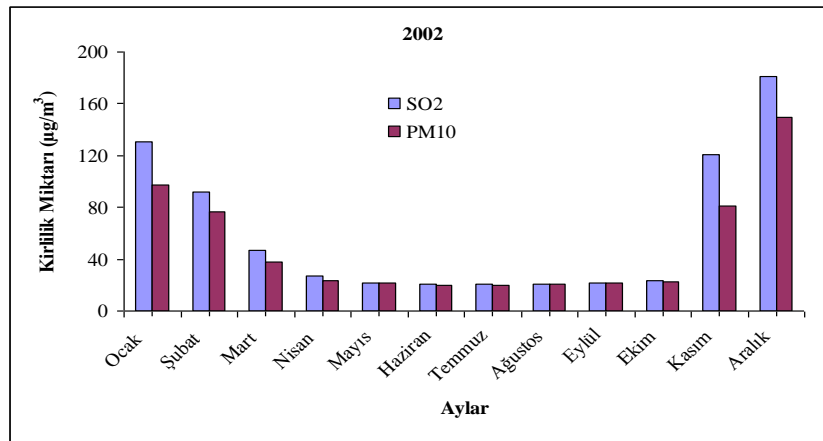
Yapılan çalışma kapsamında Manisa İl Sağlık Müdürlüğü’nden alınan veriler derlenerek Manisa il merkezi için 2001-2004 arası yıllık ve kış sezonu hava kirliliği profili çıkarılmıştır. Şekil 1’de 2001 yılına ait SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> kirlilik değerleri verilmiştir. Şekil 1’e göre, 2001 yılında en yüksek SO<sub>2</sub> emisyon değeri ocak ayında 119 µg/m<sup>3</sup>, en düşük emisyon değeri ise temmuz ayında 20 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. Yıllık ortalama SO<sub>2</sub> değerinin ise 49 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. Yıl içersinde ulaşılan en yüksek değerin HKKY’de belirtilen uzun vadeli sınır değer olan 150 µg/m<sup>3</sup> sınır değerinin daha aşağısında olduğu görülmüştür. Yıllık ortalama değerin ise yönetmelikte belirtilen “yıllık ortalama hedef sınır değerden” düşük olduğu görülmüştür.

2001 yılı PM<sub>10</sub> emisyonları incelendiğinde, en yüksek PM<sub>10</sub> emisyon değeri ocak ayında 113 µg/m<sup>3</sup>, en düşük emisyon değeri ise temmuz ayında 20 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. Yıllık ortalama PM<sub>10</sub> değerinin ise 44 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. Yıl içersinde ulaşılan en yüksek değerin HKKY’de belirtilen “Yıllık Ortalama Hedef Sınır Değer (YOHSD)” olan 60 µg/m<sup>3</sup> sınır değerinden düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 1. 2001 yılı SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> kirlilik değerleri

Şekil 2’de 2002 yılına ait SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> kirlilik değerleri verilmiştir. Şekil 2’ye göre, 2002 yılında en yüksek SO<sub>2</sub> emisyon değeri aralık ayında 131 µg/m<sup>3</sup> en düşük emisyon değeri ise haziran ve ağustos ayında 20,6 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. Bir önceki yıla göre en yüksek emisyon değerindeki artış % 10’dur. Yıllık ortalama SO<sub>2</sub> değerinin ise 56 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür ve bir önceki yıla göre % 14,2’lik artış gerçekleşmiştir. Yıl içerisinde ulaşılan en yüksek değer HKKY’de belirtilen uzun vadeli sınır değer olan 150 µg/m<sup>3</sup> sınır değerini aşmadığı görülmüştür. 2002 yılı PM<sub>10</sub> emisyonları incelendiğinde, en yüksek PM<sub>10</sub> emisyon değeri aralık ayında 98 µg/m<sup>3</sup>, en düşük emisyon değeri ise haziran ayında 19,4 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. Yıllık ortalama PM<sub>10</sub> değerinin ise 44 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. Yıl içerisinde ulaşılan en yüksek değer HKKY’de belirtilen YOHS’den düşük olduğu görülmüştür.



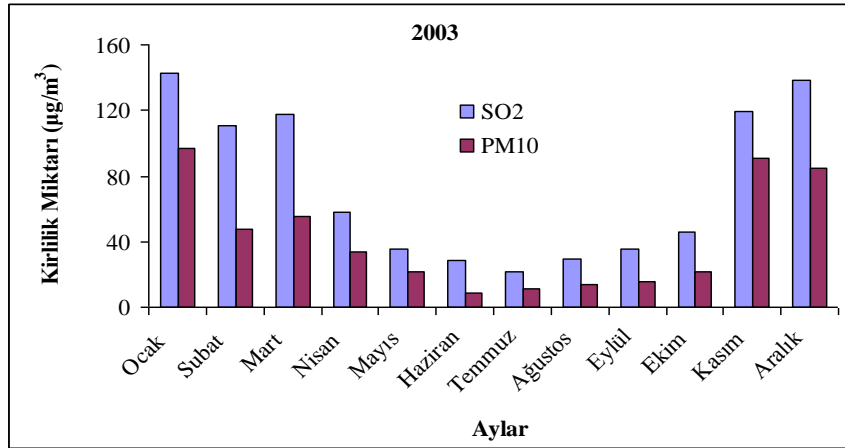
Şekil 2. 2002 yılı SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> kirlilik değerleri

2003 yılına ait kirlilik değerleri Şekil 3’te. Şekil 3 incelendiğinde, 2003 yılında en yüksek SO<sub>2</sub> emisyon değeri ocak ayında 143 µg/m<sup>3</sup> en düşük emisyon değeri ise



temmuz ayında  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olduğu görülmüştür. 2001 ve 2002 yıllarına göre en yüksek emisyon değerindeki artış sırasıyla; % 20,1 ve % 9,1'dir. İki yıl içerisinde  $\text{SO}_2$  emisyonunda % 20,1 artış gözlemlenmiştir. Yıllık ortalama değer (74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yönetmelikte belirtilen yıllık ortalama hedef sınır değerini (60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aştığı, ama UVS değerini aşmadığı görülmüştür.

$\text{PM}_{10}$  emisyonları incelendiğinde; en yüksek  $\text{PM}_{10}$  emisyon değeri ocak ayında  $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en düşük emisyon değeri ise haziran ayında  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olduğu görülmüştür. Yıllık ortalama  $\text{PM}_{10}$  değerinin ise  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olduğu görülmüştür. En yüksek  $\text{PM}_{10}$  değerinde 2001 ve 2002 yıllarına göre % 4,5 azalma meydana gelmiştir. Bu azalmada doğalgaz kullanımına başlanmasının, valiliğin ve belediyenin almış olduğu yakıt tedbirleri etkin olduğu düşünülmektedir.

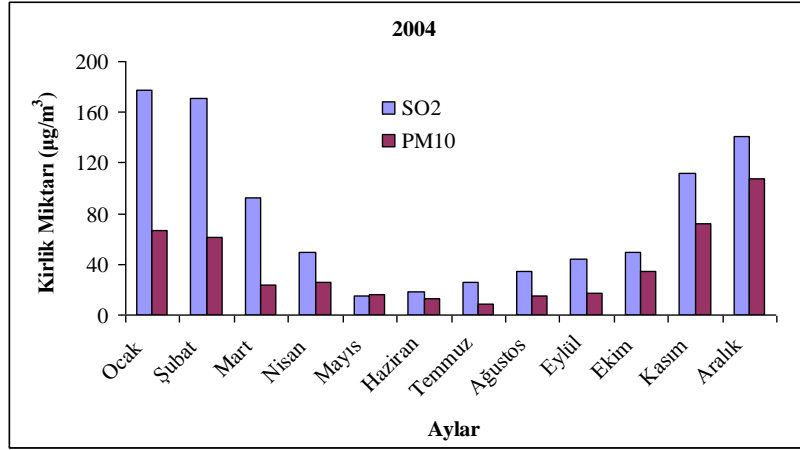


Şekil 3. 2003 yılı  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  kirlilik değerleri

Katı ve sıvı yakıtların emisyon değerleri doğalgazın emisyon değerinden çok yüksektir. 2004 yılında doğalgaz kullanımının artmasıyla emisyon değerlerinin artış hızında gözle görülür düşüşler gerçekleşmiştir. Şekil 4'te 2004 yılı  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  kirlilik değerleri verilmiştir. Şekil 4'e göre; 2004 yılında en yüksek  $\text{SO}_2$  emisyon değeri ocak ayında  $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en düşük emisyon değeri ise mayıs ayında  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olduğu görülmüştür. 2001, 2002 ve 2003 yıllarına göre en yüksek emisyon değerindeki artış sırasıyla; % 27,7, % 16 ve % 6,2'dir. Üç yıl içerisinde  $\text{SO}_2$  emisyonunda % 27,7 artış meydana gelmiştir.

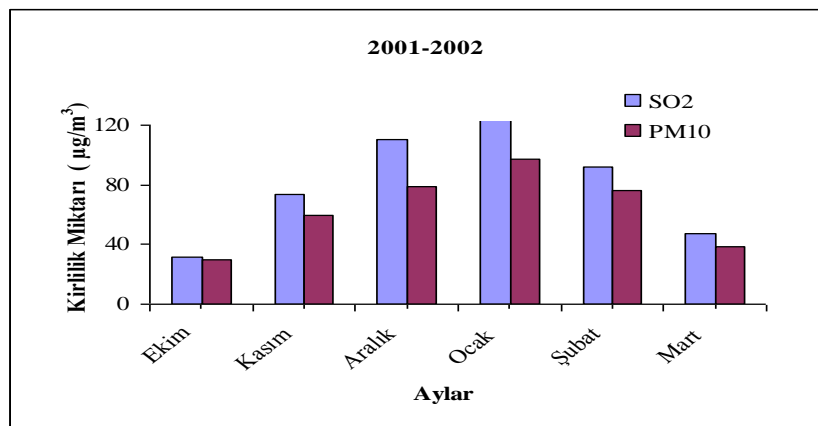
Yıllık ortalama değer (73  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yönetmelikte belirtilen yıllık ortalama hedef sınır değerini (60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yine aştığı görülmüştür ancak UVS değeri aşılmamıştır.  $\text{PM}_{10}$  emisyonları incelendiğinde; en yüksek  $\text{PM}_{10}$  emisyon değeri aralık ayında  $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en düşük emisyon değeri ise haziran ayında  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olduğu görülmüştür. Yıllık

ortalama PM<sub>10</sub> değerinin ise 39 µg/m<sup>3</sup> olduğu görülmüştür. 2001, 2002 ve 2003 yıllarına göre yıllık ortalama PM<sub>10</sub> değerinin değişimi sırasıyla; % 11,3, % 11,3 ve % 7,1 azalma olarak görülmüştür.



Şekil 4. 2004 yılı SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> kirlilik değerleri

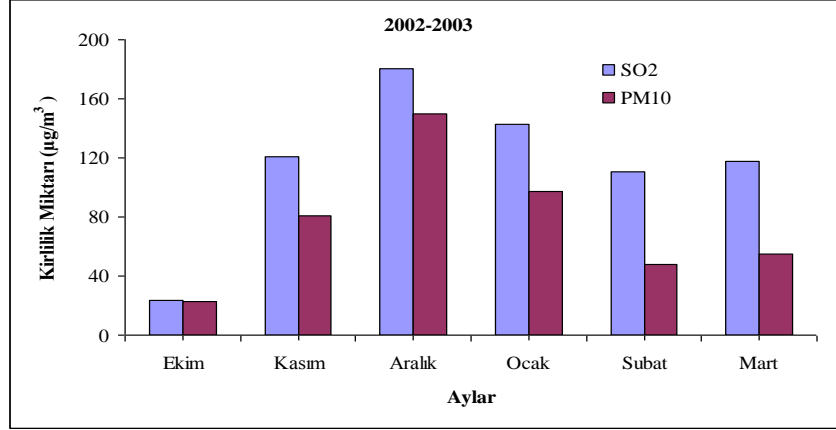
Isıtma döneminde kış sezonu Ekim-Mart ayları arasını kapsamaktadır. Manisa ilinin 2001-2004 yılları kış dönemleri için kirlilik değerleri kullanılarak grafikler halinde sunulmuştur. Şekil 5'te 2001-2002 yılı kış sezonu için aylara göre SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçüm sonuçları verilmiştir. Şekil 5'e göre, kış sezonu ortalama SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri sırasıyla; 81 µg/m<sup>3</sup> ve 63 µg/m<sup>3</sup>'tür. Yönetmelikte belirtilen "Kış Sezonu Ortalama Sınır Değer (KSOSD)" aşılmadığı görülmüştür.



Şekil 5. 2001-2002 yılı kış sezonu için aylara göre SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçüm sonuçları.

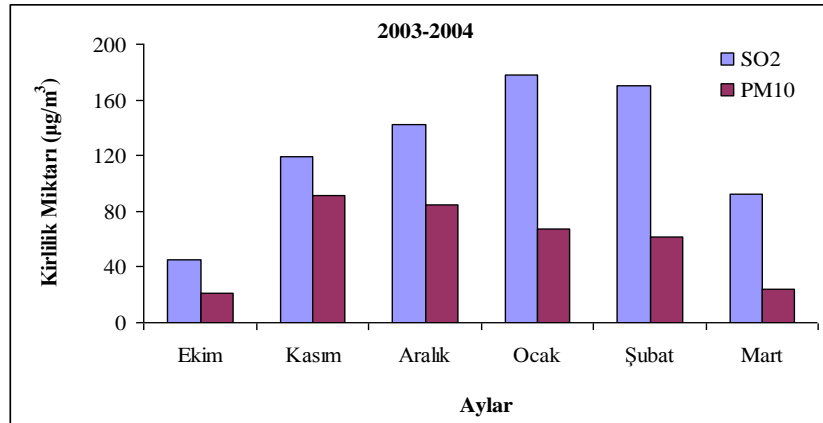
Şekil 6'da 2002-2003 yılı kış sezonu için aylara göre SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçüm sonuçları verilmiştir. Şekil 6'ya göre, kış sezonu ortalama SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri

sırasıyla;  $106,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $66,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Yine söz konusu ısıtma sezonu için yönetmelikte belirtilen "Kış Sezonu Ortalama Sınır Değer (KSOSD)" aşılmadığı görülmüştür. Bir önceki kış sezonuna göre  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  değerlerindeki artış sırasıyla; % 31,9 ve % 6,1'dir. Bu kış sezonunda doğalgaz kullanımı yaygınlaşmadığı için emisyon değerlerinde özellikle  $\text{SO}_2$  emisyonunun aşırı şekilde arttığı görülmüştür.



Şekil 6. 2002-2003 yılı kış sezonu için aylara göre  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  ölçüm sonuçları.

Şekil 7'de 2003-2004 yılı kış sezonu için aylara göre  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  ölçüm sonuçları verilmiştir. Şekil 7'ye göre, kış sezonu ortalama  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  değerleri sırasıyla;  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Söz konusu ısıtma sezonu için yönetmelikte belirtilen değer aşılmadığı görülmüştür. 2003-2004 kış sezonunda 2001-2002 ve 2002-2003 kış sezonlarına göre  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  değerlerindeki değişim sırasıyla; % 41,9 artış ve % 7,9 azalma, % 7,5 artış ve % 13,3 azalmadır. Bu kış sezonunda doğalgaz kullanımının artmasıyla özellikle  $\text{SO}_2$  emisyonu değerlerindeki artışlar önemli derece azalmıştır. Emisyon değerlerinin artışıdaki yavaşlama; doğalgaza geçişin yanı sıra valilik ve belediyenin uyguladığı yakma kurallarının etkili olduğu açıklanabilir.



Şekil 7. 2003-2004 yılı kış sezonu için aylara göre  $\text{SO}_2$  ve  $\text{PM}_{10}$  ölçüm sonuçları

#### 4. Sonuç

Şehirlerde en fazla hava kirliliğine neden olan kükürt dioksittir. Bileşiminde kükürt bulunan yakıtların yakılması ile oluşan bu yanma ürünü gazın, çevre havasının metreküpü içindeki değerinin 150 µg geçmesi, orada yaşayan insan ve canlıların sağlığı için tehlikeli olabilir. Bir ton kömüre, yaklaşık 25 kilo toz kirecin karıştırılarak yakılması halinde havadaki kükürt dioksitin önemli oranda azaltılabileceği belirtilmiştir. Çünkü kirecin kükürt dioksiti emme özelliği vardır. Böylece, havadaki kükürt dioksit oranının, önemli oranda azaltılabileceği ve bu yöntemin uygulanması ile, elde edilebilecek ısının sadece yaklaşık % 1 gibi küçük bir oranında azalacağı tespit edilmiştir [2].

Geçmişe dönük olarak yapılan çalışmada, Manisa il merkezi için 2001-2004 yılları arasındaki yıllık ve kış sezonları (ekim-kasım-aralık-ocak-şubat-mart) için hava kirlilik değerleri incelenmiş, çalışmada Manisa İl Sağlık Müdürlüğü'nden alınan SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri kullanılmıştır.

Manisa ilinin 2001-2004 yıllarının yıllık ve kış sezonu SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri için grafikler elde edilmiş ve bu grafikler yorumlanmıştır. Yapılan çalışmada, incelenen yıllar içerisinde hiçbir yılda "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği" belirtilen sınır değerlerinin aşılmadığı görülmüştür.

SO<sub>2</sub> emisyonunda sürekli bir artış gözlenmiş, ancak bu artışın doğalgaz kullanılmaya başlanınca azaldığı görülmüştür. Doğalgaza geçildiği halde SO<sub>2</sub> emisyonundaki artış; doğalgazın bütün sanayide ve hanelerde kullanıma geçilmemesi, yakma talimatlarına uyulmaması, sanayinin gelişmesi ve hızlı nüfus artışının neden olduğu düşünülmektedir. SO<sub>2</sub>'den daha zararlı olan PM<sub>10</sub> emisyonu her yıl yaz aylarında en düşük değerdedir ve her yıl azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır. Yıllık ortalama emisyon değerinde ise SO<sub>2</sub> sürekli artış gözlemlenmiştir, PM<sub>10</sub> değerinde ise 2002 yılında bir artış görülmüş ve 2002'den itibaren düşüşe geçtiği görülmüştür.

Yapılan bu çalışma ile, Manisa ilinin 2001-2004 yılları dışında kirlilik değerleri diğer yıllarla mukayese edilebilecektir. Ayrıca yapılan çalışma ile doğalgaz öncesi ve doğalgaz sonrası emisyon değerlerindeki değişimler ile doğalgazın yaygınlaştırılması savunulabilecektir.

## **Kaynaklar**

- [1] İbret B.Ü., Aydınöz D., “Şehirleşmede Yanlış Yer Seçiminin Hava Kirliliği Üzerine Olan Etkisine Bir Örnek: Kastamonu Şehri”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, Sayı 18, Sayfa 71-88, İstanbul, 2009
- [2] Can A., Eryener D., “Sanayi ve Şehir Kaynaklı Hava Kirliliği ve Önlemleri”, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı:24;6-12, 1997
- [3] “Air Quality Guidelines For Europe: World Health Organization Regular Office for Europe Copenhagen”, Second Edition: WHO Regional Publications, European Series. No: 91, 1987
- [4] “2. World Health Organization: Health. Hazards of The Human Environment”, WHO, Geneva, 1972
- [5] “World Health Organization: Air Quality Guidelines For Europe”, WHO , Copenhagen, 1987
- [6] Holman, C. Air Pollution And Health, Friends Of The Earth, London, 1989
- [7] Bayram H. Türkiye’de Hava Kirliliği Sorunu: Nedenleri, Alınan Önlemler ve Mevcut Durum. Toraks Dergisi, 2005;6(2):159–165.
- [8] Doğan F., Kitapçioğlu G., “İzmir İlinde Hava Kirliliğinin Yıllar İtibariyle Karşılaştırılması”, Ege Tıp Dergisi 46(3):129-133, 2007
- [9] Başar P., Okyay P., Ergin F., Coşan S., Yıldız A., “Aydın İli Kent Merkezinde Hava Kirliliği”, ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi 6(3):11-15, 2005
- [10] Yazıcı H., Akçay M., Çay Y., Sekmen Y., Yılmaz İ.T., Gölcü M., “ Hava Kirliliğinin Doğal Gaz Kullanımı İle Değişimi, Denizli İli Örneği”, Journal of Technical Online, Volume:9, Number 3:205-215, 2010.
- [11] Manisa Nüfus ve Sağlık Araştırması, 1999
- [12] [www.manisakulturturizm.gov.tr/belge/1-56116/istatistikler.html](http://www.manisakulturturizm.gov.tr/belge/1-56116/istatistikler.html) (01.06.2011)
- [13] [www.mosb.org.tr/HizmetDetay.asp?Id=3](http://www.mosb.org.tr/HizmetDetay.asp?Id=3) (02.06.2011)
- [14] Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (HKKY), 2 Kasım 1986

