

## HAVA KİRLİLİĞİNİN DOĞAL GAZ KULLANIMI İLE DEĞİŞİMİ, DENİZLİ İLİ ÖRNEĞİ

Hilmi YAZICI<sup>a</sup>, Mehmet AKÇAY<sup>a\*</sup>, Yusuf ÇAY<sup>b</sup>, Yakup SEKMEN<sup>b</sup>

İ. Turgut YILMAZ<sup>c</sup>, Mustafa GÖLCÜ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Pamukkale Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü,20070,  
Kınıklı/DENİZLİ

<sup>b</sup>Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 78020,  
KARABÜK

<sup>c</sup>Kırklareli Üniversitesi Lüleburgaz Meslek Yüksekokulu Otomotiv Programı, 39870,  
Lüleburgaz / KIRKLARELİ

### Özet

Günümüz hava kirliliğinin en önemli nedenlerinden bir tanesi, fosil kökenli yakıtlardır. Bu yakıtların yakılması ile açığa çıkan emisyonlar hava kalitesini önemli derecede bozmakta ve insan sağlığına olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada, Denizli İli'nin doğalgaz kullanmaya başlamadan önceki ve doğalgaza geçiş ile hava kirlilik parametreleri (SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub>) incelenmiştir. Doğal gaz kullanımının hava kalitesine etkisi araştırılmıştır. İlde ısınma ihtiyacını karşılamak için kömür, fuel-oil ve mazot kullanılırken 2007 yılı sonu itibariyle doğal gaza geçilmiştir. Doğal gazın kullanılmaya başlanmasıyla diğer fosil yakıtların kullanımı azalmıştır. Çalışmanın sonunda, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde (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 ulaştığı tespit edilmiştir. 2007 yılı sonunda doğal gaz kullanımına geçiş ile birlikte bu değerde bir düşüş gözlenmiştir.

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

---

\* Sorumlu yazar: Tel: 90.258.2963056; Fax: 90.258.2963263  
E-mail address: [makcay@pau.edu.tr](mailto:makcay@pau.edu.tr)

## THE CHANGE OF AIR POLLUTION WITH USE OF NATURAL GAS, EXAMPLE OF DENİZLİ

### Abstract

At the present day, one of the most important causes of air pollution is fossil fuels. The emissions generated by the burning of these fuels significantly impair the quality of air and there are negative effects on human health. In this study, parameters of air pollution (SO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub>) were investigated before starting use of natural gas and with the transition to natural gas in Denizli. Effects of natural gas using on air quality were investigated. While using of the coal, fuel-oil and diesel to meet of heating needs in city, was passed to natural gas by the end of 2007. The using of other fossil fuels decreased, because of the using of natural gas. At the end of the study, it was observed that value of 250 µg/m<sup>3</sup> for SO<sub>2</sub>, which was stated in the Air Quality Assessment and Management Regulation (AQAMR), was not exceeded in any winter seasons. It has been identified that value of 200 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10</sub>, which is specified in the regulation, has been exceeded and reached to 224 µg/m<sup>3</sup> in the winter season of 2006-2007. At the end of 2007, with the transition to natural gas usage, a decline has been observed again in this value.

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

### 1. Giriş

Havanın kirlenmesi, insan ve çevreye zarar verecek miktardaki kirleticilerin atmosfere karışması olarak tanımlanabilir [1]. Günümüz dünyasında, her geçen gün artan çevre sorunlarından biri de hava kirliliğidir. Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak, artan enerji kullanımı, endüstrinin gelişimi ve şehirleşmeyle ortaya çıkan hava kirliliği insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkilerin meydana gelmesine sebep olmaktadır.

Hava, doğal kaynaklar ve insan faaliyetleri sonucunda kirlenmektedir. Doğal hava kirleticiler, orman yangınları, volkanik patlamalar ve toz fırtınaları olarak gösterilebilir. İnsan faaliyetleri sonucu hava kirlenme kaynakları ise; ulaştırma, endüstri ve ısınma olarak sıralanabilir. Günümüzde bu faaliyetleri yerine getirebilmek için fosil

kökenli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Ulaştırma alanında; petrol, endüstri alanında; petrol ve kömür, ısıtmada ise; petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil kökenli yakıtlar kullanılmaktadır. Çizelge 1’de genel olarak ısıtmada kullanılan yakıtlar ve özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1: Isıtmada kullanılan yakıtların karşılaştırılması [2]

	<b>Kömür</b>	<b>Fuel-Oil</b>	<b>Doğal Gaz</b>
Karbon Oranı (%)	77.40	84.58	73.98
Hidrojen Oranı (%)	1.40	10.90	24.57
Kükürt Oranı (%)	1.00	4.00	-
Kül Oranı (%)	8.00	-	-
Nem Oranı (%)	7.00	-	-
Isıl Değeri kJ/kg-kcal/kg	29 600-7 080	39 220-9 380	49 085-11 780
Baca Gazındaki SO <sub>2</sub> Oranı (ppm)	1.64	5.50	-
Hava Fazlalığı	1.40-2.00	1.20-1.30	1.05-1.10

Ülkemizde ısınma ihtiyacı, kömür, petrol kökenli yakıtlar, doğalgaz ve bazı bölgelerde ise jeotermal enerjiden sağlanmaktadır. Bu alanda en çok tüketilen enerji kaynağı kömür iken son yıllarda yapılan doğalgaz anlaşmaları ve yatırımları ile doğalgaz da önemli ölçüde ısınma ihtiyacını karşılamak için kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle il merkezlerinde kükürt içerikli kömür ve petrol kökenli yakıtlar yerine çevreyi kirletmeyen doğal gaz bir alternatif enerji kaynağı olarak görülmüştür. Ülkemizde de yoğun kentleşme ile ortaya çıkmış bulunan hava kirliliğini gidermede doğal gazdan faydalanma yoluna gidilmiştir [3]. Bu konudaki olumlu sonuçlar gün geçtikçe kendini göstermektedir.

Doğal gaz günümüzden milyonlarca yıl önce yer kürede yaşamış olan canlı artıklarının yer katmanları arasında, basınç ve sıcaklık altında dönüşüme uğramasıyla ortaya çıkmaktadır. İçersinde büyük oranda (%70-95) metan (CH<sub>4</sub>), daha az oranda etan (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), bütan (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), azot (N<sub>2</sub>), karbondioksit, (CO<sub>2</sub>), hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) ve helyum (He) içeren renksiz, kokusuz, havadan hafif ve yüksek enerjili bir gaz yakıttır [4].

Türkiye’de tüketime sunulan yıllık doğal gaz miktarı 2010 yılı için 55 milyar metreküp mertebesine ulaşması beklenmektedir. Türkiye’de de sınırlı da olsa doğal gaz çıkarılmakta ve kullanıma sunulmaktadır. Ülkemiz, doğal gazı esas olarak Rusya ve

İran'dan boru hatlarıyla, Cezayir ve Nijerya'dan sıvılaştırılmış (LNG-Liquid Natural Gas) olarak deniz yoluyla satın almaktadır [5].

Doğal gaz diğer yakıtlara nazaran çevreyi kirletmeyen bir yakıttır. Çevreyi kirleten üç ana faktör (SO<sub>2</sub>, PM ve is) doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır. Doğal gazın en önemli özelliklerinden birisi de zehirsiz olmasıdır. Doğal gazın solunması halinde zehirleyici ve öldürücü bir etkisi yoktur. Ancak ortamda çok fazla birikmişse teneffüs edilecek oksijen azaldığından dolayı boğulma tehlikesi vardır. Yanma ürünü gazlar ortama yayılırsa, diğer yakıtlarda olduğu gibi içerisindeki CO nedeniyle zehirlenme yapabilir [6].

Denizli ili ısınma ihtiyacı için gerekli olan enerjinin belirli bir bölümünü doğal gazdan karşılamaktadır. Denizli'nin doğal gazla buluşması çok eski bir tarihe dayanmamaktadır. Doğal gaz ihalesi 2004 yılı Temmuz ayında yapılmış, Nisan 2005'te borular döşenmeye başlanmış ve 2007 yılı sonlarına doğru evlere doğal gaz pompalanmaya başlanmıştır. 2008 sonu itibariyle kentin % 45'ine doğal gaz götürülmüştür. Yine 2008 sonu itibariyle kentte 56.000 doğal gaz aboneli bulunmaktadır. 2010 yılı sonuna kadar 117.000 aboneye ulaşılması hedeflenmekte ve 963 milyon metreküp gaz tüketilmesi öngörülmektedir [7].

Denizli, Anadolu Yarımadası'nın güneybatı, Ege Bölgesi'nin doğusunda yer almaktadır. Ege, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri arasında bir geçit durumundadır. Denizli ilinin her üç bölge üzerinde de toprakları vardır. Denizli ili Ege Bölgesi'nde olmasına rağmen bu bölgeni iklimi tamamen görülmez. Kıyı kesimlerden iç bölgelere geçiş yerinde olduğundan az da olsa iç bölgelerin iklimi hissedilir. Denizli'de dağlar genel olarak denize doğru dik olduğundan denizden gelen rüzgârlara açık bulunmaktadır. Kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir, sıcaklık en fazla -10 °C'ye düşmektedir. İlin yükseltisi 428 m'dir. 2008 yılı il merkezi nüfusu 479.381'dir [8].

Yapılan bu çalışmada, Denizli ilinin doğalgaz kullanmaya başlamadan önceki ve doğalgaza geçiş ile hava kirlilik parametrelerindeki değişim grafik ve tablolar halinde incelenmiştir. Doğal gaz kullanımının hava kalitesine etkisi araştırılmıştır ve yapılan araştırmaya göre de sonuç ve önerilerde bulunulmuştur.

## **2. Materyal ve Metot**

Bu araştırma Denizli il merkezi için 2004 yılı ve 2009 yılları arasındaki kış sezonu (Ekim-Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart) hava kirliliği ölçümlerinde elde edilen SO<sub>2</sub> ve partikül madde (PM) değerleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Araştırma, Denizli İl Çevre ve Orman Müdürlüğü ve Denizli Belediyesi ile ortak bir çalışmadır. Çalışmada Denizli İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün elde ettiği SO<sub>2</sub> ve PM ölçüm değerleri kullanılmıştır.

Denizli'de iki adet hava kalitesi izleme istasyonu mevcuttur. Bu istasyonların her ikisi de il merkezinde bulunmaktadır. Denizli-I istasyonunun rakımı 402 m, Denizli-II istasyonunun rakımı ise 335 m'dir. Bu iki istasyonda, gün içerisinde her saat ölçüm yapılmakta, daha sonra bu değerlerin toplamı 24'e bölünerek günlük ortalama hava kirlilik değerleri bulunmaktadır. Günlük bulunan ortalama hava değerlerinin toplamı ise, ölçüm yapılan ayın gün sayısına bölünerek aylık ortalama hava kirlilik değerleri elde edilmektedir.

Kirletici maddelerin havaya karışması için kaynak, taşıyıcı ortam ve alıcı ortamın bulunması gerekmektedir. Alıcı için hava kalitesinin ve sınır değerlerinin ne olması gerektiği 6 Haziran 2008 tarihli Resmi Gazete de yayınlanan "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği" çerçevesinde belirtilmiştir.

Genellikle hava kalitesi sınır değerleri; uzun vadeli sınır değerler (UVS) ve kısa vadeli sınır değerler (KVS) olmak üzere iki şekilde tanımlanmaktadır. UVS, hava kirliticilerinin düşük miktarlarının uzun sürede solunmasıyla ortaya çıkan kronik etkiler için verilen üst sınır değerleri gösterir. KVS ise, kısa sürede hava kirliticilerinin yüksek derişimlerinin solunmasıyla ortaya çıkan kısa süreli akut etkiler için belirtilen sınır değerleri göstermektedir [9].

Esas hava kirliliğine neden olan SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> miktarlarının sınır değerleri, değerlendirme ve uyarı eşikleri Çizelge 2'de gösterilmektedir. Buradaki PM<sub>10</sub> ifadesi, arsenik, kadmiyum, nikel ve benzo(a)piren element ve bileşiklerinin toplam miktarını göstermektedir [10]. PM<sub>10</sub> içerisinde insan sağlığını ciddi şekilde tehdit edici ve ölümlere sebebiyet verebilecek bileşikler bulunmaktadır. Hava kirliliğini önleme çabaları sonucu canlı ve insan sağlığını ciddi derecede tehdit eden bu bileşiklerin değerleri zamanla Dünya Sağlık Örgütü'nün öngördüğü değerlere getirilebilir.

Çizelge 2. SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> için geçiş dönemi uzun vadeli ve kısa vadeli sınır değerleri ve uyarı eşikleri [10]

Kirletici	Ortalama Süre	Limit Değer	Sınır Değerin Yıllık Azalması	Uyarı Eşiği (verilen değerler 24 saatlik ortalamalardır)
SO <sub>2</sub>	Saatlik	900 µg/m <sup>3</sup>		
	-KVS- 24 saatlik % 95/yıl  -insan sağlığının korunması için	400 µg/m <sup>3</sup>	Sınır değer 01.01.2008 tarihinde başlayarak 01.01.2014 tarihine kadar 200 µg/m <sup>3</sup> (sınır değerinin %50'si) olana kadar her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	
	Kış sezonu ortalaması (1 Ekim-31 Mart)  -insan sağlığının korunması için	250 µg/m <sup>3</sup>	Sınır değer 01.01.2008 tarihinde başlayarak 01.01.2014 tarihine kadar 125 µg/m <sup>3</sup> (sınır değerinin %50'si) olana kadar her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	İlk seviye 500 µg/m <sup>3</sup>  İkinci seviye 850 µg/m <sup>3</sup>
	Hedef sınır Değer (Yıllık aritmetik ortalama)	60 µg/m <sup>3</sup>		
	Hedef sınır Değer Kış sezonu ortalaması (1 Ekim-31 Mart)	120 µg/m <sup>3</sup>		Üçüncü seviye 1100 µg/m <sup>3</sup>
	-UVS- yıllık  -insan sağlığının korunması için	150 µg/m <sup>3</sup>		Dördüncü seviye 1500 µg/m <sup>3</sup>
	-UVS- yıllık  -hassas hayvanların, bitkilerin ve nesnelerin korunması için	60 µg/m <sup>3</sup>	Sınır değer 01.01.2008 tarihinde başlayarak 01.01.2014 tarihine kadar 20 µg/m <sup>3</sup> (sınır değerinin % 33'ü) olana kadar her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	
PM <sub>10</sub> *	-KVS- 24 saatlik % 95/yıl  -insan sağlığının korunması için	300 µg/m <sup>3</sup>		İlk seviye 260 µg/m <sup>3</sup>  İkinci seviye 400 µg/m <sup>3</sup>

\* PM<sub>10</sub>, asılı partikül madde-siyah duman olarak ölçülebilir. Siyah duman değerlendirmesi ve gravimetrik birimlere çevrimi için, hava kirliliğini ölçme metotları ve anket teknikleri üzerine çalışan OECD grubunun standartlaştırdığı metot (1964), referans metot olarak alınır.

Kış sezonu ortalaması (1 Ekim-31 Mart) -insan sağlığının korunması için	200 µg/m <sup>3</sup>	Sınır değer 01.01.2008 tarihinde başlayarak 01.01.2014 tarihine kadar 90 µg/m <sup>3</sup> (sınır değerinin % 45'i) olana kadar her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	Üçüncü seviye 520 µg/m <sup>3</sup>
-UVS- yıllık -insan sağlığının korunması için	150 µg/m <sup>3</sup>	Sınır değer 01.01.2008 tarihinde başlayarak 01.01.2014 tarihine kadar 60 µg/m <sup>3</sup> (sınır değerinin % 40'i) olana kadar her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	Dördüncü seviye 650 µg/m <sup>3</sup>

### 3. Bulgular

Çalışma kapsamında Denizli İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nden alınan veriler derlenerek Denizli il merkezi için 2004–2009 arası kış sezonu hava kirliliği profili çıkarılmıştır.

Çizelge 3'de 2004-2009 yıllarındaki SO<sub>2</sub> ölçüm değerleri verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, SO<sub>2</sub> emisyonlarının maksimum değerine 2006–2007 sezonunun Aralık (218 µg/m<sup>3</sup>) ve Ocak (186 µg/m<sup>3</sup>) aylarında ulaştığı görülmektedir. Bu değerlerin HKDYY'nin belirttiği 250 µg/m<sup>3</sup> sınır değerinin daha aşağısında olduğu görülmektedir. Bu dönemde doğal gaz kullanılmamakta olup dönemin sonunda doğal gaz kullanımına geçilmediği daha önce ifade edilmiştir.

Çizelge 3. 2004–2009 yılları arasında ölçülen kış sezonu SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) değerleri [11]

KIŞ SEZONU	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	Kış Sezonu Ortalaması
2004–2005				88	72	77	79
2005–2006	47	110	158	138	117	60	105
2006–2007	18	146	218	186	102	62	122
2007–2008	11	42	71	115	60	25	54
2008–2009	11	34	71	71	30	27	41

Çizelge 4'de 2004-2009 yıllarındaki PM<sub>10</sub> ölçüm değerleri verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, PM<sub>10</sub> emisyonlarının maksimum değerine 2006–2007 sezonunun Aralık

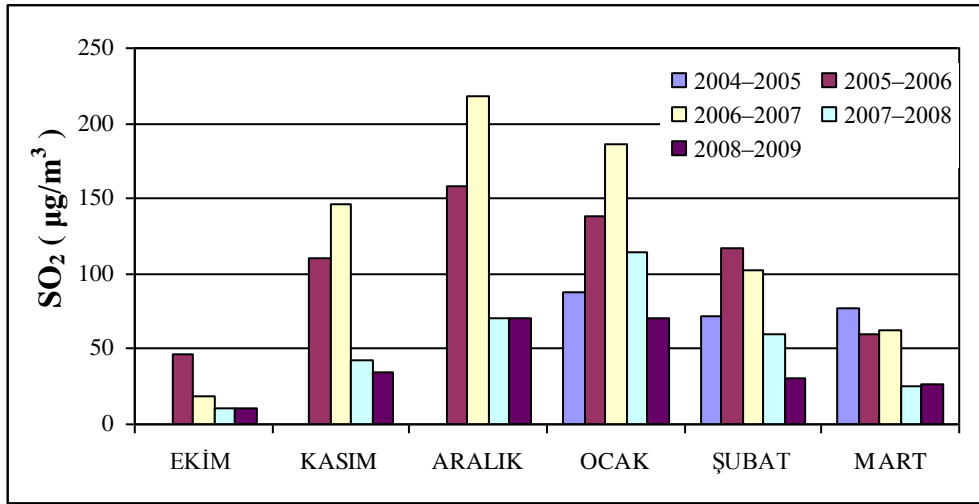
(307  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Ocak (281  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aylarında ulaştığı görülmektedir. Bu değerlerin HKDYY'nin belirttiği 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sınır değerinin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. Doğal gaz kullanımı ile birlikte (2007-2008 sezonu ve sonrası) bu değerde önemli bir düşüş gözlemlenmektedir.

Çizelge 4. 2004–2009 yılları arasında ölçülen kış sezonu  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) değerleri [11]

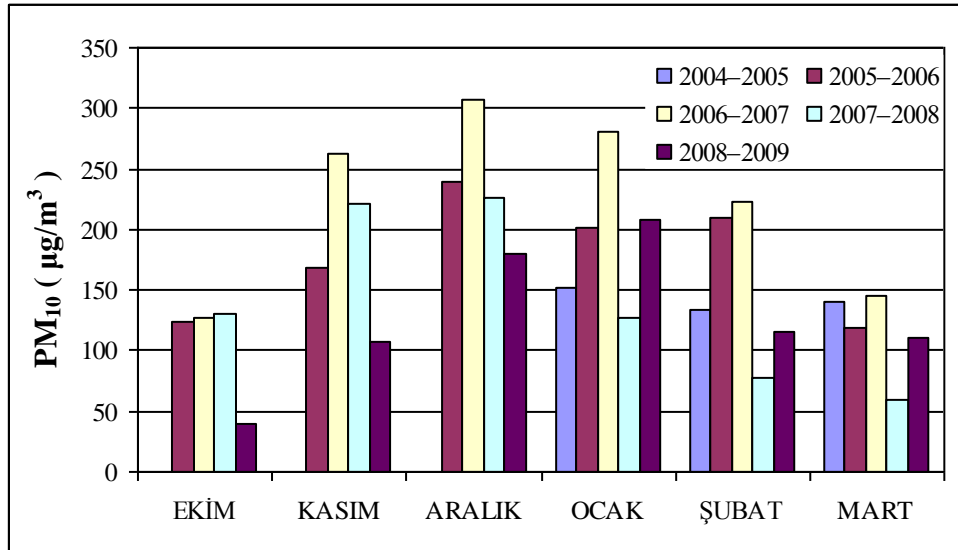
KIŞ SEZONU	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	Kış Sezonu Ortalaması
2004–2005				152	133	141	142
2005–2006	123	168	240	202	210	119	177
2006–2007	127	263	307	281	223	145	224
2007–2008	131	222	226	127	77	59	140
2008–2009	39	108	180	208	116	111	127

Şekil 1'de aylık  $\text{SO}_2$  değerleri görülmektedir. Burada 2004–2005 kış dönemi için Ekim, Kasım ve Aralık ayı değerleri, ulaşamadığı için gösterilmemiştir. Doğal gazın 2007 yılı sonuna doğru kullanılmaya başlandığı göz önüne alındığında, 2007-2008 kış sezonundan itibaren  $\text{SO}_2$  değerinin düştüğü görülmektedir. Kükürtdioksit 2005-2006 kış sezonunda bir önceki sezona göre % 33, 2006-2007 sezonunda ise bir önceki sezona göre % 16'lık bir artış göstermiştir. Bu kirleticinin miktarında, 2007-2008 kış sezonunda ise bir önceki sezona göre % 56'lık bir azalma olmuştur. Doğal gazın konutlarda ısınma ihtiyacını karşılamak için kullanılmaya başlanmasıyla  $\text{SO}_2$  değerinde önemli bir düşüş olmuştur.



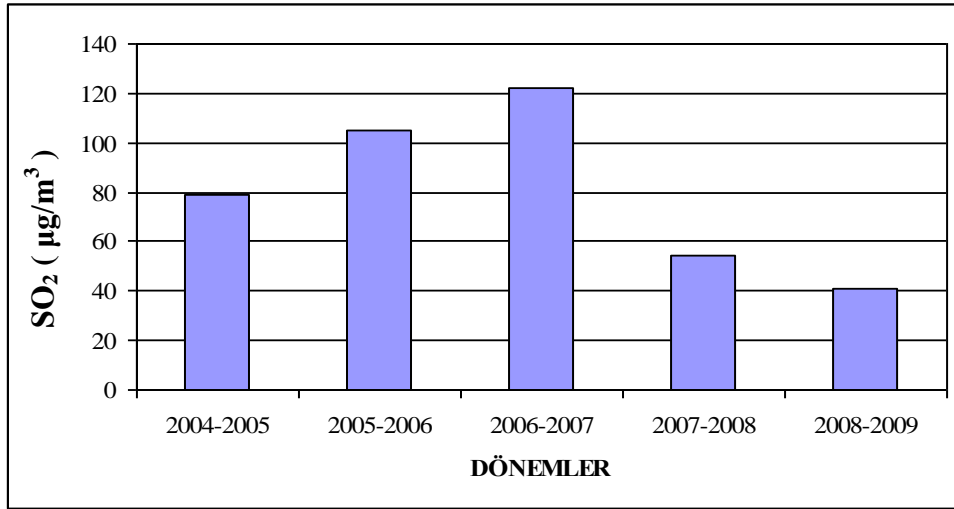


Şekil 1. Kış sezonu için aylara göre SO<sub>2</sub> değerleri.



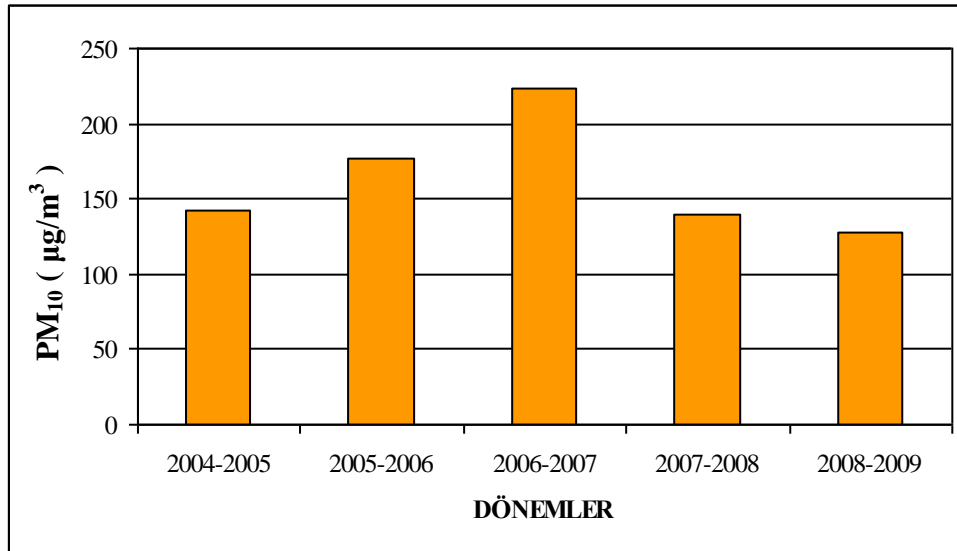
Şekil 2. Kış sezonu için aylara göre PM<sub>10</sub> değerleri.

Partikül madde değerlerinde ise doğal gazın kullanılmaya başladığı döneme kadar artış görülmektedir. 2006-2007 kış sezonunda, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen 200 µg/m<sup>3</sup> sınır değeri aşılmış ve kış sezonu ortalaması 224 µg/m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır. Doğal gazın kullanılmaya başlamasıyla partikül madde miktarındaki değişim, her kış sezonunda bir önceki sezona göre azaldığı görülmüştür. 2007-2008 kış sezonunda bir önceki sezona göre PM<sub>10</sub> miktarında %37'lik bir azalma olmuştur.



Şekil 3. SO<sub>2</sub>'nin yıllara göre ortalama değerleri

Doğal gazın kullanılmadığı sezonlarda ve yıllarda SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> değerlerinin sürekli arttığı görülmektedir (Çizelge 3, Çizelge 4). 2007 yılından itibaren doğalgazın kullanılmaya başlanmasıyla bu kirleticilerin değerlerinde önemli düşüşler olmuştur. Her iki kirleticinin en yüksek seviyeye ulaştığı sezon 2006-2007 kış sezonudur.



Şekil 4. PM<sub>10</sub>'un yıllara göre ortalama değerleri

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bazı aylarda partikül madde miktarının müsaade edilen sınır değeri aştığı görülmüşse de sezon ortalaması göz önüne alındığında 2006-2007 kış sezonu hariç diğer sezonlarda 200 µg/m<sup>3</sup> sınır değeri aşılmamıştır. Denizli'de, hava kalitesi

yönetmeliğinde belirtilen SO<sub>2</sub> sınır değerine göre, geçen yıllarda kükürtdioksit sınırı aşılmamıştır. Bunun nedeninin düşük kükürtlü kömür kullanımı olduğu düşünülmektedir. 2004-2009 yılları kış sezonlarında her iki kirletici de uyarı eşik değerine ulaşmamıştır.

Hava kirliliğindeki bu azalmayı devam ettirmek için, temiz bir enerji olan doğal gazın konut ısınmasında kullanımı arttırılmalıdır. Daha fazla konutun doğal gazdan istifade etmesini sağlamak için, belediye tarafından yeni doğalgaz etapları hayata geçirilmelidir. Bununla birlikte doğal gazdan alınan vergiler düşürülmeli ve aile ekonomisi sarsacak derecede zam yapılmamalıdır.

### **Kaynaklar**

- [1] Müezzinoğlu A. Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 0908.87.DK.006.042, İzmir, 1987
- [2] Eren Z., Turan T. Doğal Gaza Geçiş İle Birlikte Erzurum İlinde Fosil Yakıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliğindeki Değişim, TBMMOB Çevre Mühendisleri Odası 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2007
- [3] Gültekin, A.H., Örgün, Y. Doğal Gaz Ve Çevre, Çevre Dergisi, Sayı:9, 1993
- [4] Karakoç H. Doğal Gaz Tesisatı. Demirdöküm Teknik Yayınları, Yayın No:10, 2006
- [5] Dağsöz A. K. Doğal Gaz ve LPG Devreleri Cihazları Hesabı. İTÜ Makine Fakültesi, 3. Baskı, Teknik Yayın No:3, 2002
- [6] Küçükyalı R. Doğal Gaz-LPG Tesisatı ve Bacalar. Isısan Çalışmaları No:345, 2003
- [7] Denizli Belediyesi, <http://www.kentgazdenizli.com.tr>, 2010
- [8] Denizli Belediyesi Kent Sağlığı Profili Raporu, 2009
- [9] Okutan H. Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü. Marmara Araştırma Merkezi Matbaası, Gebze-Kocaeli, 1993
- [10] Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete, sayı:26898, 2008
- [11] Denizli İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Hava Kirliliği Ölçüm Raporu, 2009