

Hava Kalitesine Doğalgazın Etkisi: Kahramanmaraş Örnek Çalışması

Muharrem İMAL^{1*}, Çelebi KARAPINAR¹, Oğuz DOĞAN¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET: Doğalgaz diğer yakıtlara nazaran çevreyi kirlilemeyen bir yakıttır. Çevreyi kirlileten üç ana faktör (SO₂, PM ve is) doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır. Yapılan bu çalışmada, Kahramanmaraş ilinin doğalgaz kullanmaya başlamadan önceki ve doğalgaza geçiş ile hava kirlilik parametrelerindeki değişim incelenmiştir. Doğalgaz kullanımının hava kalitesine etkisi araştırılmıştır ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal Gaz, Hava Kirliliği, SO₂, PM

The Effect of Natural Gas Usage on Air Quality, A Case Study of K.Maraş

ABSTRACT: In this study sulfur dioxide (SO₂) and particulate substance (PM) density rate have been measured through analyzing the various factors affecting the air quality in Kahramanmaraş. It has been aimed to point out how the air pollution could be cut down to minimum with these parameters. For this purpose SO₂ and PM density rates between the years 2007–2012 from Provincial Environmental Directorate of Kahramanmaraş, temperature and wind range values from Provincial Meteorology Directorate of Kahramanmaraş, the increase of population from Turkish Statistical Institute, volume of consumed natural gas and the increase rate in the number of subscribers between the years 2007–2012 from ARMADAŞ have been obtained.

Keywords: Marine Pipeline, Hydrodynamic Force, Stokes 3rd.Order Wave Theory

1. GİRİŞ

Havanın kirlenmesi, insan ve çevreye zarar verecek miktardaki kirlenmelerin atmosfere karışması olarak tanımlanabilir [1]. Günümüzde, çevre sorunlarının başında gelen hava kirliliği, geleceğin dünyasını tehdit etmekte, ekolojik tehlikelerle karşı karşıya bırakmaktadır.

Hava, doğal kaynaklar ve insan faaliyetleri sonucunda kirlenmektedir. Doğal hava kirlenmeler, orman yangınları, volkanik patlamalar ve toz fırtınaları olarak gösterilebilir. İnsan faaliyetleri sonucu hava kirlenme kaynakları ise; ulaştırma, endüstri ve ısınma olarak sıralanabilir.

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 kirlilemeyen doğalgaz bir alternatif enerji kaynağı olarak görülmüştür[2].

Doğalgaz diğer yakıtlara nazaran çevreyi kirlilemeyen bir yakıttır. Çevreyi kirlileten üç ana faktör (SO₂, PM ve is) doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinde ısınma ihtiyacı için gerekli olan enerjinin belirli bir bölümü doğalgazdan karşılanmaktadır. Kahramanmaraş'ın doğalgaz ihalesi 2005 yılı Temmuz ayında yapılmış ve 2006 yılı sonlarına doğru evlere doğal gaz verilmeye başlanmıştır. 2012 sonu itibarıyla kentin % 44'üne doğal gaz götürülmüştür. Yine 2012 yılı itibarıyla kentte 44.000 doğal gaz aboneli bulunmaktadır[4].

Yapılan bu çalışmada, Kahramanmaraş ilinin doğalgaz kullanmaya başlamadan önceki ve doğalgaza geçiş ile hava kirlilik parametrelerindeki değişim incelenmiştir. Doğalgaz kullanımının hava kalitesine etkisi araştırılmıştır ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Hava Kirliliğinin Kaynakları

Hava kirlenmelerin temel iki kaynağı bulunmaktadır. Bunlar, doğal hava kirlenme kaynakları ve yapay kaynaklar olarak sıralanır.

2.1.1. Doğal kaynaklar

Volkanik faaliyetler, orman yangınları, bitki ve hayvan artıklarının bozulması atmosfere çeşitli gaz ve partiküllerin salınmasına neden olur. Dünyanın çeşitli yerlerinde zaman zaman volkanik faaliyet gösteren yanardağlar önemli bir doğal hava kirlenme kaynağıdır.

*Sorumlu Yazar: Muharrem İmal, muharremimal@ksu.edu.tr

Benzer şekilde, özellikle yaz aylarında meydana gelen orman yangınları da atmosfere kirletici gaz ve toz yayarlar. Bunların dışında tarımsal faaliyetler, bitki ve hayvan artıklarının bozulma ürünleri de hava kirletici kaynakları arasındadır.

2.1.2. Yapay kaynaklar

Yapay kaynaklı hava kirliliği insan eliyle olan hava kirliliğidir. İnsan kaynaklı hava kirliliği oluşum sebepleri genel olarak üç grupta toplanmaktadır.

Alansal kaynak grubunda en önemli kaynak konutların ısıtılmasıdır. Son yıllarda doğal gaz kullanımı hızla artmakta ve kükürt değeri az, kalori değeri yüksek olan tamamen ithal veya ithal yerli kömür karışımı yakıt kullanılmaktadır. Isıtmada kullanılan diğer yakıt cinsleri de fuel-oil, motorin, gaz yağı ve odundur.

Ülkemizde üretilen enerji kaynaklarının % 41'i konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle kış aylarında görülen hava kirliliğinin %90'ı ısınmadan kaynaklanmaktadır. 1950'den itibaren gerçekleşen hızlı kentleşme konutların ısınması kaynaklı enerji tüketimini gittikçe artırarak hava kirliliğinin ortaya çıkışında önemli bir katkıda bulunmuştur. Isıtmada kullanılan yakıtın yüksek oranda kükürt ve kül içermesi binalarda ısı yalıtımının yetersiz olması yakılan kömür ve fuel-oil'in alçak bacalarda atmosfere verilmesi yakıtın tam olarak yanmaması gibi faktörlerin yanı sıra inversiyon gibi meteorolojik faktörler bir araya geldiğinde hava kirliliğine katkıda bulunmaktadır [5].



Şekil 1. Alansal Hava Kirletici Kaynak

Çizgisel kaynak grubunda hava kirliliğinin esas nedeni ulaştırma kaynaklıdır. Bu kaynaklardan yanma sonucu azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_x), karbon monoksit (CO), hidrokarbonlar (HC) ve partiküller madde (PM) kirletici olarak atmosfere yayılmaktadır.

Ulaştırma araçlarından kaynaklanan kirlilikten başta kurşun olmak üzere karbon monoksitler hidrokarbonlar partikül kirleticilerdir. Ayrıca yazın güneş ışınlarının etkisiyle ozon oluşumu daha da

kolaylaşmakta ve fotokimyasal kirlilik meydana gelmektedir. Şehirlerde hava kirliliğinin % 40'ını trafik oluşturmaktadır [5].

Noktasal kaynaklar grubunda fabrikalar, sanayi ve enerji santralleridir. Bu işletmelerde üretim yapmak için gerekli olan enerjiyi sağlamak için kullanılan yakıttan atmosfere kirletici çıkmaktadır. Yine boya maddeleri ve temizleme çözeltileri gibi organik maddelerin buharlaşmasından noktasal olarak kirlilik meydana gelmektedir.

Sanayi açısından gelişmiş ve gelişmemiş iller kıyaslandığında kışın ısınmaya bağlı hava kirliliği nedeniyle tüm kentlerde hava kirleticileri arttığı halde sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu bölgelerde yaz aylarında SO₂ düzeyi belli bir düzeyi korumaktayken diğer illerde sifira yakın bir düzeye inmektedir.

2.2. Hava Kirleticileri

Havayı kirleten maddeler gazlar ve partiküller olmak üzere ikiye ayrılır. Bu kirleticiler, gaz (SO₂, NO_x, HC, CO, CO₂) ve toz (duman, metalik duman, uçucu kül, mist, aerosoller) halindeki kirleticilerdir.

2.2.1. Kükürtdioksit (SO₂)

Gaz halindeki kirleticiler arasında yanıcı olmayan renksiz bir gaz olan kükürt oksitler en çok bilinen hava kirleticilerdendir. Atmosferde kalıcılık süresi 40 günü bulmaktadır. Çoğunlukla fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelirler.

Antropojenik kükürt oksitlerin % 80'inden fazlasının endüstriyel kaynaklardan meydana geldiği tahmin edilmektedir.

2.2.2. Azot Oksitler (NO_x)

Azot oksitler (NO_x) yüksek sıcaklıklarda (1200 °C) oluşan oldukça reaktif gazlardır. Azot oksitlerin pek çok türü renksiz ve kokusuzdur ve suda erimez. Bu nedenle üst solunum yollarında elimine edilmeden solunum yollarının en uç noktalarına kadar inhale edilir ve buralarda olumsuz etkilerini gösterirler.

2.2.3. Hidrokarbonlar (HC)

Hidrokarbonlar karbon ve hidrojenen oluşan organik yapıya sahip bileşiklerdir. Bunların bileşiminde karbon ve hidrojen dışında başlıca oksijen, azot, klorür, fosfor, kükürt bulunabilir. Hidrokarbonlar aromatik, alifatik ve halkalı yapıda olabilirler. Dört karbona sahip bileşikler çoğunlukla gaz hâlinde bulunurlar. Sekiz karbona sahip bileşikler sıvı veya buhar basınçları genellikle yüksek olduğundan buhar hâlinde olurlar. Çevre kirlenmesinde hidrokarbonların gaz ve buhar

hâlinde olanları önem taşır. Doğal kaynakları arasında bataklıklar, jeotermal enerji elde edilen bölgeler, doğal gaz ve petrol çıkarma yerleri ve kömür yatakları sayılabilir. İnsan faaliyetlerine dayalı başlıca kaynakları; ulaşım araçları, petrol rafinerisi ve petrokimya endüstrileridir.

2.2.4. Partiküller Madde (PM)

Partiküller, hava kirleticiler içerisinde önemli bir yere sahiptir. Partiküller; toz, duman, sis ve smog (duman) olarak sınıflandırılabilir. Partikül madde, atmosferde asılı bulunan katı partiküllerin ve sıvı damlacıkların bir karışımıdır. Partikül boyutları çok geniş bir aralığa sahiptir. Toz, duman, is gibi bazı partiküller gözle görülebilecek kadar büyüktür. Bunun yanında, ancak mikroskopla görülebilen boyutlarda partiküller de bulunmaktadır[7].

Hava kaynaklı partiküler madde (PM), inorganik ve organik maddelerin kompleks karışımlarını temsil eder. Kütle ve bileşimi yönünden; aerodinamik çapı 2.5 µm den büyük kaba partiküller, aerodinamik çapı 2.5 µm den küçük ince partiküller olarak iki gruba ayrılır[6].

3. KAHRAMANMARAŞ'TA ISINMA AMAÇLI YAKILAN YAKITLARIN HAVA KALİTESİNE ETKİSİ

Kahramanmaraş'taki en önemli hava kirletici kaynak olarak ısınmada kullanılan yakıtlar sayılabilir. Kahramanmaraş'ta mevcut konut ve iş yerlerinin ısıtılmasında yakıt olarak kömür, ve doğalgaz kullanılmaktadır.

2011 yılında Kahramanmaraş'ta ısınma amaçlı olarak, 145.000 ton ithal kömür satıcılar aracılığı ile satılmış ve 31.000 ton yerli kömür ise yoksul ve yardıma muhtaç ailelere dağıtılmıştır. Aynı dönemde Kahramanmaraş'ta 81,650 milyon m³ doğalgaz tüketilmiştir.

Kahramanmaraş ilinde doğalgaz 2006 yılında kullanılmaya başlamış ve her geçen yıl abone sayısı artmaktadır. Ekonomik krizin etkilediği 2007-2009 yılları arasında doğalgaz abone sayısı istenilen düzeyde olmasa da 2010 ve 2011 yıllarında sektör toparlanmış ve şehirdeki abone sayısı artmaya başlamıştır. Kahramanmaraş'taki gaz dağıtım şirketi verilerine göre 2007-2012 yılları arasındaki abone sayısı çizelge 1.'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kahramanmaraş için yıllara göre doğalgaz abone sayıları

TARİH	ABONE SAYISI
31.12.2007	7887
31.12.2008	14460
31.12.2009	19835
31.12.2010	30545
31.12.2011	42229
01.05.2012	43779
TOPLAM HEDEF	100.000

Doğal gazın temiz bir yakıt olması, kazan bakım ve işletmesi açısından önemli bir avantaj sağlar. Fueloil veya kömür yakılması halinde kalorifer kazanı ısıtma yüzeyleri üzerinde biriken kül ve kurum tabakası hem yüzeyleri aşındırır hem de ısı geçişini engelleyerek kazan verimini düşürür. Doğal gaz kullanımında böyle bir sorun yoktur.

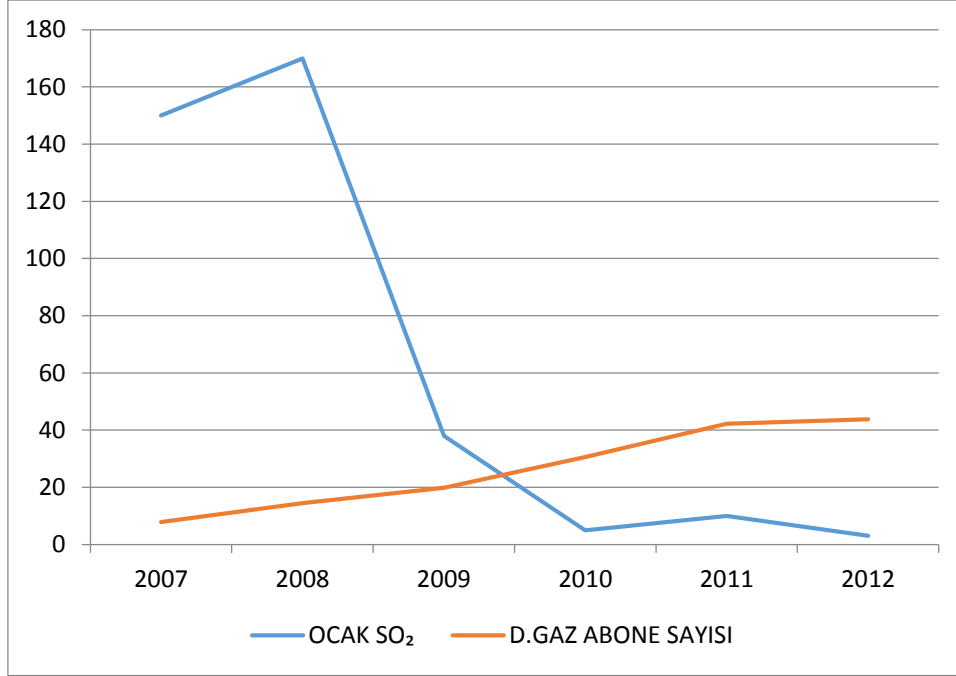
Ayrıca ısınmada kullanılan diğer yakıtlara göre emisyon değerleri oldukça düşük olan doğalgaz kullanımı hava kalitesi açısından da oldukça önemlidir. Çizelge 2.'de bir ton eşdeğer petrole (1 TEP) denk kömür, fuel-oil ve doğalgaz için bazı emisyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 2. Bir Ton Petrol Eşdeğeri Yakıtların Yanması Sonucu Ortaya Çıkan Emisyonlar[10].

Yakıt emisyonları (kg)	Kömür %1kükürt %10 kül	Fuel Oil %1 kükürt	Doğalgaz
PM	100	1,8	0,1-0,3
Kükürt oksitler	29,2	20	-
Karbon monoksit	1,5	0,7	0,3
Azot oksitler	11,3	8,2	2,3-4,3

Kahramanmaraş'ta hedeflenen doğalgaz abone sayısının yaklaşık %40'ına ulaşılmış tır. Bu oranda doğalgaz kullanımının Kahramanmaraş'ın hava

kalitesine etkisi ne kadardır? Bunun için 2007-2011 yılları arasındaki Kahramanmaraş'ın hava kalitesi raporları incelenerek



Şekil 2. Ocak ayı için yıllara göre SO₂ değerleri ve doğalgaz abone sayısı.

Şekil 2.'de Kahramanmaraş için SO₂ değerlerinin şehirdeki doğalgaz abone sayısı ile değişimi görülmektedir. Grafikte 2008 yılı ile 2009 yılı arasında keskin düşüş olduğu görülmektedir. Bunun yanında 2010, 2011, 2012 yıllarında da ölçülen SO₂ değerleri düşmeye devam etmiştir. Dolayısıyla doğalgaz kullanımı arttıkça havadaki SO₂ miktarı azalmaktadır.

Çizelge 2.'de görüldüğü üzere 1 TEP kömürde 29,2 kg kükürt bileşeni bulunurken bu miktar doğalgazda sıfıra yakındır. Doğalgaz kullanımı arttıkça doğru orantılı olarak kömür kullanımı azalacaktır. Buna bağlı olarak da atmosfere salınan SO₂ miktarı azalacaktır.

Çizelge 3. Kahramanmaraş'ta yıllara göre tüketilen doğalgaz miktarı.

Tarih	Kullanılan Doğalgaz (milyon m ³)
31.12.2007	9,457
31.12.2008	23,818
31.12.2009	42,990
31.12.2010	56,350
31.12.2011	81,650
01.05.2012	56,020

Tüketilen kömür miktarını yalnızca tüketilen doğalgaz miktarına bağlamak doğru olmayabilir. Yakılan kömür miktarını karşılaştırırken aynı dönemde tüketilen doğalgaz miktarına Çizelge 3. İncelendikten sonra Çizelge 4. verilen Kahramanmaraş'ın yıllara göre aylık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde 2010 yılı ocak ayında hava sıcaklığının 7,6 °C, 2011 yılının ocak ayında ise 6,4 °C olduğu görülmektedir. Daha soğuk geçen 2011 yılında daha fazla yakıt harcanacağından atmosfere bırakılan SO₂ miktarı da daha fazla olacaktır.

Ayrıca havadaki rüzgarın hızı atmosferdeki kirletici maddelerin dağılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle Çizelge 5.' de verilen Kahramanmaraş'ın yıllara göre aylık ortalama rüzgar değerlerinin incelenmesiyle, Şekil 2.' deki SO₂ azalmasının anlaşılması kolaylaşacaktır. 2010 yılının ocak ayında rüzgar hızı 0,6 m/sn iken 2011 yılının ocak ayında rüzgar hızı 0,4 m/sn olarak ölçülmüştür. Bu nedenle 2010 yılında ölçülen SO₂ değeri rüzgar hızına bağlı olarak 2011 den daha düşük olmuştur.

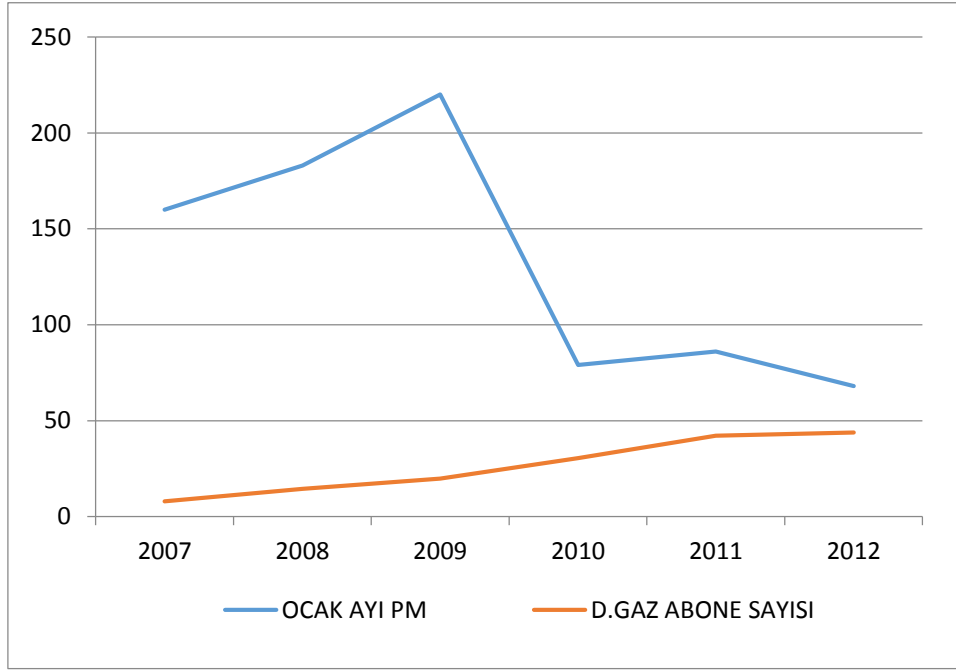
Doğalgaz kullanımı havanın SO₂ miktarını azaltmış ancak 2011 yılında gerek kış mevsiminin önceki yıla oranla daha soğuk geçmesi, gerekse de ölçüm yapılan zaman dilimlerinde 2011 yılında rüzgar hızının daha yavaş olması gibi nedenlerle; SO₂ değeri 2011 yılında artış göstermiştir.

Çizelge 4. Kahramanmaraş'ın yıllara göre aylık ortalama sıcaklık değerleri

Ay	2007	2008	2009	2010	2011
1	4.9	3.3	4.5	7.6	6.4
2	7.8	5.5	7.2	8.8	7.7
3	11.4	14.4	9.4	13.6	11.5
4	13.3	18.1	15.1	16.8	14.3
5	23.4	20.2	20.5	22.1	19.2
6	27.5	27.3	26.8	26.1	25.0
7	30.9	29.9	28.5	29.3	29.4
8	29.6	30.1	28.8	32.3	29.2
9	26.7	25.1	23.6	27.7	26.2
10	20.6	19.3	20.7	19.0	18.1
11	11.9	13.2	11.9	14.6	8.4
12	6.5	6.1	9.5	8.8	6.5

Çizelge 5. Kahramanmaraş yıllara göre aylık ortalama rüzgar hızı.

Ay	(m/sn)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	0.8	0.2	0.5	0.5	0.3	0.6	0.4
2	1.2	0.5	0.3	0.4	0.4	0.7	0.5
3	1.2	1.0	1.2	0.9	0.9	0.8	0.8
4	1.4	1.5	1.2	1.3	0.9	1.0	1.4
5	1.8	1.9	1.0	1.7	1.2	1.3	2.4
6	2.2	2.3	2.5	2.4	1.6	1.9	2.2
7	2.7	2.4	2.5	2.4	2.1	2.2	2.3
8	2.6	1.9	2.1	1.6	1.9	1.5	2.1
9	2.0	1.6	1.6	1.2	1.7	1.3	1.3
10	0.8	0.7	0.7	0.4	0.4	0.5	0.6
11	0.5	0.5	0.4	0.0	0.3	0.0	0.4
12	0.4	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5



Şekil 3. Kahramanmaraş için PM değerlerinin doğalgaz abone sayısı ile değişimi

Şekil 3.'de 2008 yılı ile 2009 yılı arasında PM değerlerinde keskin düşüş olduğu görülmektedir. 2010, 2011, 2012 yıllarında da ölçülen PM değerleri düşmeye devam etmiştir. Dolayısıyla doğalgaz kullanımı arttıkça havadaki PM miktarı azalmaktadır.

Çizelge 2.'de görüldüğü üzere 1 TEP kömürde 100 kg kükürt bileşeni bulunurken bu miktar doğalgazda 0,1-0,3 yakındır. Doğalgaz kullanımı arttıkça kömür kullanımı azalacaktır ve atmosfere salınan miktarı PM azalacaktır.

Doğalgaz tüketimindeki artış miktarının, ısınma amaçlı kömür tüketim miktarını doğru orantılı olarak azalttığı söylenebilir. 2007 yılından 2009 yılına kadar PM grafiğinde artış olduğu, 2009 yılından itibaren şeklindeki yukarı yönlü hareketin aşağıya döndüğü gözlenmektedir. Eğimin aşağı yönlü olması PM değerinde azalmayı göstermektedir.

Sonuç olarak ocak ayı için 2009 yılında ortalama rüzgar hızı 2007 yılına göre daha düşüktür. Rüzgar hızının düşük olması PM ölçümünün yüksek çıkmasına neden olabilecek etkenlerden biridir. 2009 yılında ortalama sıcaklık 2007 yılına göre daha düşüktür. Sıcaklığın düşük olması daha fazla yakıt yakılmasını gerektirir. Daha fazla yakıt yakıldığında atmosfere daha fazla PM bırakılacağından hava kalitesi olumsuz etkilenecektir. Bu nedenle hava sıcaklığının düşük olması PM değerinin artmasına neden olacaktır. Kahramanmaraş'ta yıllık olarak % 3.5 oranında nüfus artışı olmuştur. 2009 yılında nüfus 2007 yılına göre %7 oranında artmıştır. Nüfus artışı şehirdeki hane sayısını dolayısıyla da yakılan yakıt miktarını arttıracaktır.

Yakılan yakıtın artması PM miktarının artmasına neden olacaktır. Bu nedenle nüfus artışı PM değerinin artmasına neden olacaktır.

doğalgaz tüketiminin artmasından dolayı PM miktarı düşse de, PM miktarını artıran düşük rüzgar hızı, düşük hava sıcaklığı ve nüfus artışı gibi nedenler daha etkili olmuşlar ve 2007-2009 yılları arasında PM miktarının artmasına neden olmuşlardır. 2009 yılından sonra ölçülen PM miktarında hızlı bir düşüş olmuş ve bu yıldan sonra PM miktarı azalma eğiliminde olmuştur. 2010 - 2012 yılları arasında genel olarak PM miktarının azalma eğiliminde olduğu görülüyor. 2011 yılı, 2010 yılına göre daha soğuk geçmiştir. Yine 2011 yılında rüzgar hızı 2010 yılından daha düşük seviyededir. Nüfus artışı 2011 % 4.5 artarak, diğer yıllara oranla daha fazla artmıştır. Bu gibi nedenlerden dolayı 2011 yılında PM miktarı bir miktar artış göstermiştir. 2012 yılı itibari ile hava sıcaklığı 2010 yılına göre 3.7 °C azalma göstermiş ve yine 2012 yılında nüfus 2010 yılına oranla %8 artmıştır. Bu olumsuz etkilere rağmen doğalgaz kullanımındaki artışın %40'ı geçmesi hava kalitesini olumlu yönde etkilemiş ve PM miktarı ölçüm yapılan zamanların en düşük değerinde kalmıştır.

Doğalgaz dönüşümünün gerçekleştiği yerlerde yakıcı cihazlar daha yüksek verimde çalıştığından ortama daha az kirletici madde salacaklardır. Bu sayede atmosfer daha az kirletilecek ve hava kalitesi yükselecektir.

4. KAYNAKLAR

- [1]. Müezzinoğlu, A., Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, D.E. Ü., Yayınları , No:042., İzmir, 1987.
- [2]. Eren Z., Turan T. Doğal Gaza Geçiş İle Birlikte Erzurum İlinde Fosil Yakıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliğindeki Değişim, T. Çevre Müh. Odası 7. Ulusal Çevre Müh. Kongresi., İzmir, 2007.
- [3]. Karakoç H. Doğal Gaz Tesisatı. Demirdöküm Teknik Yay., No:10, 2006.
- [4]. www.epdk.gov.tr
- [5]. Evyapan, F. (2008). Hava Kirliliğinin Solunumsal Morbitite ve Mortalite Üzerindeki Etkileri Türkiye ve Dünya Verileri, Türkiye Klinikleri J. Pulm. Med. Special Topics, 1(2).
- [6]. Refik S. Hıfzıssıhha Mer. Baş. Çevre Sağlığı Ar., Müd., Hava Kirliliğine Genel Bakış.
- [7]. Sağlık Bak., Temel Sağlık Hizmetleri Gen.,Müd., No: 811., 2010.
- [8]. Arsan Maraş Doğalgaz Dağıtım A.Ş.
- [9]. Bayram H., Dörtbudak Z., Evyapan F., Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada ve Ülkemizde Hava Kirliliği Sorunu. Dicle Tıp Dergisi, 33.,pp.105-12., 2006.