
Derleme Makalesi / Review Article

Van İli Kent Merkezinde Hava Kirliliği

Dilara ÖZTÜRK, Tuba BAYRAM*

*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Van
(ORCID: 0000-0003-2689-560X) (ORCID: 0000-0003-3282-7099)*

Öz

Çevre kirliliğine neden olan hava kirleticiler ilk sırada insan sağlığı olmak üzere, diğer canlıları ve ekosistemi risk altına sokmaktadır. Ülkemizin birçok kentinde sanayi ve ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği sorunu önemli boyutlara ulaşmıştır. Bu çalışmada Van ili kent merkezinde hava kirletici parametrelerin zamansal ve mevsimsel dağılımı, konsantrasyonları, kirletici parametrelerin sıcaklık ile ilişkisi izin verilen sınır değerlere göre tartışılmış ve kent için çözüme yönelik önerilere yer verilmiştir. Kentin topoğrafik ve coğrafik konumu itibari ile kış mevsimi sert geçmektedir ayrıca kentin sıcaklık ortalaması ülke geneline göre düşüktür. Bu sebeple ısınma maksatlı kullanılan yakıtlardan kaynaklı kirleticiler hava kirliliğinde büyük paya sahiptir. Ancak kentin az gelişmiş sanayi şehirlerinden olmasından dolayı endüstriyel menşeli hava kirleticiler kentte çok düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Isınma amaçlı düşük enerjili ve yüksek kükürt içeren kömür türevlerinin sık kullanımı ve yanlış yakma teknikleri kış aylarında görülen yoğun kirliliğin sebebini ortaya koymaktadır. Bu sebeple doğal gaz gibi daha temiz yakıtların kullanımı bu sorun için en uygun çözümlerden biridir. Kentin doğal gaz ulaşmayan ilçelerine hat sağlanması ile tehlikesiz ve temiz bir yakıt olarak kabul görülen doğal gazın kullanılmasının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca hattın ulaşmadığı noktalarda kalitesiz yakıt konusunda kontroller satış noktalarından başlayıp kullanıcılar bilgilendirilmeli ve zararları izah edilmelidir.

Anahtar kelimeler: Hava Kirliliği, Van, Fosil Yakıtlar, Doğal gaz.

Air Pollution in the City Center of Van Province

Abstract

Air pollutants that cause environmental pollution put human beings and other ecosystems at risk. In many cities of our country, the problem of air pollution caused by industrial and heating has reached significant levels. In this study, the temporal and seasonal distribution of air pollutant parameters in the city center of Van province, its concentrations, and the relation of pollutant parameters with temperature are discussed according to the permissible limit values and recommendations for solution for the city are included. The winter season is harsh in terms of topographic and geographic location of the city and the average temperature of the city is lower than the country average. Therefore, pollutants from the fuels used for heating purposes have a large share in air pollution. However, industrial pollutants of industrial origin are found in very low concentrations in the city due to the fact that the city is one of the less developed industrial cities. Frequent use of low-energy high-sulfur coal derivatives for heating purposes and incorrect combustion techniques reveal the reason for the heavy pollution seen in the winter months. Therefore, the use of cleaner fuels such as natural gas is one of the most suitable solutions for this problem. With the provision of lines to the districts that do not reach the natural gas, the use of natural gas, which is considered as a safe and clean fuel, should be expanded. Furthermore, at the points where the line does not reach, the controls on the poor-quality fuel should be started from the sales points and the users should be informed and their losses should be explained.

Keywords: Air Pollution, Van, Fossil Fuels, Natural gas.

*Sorumlu yazar: tubabayram@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.02.2019, Kabul Tarihi: 01.07.2019

1. Giriş

Doğa, insanlık için en büyük ekonomik kaynak olmakla beraber tüm canlılar için tek sığınaktır. Biyolojik soykırımın devam etmesi halinde ekolojik denge bozulacağından, en büyük tehlike ve risk yine insanlığa olacaktır. Nüfus artışının büyük bir ivme kazandığı bu dönemde dünyanın her metrekaresi artarak değer kazanırken, nihayeti düşünülmeden kirletilen yerküre için gerekli önlemler alınmaz ise, 22. yüzyılın başlangıcından itibaren insanlığı zor günlerin beklediği gerçeği kabul edilmelidir. Kırsal alanlarda yerleşimin azalmasıyla ülke içi göçlerin artarak sürdüğü, dünya nüfusunun %48'inin büyük illerde toplandığı bir ortamda, ekolojinin sağlıklı döngüsü için yapılması gereken ilk girişim, hükümetlerin alacağı tedbirlerdir. Fiziksel olarak milyonlarca yılın yükünü taşıyan dünyada, insanlar da savaşlar ve ekonomik sıkıntılarla mücadele etmekten yorgun düşmüş durumdadır. İnsanlar, sosyal refaha erişebilmek ve ekonomik güçlükler ile baş edebilmek için doğayı ve doğal kaynakları hesapsızca yok etmek riskini göz ardı edip, doğaya hâkimiyetlerini kanıtlamak istercesine sahip oldukları teknolojiyle sağlıklı ve çevre dostu üretim yaptıklarına inanmakla, aslında doğaya geri dönüşü olmayan yollarla zarar vermektedirler.

Ekolojik ve ekonomik kalkınmanın sağlanması ve sürdürülmesi için küresel boyutta sermaye girişimlerine ve nüfus dengesinin ve ekolojik dengenin bozulmaması, endüstri ve çevre entegrasyonunun sağlıklı bir çerçevede olması gerekmektedir.

Değişen zamana eş olarak gelişen dünyada endüstrileşmenin getirdiği en mühim problemlerden birisi de çevre kirliliğidir. 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar bu konuyu göz ardı eden insanoğlu, çevreye egemenliğini sağladığını sandığı anda ekolojik açıdan doğanın negatif tepkisi ile karşılaşmıştır. Bugün dünya gündemini işgal eden bu problemin çözümü için yalnız gelişmiş ülkeler değil, aynı zamanda gelişmekte olan ülkeler de bazı ekonomik, teknik ve hukuki tedbirler alma mecburiyeti duymaktadırlar [1]. Genel olarak günümüzün çevre sorunları artan üretim ve tüketimin dışı vurmuş bir sonucu olarak görülebilir. Şüphesiz bu durum, yerkürenin doğal varlıklarını yok etme hakkını insanoğluna vermemektedir. Ekosistemi korumak amacı ile gelişmeye başlayan bu yeni bilincin bir neticesi olarak, birçok ülke ekolojik sorunların önemini kavrayıp çözümü hususunda araştırma yapabilecek kuruluşlar oluşturarak kendi çevre politikalarını belirlemeye başlamışlardır, hatta bazı ülkeler bu doğrultudaki çalışmalarını tamamlamışlardır. Öte yandan hem insanların hem kirlilik kaynaklarının hem de kirlenmeyi oluşturan öğeleri taşıyan hava, toprak ve su gibi alıcı ortamların hareketliliği, kirlenme konusundaki yaklaşımların sadece ulusal değil aynı zamanda global açıdan da ele alınmasını gerekli kılmış ve çevre kirlenmesi hususundaki hassasiyete uluslararası, hatta uluslar üstü bir vasıf kazandırmıştır [2].

Çevre kirliliği; canlı türlerinin yok olması, doğal kaynakların tükenmesi, üçüncü dünya ülkelerinde açlık ve batı ülkeleri için de yaşamın zorlaşmasıyla eş anlamlıdır [3]. Çevreci eylem geçici bir heves, bir akım veya üstünlük malzemesi olmaktan çıkarılıp, bir yaşam felsefesi haline getirilmediği sürece çevre kirliliğinin ve bu durumla bağlantılı olarak dünyadaki ekolojik dengenin bozulmasının engellenmesi mümkün olmayacaktır [4].

Hava kirliliği çevre kirliliğinde başı çeken sorunlarından biridir. Hava, kimyasal kompozisyonu sebebiyle tüm canlıların ve insanlığın yaşamsal faaliyetinin devamı için hayatidir. Hava kirliliği atmosferde gaz, duman, toz, su buharı formunda bulunabilecek olan kirleticilerin tüm canlı ve cansız varlıklara zarar verici miktar ve konsantrasyonlarda artması olarak tanımlanabilir. İnsanların türlü faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan üretim ve tüketim aktiviteleri esnasında ve sonrasında meydana çıkan atıklar ile atmosfer tabakası kirletilerek ekolojideki tüm canlı hayat olumsuz etkilenmektedir. Hava kirleticilerin atmosfere deşarj edildiği yere ya da faaliyete kaynak denilmektedir. Kirlilik kaynağı; doğal orman yangınları, yanardağ püskürmesi gibi doğal kaynaklar, evsel ısınma faaliyetleri, endüstri kuruluşları, motorlu araçlar gibi yapay kaynaklar şeklindedir [5]. Hava kirliliğinin boyutları özellikle sanayinin hızlı gelişmesi, hızlı nüfus artışı ve evsel kaynaklı fosil yakıtların kullanılması ile artmıştır. Bu çalışmada Van ili kent merkezinde hava kirletici parametrelerin zamansal ve mevsimsel dağılımı, konsantrasyonları, kirletici parametrelerin sıcaklık ile ilişkisi incelenerek kentin hava kirliliği ile ilgili sorunları için çözüme yönelik önerilere yer verilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın yapılmasında, daha önce kamu kuruluş ve kurumlarında yapılmış durum raporları ve çalışmalara dayalı istatistikî verilerden yararlanılmıştır. Çalışmanın objektif açıdan değerlendirilebilmesi için elde edilen bilgilerin doğruluğu kıyaslamalı olarak tartışılmıştır. Çalışmanın sürdürülebilirliği ve uygulanabilirliği için geçerli olan yönetmelik ve kanunların uygulanma şekilleri incelenmiştir.

2.1. Doğal gaz

Doğal gaz, fosil kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımı olan bir petrol türevidir. Yakıt olarak ehemmiyet sıralamasında ham petrolden sonra ikinci sırayı alır. Yer kabukları arasındaki fosil atıklar, sıcaklık ve basıncın etkisiyle, kimyasal değişikliklere uğrayarak oluşmuşlardır. Dünyada bilinmekte olan doğal gaz rezervleri yaklaşık 1014 m³ olup, en yüksek pay eski Sovyetler Birliği'nde olup oran %35'tir, Sovyetler Birliği'ni takiben %34'lük bir oranla Orta Doğu yer almaktadır. Türkiye'de tüketime sunulan yıllık doğal gaz miktarı bugün için yaklaşık 16 milyar m³ olup, bu kapasitenin yeni hatlar ile imzalanan muahedeler ile artması beklenmektedir. Doğal gazın Türkiye'de az bulunması sebebi ile doğal gazı Rusya ve İran'dan boru hatlarıyla, Cezayir ve Nijerya'dan ise sıvılaştırılmış biçimde deniz yoluyla temin etmekteyiz. Buna ek olarak Türkmenistan ve Azerbaycan ile doğal gaz tedarik etmek için uzlaşma sağlanmıştır [6].

Doğal gaz genellikle karbon, gaz halindeki parafin ve hidrojen bileşimden oluşur ve bulunma oranları da gazın çıkış kaynağına göre değişmektedir. Doğal gaz yüksek oranda metan (CH₄) ve düşük oranda propan (C₃H₈) ve etan (C₂H₆) gibi hidrokarbonlardan oluşur. Ek olarak yapısında azot (N₂), karbondioksit (CO₂), hidrojen sülfür (H₂S) ve helyum (He) gazları da bulunabilmektedir. Doğal gaz renksiz, kokusuz ve ekonomik bir kaynaktır, bilhassa yoğunlaşmış kombiler ile kullanıldığı zaman diğer yakıt türlerine kıyasla en az %10 yakıt ekonomisi imkânı sağlar. Ayrıca, yakıt hazırlama, depolama, temizlik ve kül atma maliyetleri dikkate alınır, işletme maliyetlerinde önemli kazanımlar sağladığı söylenebilir. Kömür veya fuel-oil kullanılması durumunda kazan yüzeylerinde toplanan kurum ve kül katmanı yüzeylerde aşınmaya sebep olurken diğer yandan ısı geçişini zorlayarak kazan veriminin düşmesine sebep olmaktadır. Bu sebeple kazanlar periyodik olarak temizlenmek durumundadır. Fakat doğal gaz kullanıldığında bu tür bir sorun ile karşılaşılmamaktadır [7]. Doğal gazın ısıtmada kullanımında diğer yakıtlarla karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir [8].

Tablo 1. Isınma amaçlı kullanılan doğal gazın diğer yakıtlarla kıyaslanması [8]

Bileşim	Kömür	Fuel-oil	Doğal gaz
Karbon (%)	77,4	84,58	73,98
Hidrojen (%)	1,4	10,90	24,57
Kükürt (%)	1,0	4,00	-
Kül (%)	8,0	-	-
Nem (%)	7,0	-	-
Isıl değer [kJ/kg (kcal/kg)]	29.600 (7.080)	39.220 (9.380)	49.085 (11.780)
Baca gazındaki SO ₂ konsantrasyonu (ppm)	1.644	5,5	-
Hava fazlalığı	1,4-2,0	1,2-1,3	1,05-1,1

Doğal gazın en olumlu yönlerinden biri de zehirsiz olmasıdır. Solunması durumunda öldürücü ve zehirleyici etkisi olmamakla birlikte ortamda çok fazla birikim olmuş ise solunacak oksijen azaldığı için boğulma tehlikesi yaratır. Yanma sonucu çıkan gazlar ortama yayılırsa, diğer yakıtlarda olduğu gibi içerisindeki CO nedeniyle zehirlenme yapabilmektedir [9].

Çevre Kanunu'na dayanarak 1986 yılında 2872 sayılı Hava Kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği (HKKY) hazırlanmıştır. Daha sonra bu yönetmelik 13.01.2005 tarih ve 25699 sayılı 'Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği Yönetmeliği' olarak değişmiştir. Bu yönetmelik çeşitli faaliyetler sonucunda havaya dağılan duman, is, gaz, toz, aerosol ve buhar formundaki emisyonları kontrol altına almak, insanı ve çevresini içinde bulunduğu bu kirletici ortamdan dolayı oluşabilecek tehlikelerden korumak, çevreye zararlar veren olumsuz etkilerini azaltmak ve olabildiğince engellemek amacı ile

Çevre Kanunu hükümleri gereğince çıkarılmıştır. Yönetmelik; amaç, tanım, hedef sınır değerler, hava kalitesi limit değerleri, kirleticilerin tespiti ve ölçümü ile ilgili usuller, tesisler için emisyon sınırları gibi hava kirliliği ile ilgili bilgileri içermektedir. Uluslararası ülkeler ve kuruluşlarca yapılmış çalışmalar nihayetinde hava kirliliğini meydana getiren kirleticilerin insan sağlığını kötü şekilde etkilemeyecek ‘güvenirlilik sınır değerleri’ tespit çalışmaları yürütülmüş ve bu verilere ‘standart limit değerler’ adı verilmiştir [10]. Aynı şekilde Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği’nde de farklı kaynaklardan atmosfere salınabilecek kirleticilere yönelik sınır değerler belirtilmiştir. Hava kirliliğinin genellikle kış mevsiminde belli bölgelerimizde uyarı sınırlarını aşması kirlenmenin insan yaşamını tehdit edebilecek hudutlara geldiğini işaret etmektedir. Hava kirlenmesinin önlenmesi için yönetmelikte kısa ve uzun dönemde uygulanabilecek tedbirler yer almaktadır [11].

2.2. Hava kalitesi yönetimi ve yasal yükümlülük

Hava Kalitesi Yönetmeliği’nin amacı; çeşitli faaliyetler sonucunda atmosfere dağılan toz, duman, buhar, is, aerosol ve gaz formundaki emisyonları kontrol altına almak; insanı ve yaşadığı çevreyi hava alıcı ortamındaki kirleticiler sebebiyle olası risklerden korumak; hava kirlenmeleri nedeniyle oluşan halka ve komşuluk ilişkilerine ciddi zararlar veren negatif etkileri azaltmak, uzaklaştırmak ve bu etkilerin ortaya çıkmasını engellemektir.

Ülkemizde bilhassa ısınma maksatlı, kükürt oranı yüksek kalorisi düşük kömürlerin yaygın kullanımı ve yakma tekniklerinin yanlış tatbik edilmesi hava kirliliğine neden olmaktadır. Nüfus çoğalması ve ekonomik düzeyin yükselmesiyle, sayısı gitgide artan motorlu araçlardan salınan egzoz gazları, hava kirliliğinde büyük bir paya sahiptir.

Endüstrilerin kuruluşunda yer seçiminin yanlış yapılması, çevre korunması bakımından zorunlu önlemlerin alınmaması (baca filtresi olmaması vb.), uygun ve çevreci teknolojilerin uygulanmaması, yakma tesislerinde kalitesiz, düşük kalorili ve kükürt oranı yüksek yakıtların kullanılması hava kirliliğine neden olan etmenlerin başında gelmektedir.

Ulusal hava kalitesi indeksinde (HKİ) karbon monoksit (CO), partikül maddeler (PM₁₀), azot dioksit (NO₂), ozon (O₃) ve kükürt dioksit (SO₂) ve olmak üzere 5 ana kirletici için hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. HKİ’nin değerlendirilebilmesi açısından kirleticilerin indekste belirtilen kategorilere karşılık gelen yoğunlaşma aralıkları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Hava kalitesi ile ilişkili olarak hava kalite indeksinin (HKİ) karşılaştırılması [12].

İndeks	HKİ	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]
		1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
İyi	0 – 50	0-100	0-100	0-5.500	0-120 ^L	0-50
Orta	51 – 100	101-250	101-200	5.501-10.000	121-160	51-100 ^L
Hassas	101 – 150	251-500 ^L	201-500	10.001-16.000 ^L	161-180 ^B	101-260 ^U
Sağlıksız	151 – 200	501-850 ^U	501-1.000	16.001-24.000	181-240 ^U	261-400 ^U
Kötü	201 – 300	851-1.100 ^U	1.001-2.000	24.001-32.000	241-700	401-520 ^U
Tehlikeli	301 – 500	>1.101	>2.001	>32.001	>701	>521

SO₂ ve PM için Dünya Sağlık Örgütü’ne (WHO) ve Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği’ne göre belirlenen limit değerler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği ve WHO’ya göre SO₂ ve PM için belirlenen sınır değerler [12]

Standart Değerler	SO ₂ (µg/m ³)	PM (µg/m ³)
WHO’ya göre	UVSD.= 150 UVSD.= 400	UVSD.= 75 UVSD.= 200
Hava Kalitesinin Korunma Yönetmeliğine göre	250	200
Uyarı Kademeleri	1. Uyarı Kademesi	400
	2. Uyarı Kademesi	600
	3. Uyarı Kademesi	800
	4. Uyarı Kademesi	1.000

*UVSD: Uzun vadeli sınır değer

Tablo 3'teki SO₂ ve PM için verilen sınır değerler göz önüne alındığında (SO₂-PM için sırasıyla; 250-200 µg/m³)'dir. Bu çalışma ile Van'da ölçülen SO₂ ve PM değerlerinin Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği sınır değerleri ile birlikte değerlendirilecektir.

Motorlu kara taşıtlarının kullanımları sırasında çıkan emisyonlar Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafınca belirlenen limit değerlerin altında tutulur. Araçların emisyonlarının azaltılması maksadı ile taşıtların yapısı ve ekipmanlarıyla ilgili esaslar Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'na yürürlüğe konulan araçların imal, tadil ve montajı hakkındaki yönetmelikte belirtilir. Araçların teknik muayenesi ile ilgili usuller ise kara araçları için Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, karayolları genel müdürlüğü, su taşıtları ve demiryolu için ise Ulaştırma Bakanlığı tarafından Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü ile koordinasyon içinde belirlenir. Motorlu kara araçlarının egzoz gazındaki hava kirleticiler için emisyon sınır değerleri TSE (Türk Standartları Enstitüsü) 4236'da belirlenen limitleri aşmamalıdır. TSE'de standardı bulunmayan durumlarda ise, konu ile ilgili TSE tarafından ilgili standartlar düzenlenip yürürlüğe geçinceye kadar AET (Avrupa Ekonomik Topluluğu) standartlarındaki sınırlar esas alınır. Diğer taraftan hava kalitesinin kritik değerlere varması durumunda veya hava akımlarının az olduğu yerlerde valilikler sürekli veya geçici olarak trafiği durdurabilir ve/veya kısıtlayabilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Van ilinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait bir tane hava izleme tesisi mevcuttur. Bu istasyonda başlıca kirleticiler olan SO₂ ve PM₁₀ değerleri takip edilmektedir. İzlenen veriler temel alınarak Van ilinde 2016 ile 2019 yılları arasında temiz hava eylem planı düzenlenmiştir. Bu eylem planına ek olarak sıvı yakıt ve kömür ile alakalı her sene il mahalli çevre kurulunda satıcılar ve tüketiciler için kıstaslar belirlenmektedir. Van ilinin ülkenin doğusunda yer alması ve sert hava koşulları sebebiyle kış mevsiminde ısınma için fazlaca yakıt kullanılmaktadır bu sebeple kış sezonu süresince de yakıt kontrolleri yapılmaktadır.

3.1. Yakıt türü

Van ilinde evsel ısıtma için 2007 yılı öncesinde çoğunlukla kömür, 2007 yılından beri ise doğal gaz ile kömür kullanılmaktadır, odun, LPG, fuel-oil ve benzeri yakıtların kullanımı yok denecek kadar azdır. 2016 yılında evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara ait özellikler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. 2016 yılında evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara ait özellikler [12]

Cinsi	Menşei	Tüketim miktarı (ton)	Alt Isıl Değer (kcal/kg)	Uçucu Madde (%)	Kükürt (%)	Nem (%)	Kül (%)
Kömür	İthal	740.000	6.400	12-31	0,9	10	16
Kömür	Yerli	250.000	4.200	-	2,3	30	30
Doğal gaz	İthal	49.020.566,4	8.250	-	-	-	-

Binalarda sıcak su ihtiyacı, ocak ve ısınma maksatlı tüketilen doğal gaz il genelinde (İpekyolu, Tuşba ve Edremit ilçeleri) 2016 yılı sonundan itibaren 82.793.628,450 Sm³/yıl olup kentin % 61'i doğal gaz kullanır durumdadır (Tablo 5). Edremit, İpekyolu ve Tuşba ilçeleri dışındaki ilçelerde doğal gaz hattının henüz ulaştırılmamış olmasından dolayı bu rakamlar kent çoğunluğu için geçerli olmaktadır.

Tablo 5. Van ilinde 2016 yılında kullanılan doğal gaz miktarı [13]

Kullanıldığı Mekân	Tüketim Miktarı (Sm ³)	Isıl Değer (kcal/kg)
Ev	49.020.566,46	9.006,12
Ticarethane	10.474.261,19	9.006,12
Resmi Kurum	19.608.487,37	9.006,12
Endüstri	3.398.589,86	9.006,12
Diğer	291.723,57	9.006,12

Doğal Piyasası 2016 yılı sektör raporundan temin edilen bilgilerine göre [13]; Aksa Van Doğal Gaz A.Ş' nin abone sayısı konutlarda 45.339, ticarethanede 4.624, resmi dairede 1.239, ibadethane, vakıf, hayır kurumun da 237, organize sanayi sitesinde 28 adet olarak belirtilmiştir. İl genelinde doğal gaz abone sayısı toplamda 51.467 adettir. 2016 yılında konut ısıtılması maksadı ile kullanılan kömür tüketim miktarı ise yaklaşık olarak 990.000 tondur.

Van ili endüstri açısından gelişmediği için endüstriyel emisyonlardan kaynaklı kirlilik oldukça azdır. Van ilinde 17 adet emisyon izni almış endüstriyel yapı bulunmaktadır. Hava kirliliği sadece endüstriyel ve evsel kaynaklı değil aynı zamanda ulaşım faaliyetleri sonucu da oluşmaktadır. Endüstride kullanılan yakıtların türü, temin edildiği yerlerle ilgili veriler ve özellikleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. 2016 yılında endüstriyel alanlarda kullanılan katı yakıtlara ait özellikler [12]

Yakıtın Cinsi	Temin Edildiği Yer	Tüketim Miktarı	Yakıtın Özellikleri				
			Alt Isıl Değeri (kcal/kg)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt (%)	Toplam Nem (%)	Kül (%)
Kömür	İthal	43.370 (ton)	6.400	12-31	0,9	10	16
Doğal gaz	İthal	3.398.589,86 (Sm ³)	8.250	-	-	-	-

2011 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafınca yapılan ve 8 alt başlıkta 61 endeksin incelendiği bölge ve kentlerin sosyal ve ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırması (SEGE) endeks araştırmasında Van 75. sıradadır [14]. Toplam sanayi işletmeleri arasında %0,1'lik oran ile Van, endüstriyel açıdan az gelişmiş kentlerdendir.

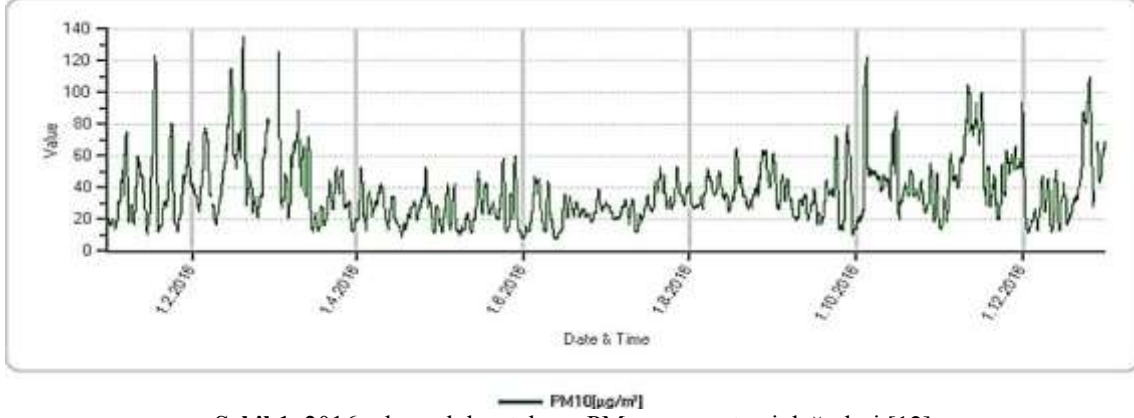
2015'te gerçekleştirilen Van kentinin sanayi envanterinin oluşturulması fizibilite çalışmasında [15] Van'da ki sanayi kuruluşu sayısının 240 olduğu belirlenmiştir. Van ilindeki sanayi kuruluşlarından 72 tanesi Van-Erciş karayolundaki Van organize ve sanayi bölgesi'nde yer almaktadır [15].

Kullanılan yakıtın türünün hareketli araçlardaki kompozisyonunda oldukça önemlidir. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre kişiler motorlu araçlarını düzenli bir şekilde egzoz gazı emisyon testine tabi tutmak zorundadırlar. Bu düzenli testler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetki alan egzoz gazı emisyon ölçüm tesisleri tarafınca gerçekleştirilmektedir. Van ilinde 2016 yılı içerisinde egzoz gazı emisyon testi yapılan araç sayısı 55.768'dir [12]. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre kentin hava kalitesine ulaşım kaynaklı emisyonların (O₃, NO₂, SO₂, CO, PM) etkisi orta düzeyde (50-100 µg/m³) iken sanayi kaynaklı emisyonların (NO₂, SO₂, CO₂, PM) etkisi ise çok düşük (0-50 µg/m³) seviyededir. Bu kirlleticilerin en etkin, zararlı ve yoğun olanları egzoz gazında bulunan CO, HC, NO_x ve PM (is duman vb.) olup bunlardan NO_x ve PM emisyonları daha çok dizel motorlarından kaynaklanmaktadır

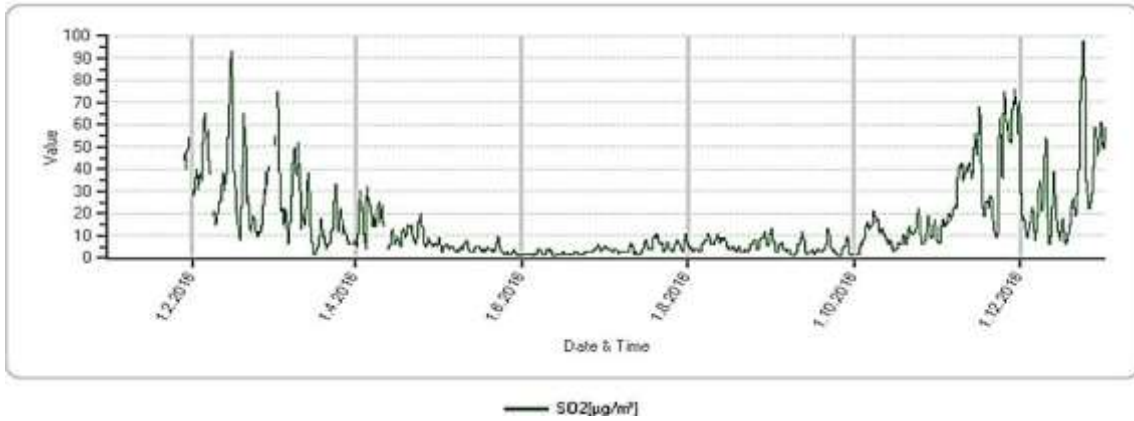
3.2. Hava kalitesi kontrolü hususundaki çalışmalar

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca 18 Ekim 2005 tarihinde Van ilinde kurulan ve hâlen faaliyet gösteren bir adet hava kalitesi izleme tesisi yer almaktadır. Tesis, yaklaşık 600.000 dolaylarında bir nüfusa denk gelen 3 mühim yerleşim yerinin (İpekyolu, Tuşba ve Edremit İlçeleri) merkezinde yer almaktadır. Yerleşim yerlerine yakın olması nedeniyle ısınma kaynaklı hava kirliliğinin, taşıt yoluna yakın olması nedeni ile de ulaşım kaynaklı kirliliğinin ölçülmesi bakımından çok makul bir noktada yer alsa da bilhassa ısınmadan kaynaklı hava kirliliğinin ölçülmesi açısından dezavantajlı bir tesistir. Çünkü ölçüm tesisinin bulunduğu yerde daha tehlikesiz bir yakıt türü olan doğal gaz kullanılmaktadır. Bu durumda diğer yakıt türlerinin kullanıldığı yerleşkelerdeki kirliliği tam olarak yansıtmamasına sebep olmaktadır. Ancak bazı bölgelerde ve 2011 yılında meydana gelen Van depreminden sonra inşa edilen toplu konutlar nedeniyle kalabalık bir yerleşim mahalı olan Edremit'te doğal gaz hattı çekilmemiş olup kömür kullanılmaktadır. Edremit TOKİ konutlarının ölçüm tesisine mesafesi ise 15 km'dir. Mevcut ölçüm tesisinin endüstri menşeli kirleticilerin bulunduğu tesislere mesafesi 10 km'dir. Diğer taraftan rüzgâr hızı düşük (1,5 m/s) olup partiküler maddelerin rüzgâr ile taşınımı az olduğu için hava kirliliğinin yerel yoğunlaşması söz konusudur [12]. Dolayısıyla iklim koşulları, kent nüfusu, ısınma amaçlı kullanılan yakıtın karakteristiği ve endüstrinin dağılımı göz önüne alındığında, tek istasyondan alınan verilerin,

kentin bütününi temsil etmesi açısından yetersiz olmaktadır. Bu sebeple, var olan tesise ek olarak Edremit ilçesinde, sanayi bölgesinde ve diğer gerekli görülen (nüfusu çok olan Erciş ilçesi gibi) ilçelerde de tesis kurulması gerektiği düşünülmektedir. Van ilinde bulunan hava kalitesi ölçüm tesisinde, partikül madde (PM₁₀) ve kükürt dioksit (SO₂) ölçülmektedir bu parametrelerin günlük ortalama değerleri 2016 yılı için sırası ile Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Ayrıca 2016 yılına ait SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonları ay bazında Tablo 7’de verilmiştir.



Şekil 1. 2016 yılı günlük ortalama PM₁₀ parametresi değerleri [12]



Şekil 2. 2016 yılı günlük ortalama SO₂ parametresi değerleri [12]

Çalışma kapsamında Van il Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü’nden alınan veriler derlenerek 2016 yılına ait Van ili hava kirliliği profili çıkarılmıştır. Şekil 1 ve 2’de görüldüğü gibi birbirini takip eden günlerde PM₁₀ ve SO₂ değerlerinde ani değişimler olduğu görülmektedir. Şekil 1’de kış aylarında artan ani PM₁₀ konsantrasyonları o günlerde hava sıcaklığının diğer günlere nazaran daha soğuk olması ile bağıntılı olarak halen fosil yakıt kullanarak ısınan konutlardan salınan emisyonlara bağlı olarak arttığı düşünülmektedir. Aynı şekilde 1.2.2016 ile 1.4.2016 tarihleri arasında azalan SO₂ konsantrasyonu havanın ısınmaya başlaması ile birlikte konut ısınmasında azalan fosil yakıt kullanımı ile ilgilidir, diğer taraftan 1.10.2016 ile 1.12.2016 tarihleri arasında günlük SO₂ konsantrasyonundaki artış kentin coğrafik ve iklimsel koşulları sebebiyle kış aylarının erken başlayıp sert geçmesi ile ilişkilidir dolayısı ile bu aylarda ısınma maksatlı tercih edilen fosil yakıtların daha fazla kullanımı ile SO₂ konsantrasyonları artmıştır. Ayrıca 2016 yılı şubat ayı içerisinde birbirini takip eden günlerde SO₂ konsantrasyonunda dalgalanma olduğu Şekil 2’de görülmektedir. Bu durum Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nce sunulan rapora [16] göre Doğu Anadolu bölgesinin 2016 yılı şubat ayı ortalama sıcaklığının diğer yıllara göre normallerinin üzerinde olması ve yaşanan sıcaklık dalgalanmaları ile açıklanabilir. Şubat ayı içerisinde birbirini takip eden günlerde yaşanan sıcaklık farkları sebebiyle bir gün çok soğuk diğer gün güneşli ve daha ılık geçtiği için ısınma kaynaklı yakıt kullanımının miktarı da bu duruma paralel olarak değişmiştir, bu durum da SO₂ ve PM₁₀ derişimlerinin bir gün çok diğer gün daha az olmasına sebep olmuş ve ölçümlere yansımıştır.

Genel olarak kentin hava sıcaklığı ekim ayının sonlarından itibaren düşmeye başlar ve takip eden, kasım, aralık, ocak, şubat aylarında sert, mart ve nisan aylarında yavaş yavaş ısınmaya başlar. Nisan ayından sonra azalan PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonlarının bu durum ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ancak 2016 yılı kış mevsiminde ölçülen SO₂ ve PM₁₀ değerlerinin önceki yıllara göre az olmasına rağmen yine de yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum doğal gaz şebeke hattının kentinin her yerine ulaşmaması ve doğal gaz hattının ulaştığı yerlerde ise doğal gaz kullanımının gerekliliklerinin (kombi, kalorifer, tesisat döşenmesi vb.) karşılanamaması sebebiyle fosil yakıt kullanımının devam etmesi ile ilişkilidir.

Tablo 7. SO₂ ve PM₁₀ 2016 yılı aylık ortalamaları [17]

Ay	SO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Ocak	47	38
Şubat	34	52
Mart	19	38
Nisan	13	27
Mayıs	4	25
Haziran	3	24
Temmuz	5	30
Ağustos	6	40
Eylül	4	32
Ekim	11	42
Kasım	38	55
Aralık	31	41
ORTALAMA	15	37

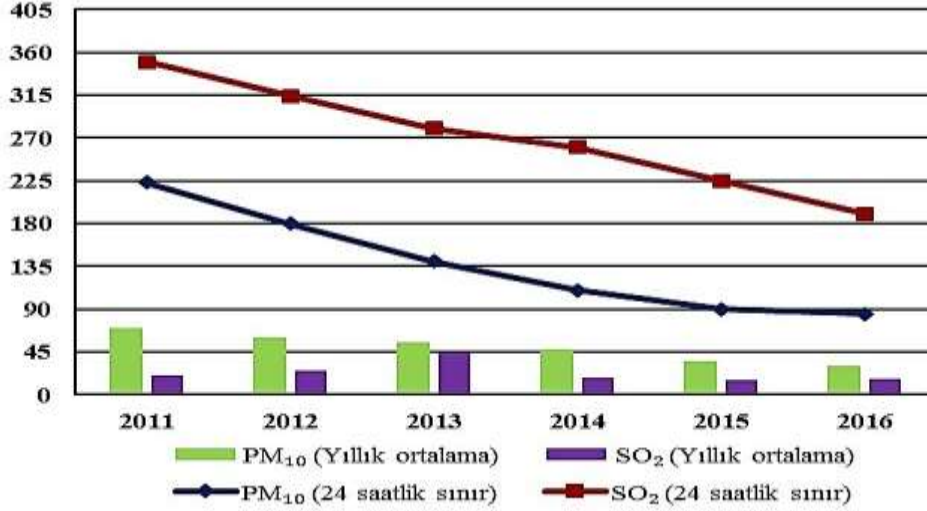
Hava kalitesi ölçüm istasyonu tarafından 2014-2016 yıllarında ölçülen PM₁₀ ve SO₂ değerlerinin hava kalitesi sınır değerleri aşım verileri ise Tablo 8’de listelenmiştir. Bu tesisin haricinde Van kentinde ulusal hava izleme ağından bağımsız başka bir tesis mevcut değildir.

Tablo 8. 2014- 2016 yılları arasındaki hava kalitesi sınır değerleri aşım durumu [12]

2014		2015		2016	
PM ₁₀	SO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM ₁₀	SO ₂
KVS		KVS		KVS	
100µg/m ³	250µg/m ³	90µg/m ³	225µg/m ³	80µg/m ³	200µg/m ³
103 (09.01.2014)		127 (14.01.2015)		94 (17.01.2016)	
109 (10.01.2014)		106 (15.01.2015)		98 (14.02.2016)	
100 (11.01.2014)		99 (19.01.2015)		87 (15.02.2016)	
110 (12.01.2014)		92 (20.01.2015)		84 (18.02.2016)	
107 (17.01.2014)		113 (21.01.2015)		111 (19.02.2016)	
140 (20.01.2014)		90 (22.01.2015)		98 (03.10.2016)	
126 (22.01.2014)		101 (25.01.2015)		105 (10.11.2016)	
110 (13.02.2014)		107 (26.01.2015)		86 (13.11.2016)	
124 (14.02.2014)		93 (27.01.2015)		96 (15.11.2016)	
112 (15.02.2014)		103 (03.02.2015)		81 (30.11.2016)	
114 (20.02.2014)		92 (07.02.2015)		82 (22.12.2016)	
111 (21.02.2014)		140 (12.02.2015)		80 (23.12.2016)	
116 (22.02.2014)		101 (07.03.2015)		103 (24.12.2016)	
110 (23.02.2014)		106 (08.03.2015)		97 (31.12.2016)	
140 (24.02.2014)		100 (04.10.2015)			
20 gün	Sınır değer aşılmamıştır.	16 gün	Sınır değer aşılmamıştır.	14 gün	Sınır değer aşılmamıştır.

*KVS: Kısa vadeli sınır değer

Tablo 8’de 2014 ile 2016 yılı arasında ölçülen günlük ortalama PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonlarının izin verilen günlük değerleri aşıp aşmadığı gösterilmiştir. Bu yıllardaki ölçüm süresince SO_2 değeri aşılmamış, PM_{10} verilerinde ise 2014’te 20 gün, 2015’te 16 gün ve 2016 yılında ise 14 gün limit aşımı görülmüştür. Limit değerlerin aşıldığı noktalar göz önüne alındığında aşım tarihlerinin kış aylarına denk geldiği ve her geçen yıl düşüş gösterdiği açıktır. Hava kalitesi izleme verilerinin yıllık ortalamasının Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nde [18] belirlenen limit değerlerle kıyaslamalı gösterimi ise Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Hava kalitesi parametrelerinin yıllık ortalamasının sınır değerlerle karşılaştırmalı olarak gösterimi [12]

Ayrıca Şekil 3’te Van ilinde 2011 yılında SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonları sınır değerlerle kıyaslandığında çok yüksek olduğu ancak 2014 yılı itibariyle yıllık ortalama SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonunun sınır değerlere yakınlık göstermeye başladığı görülmektedir. Bunun sebebinin de ilde doğal gaz kullanımının artmaya başlaması olduğu düşünülmektedir.

6 yıllık (2010-2016) veriler değerlendirildiğinde SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonlarının kentte mevsimsel olarak artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Tablo 9’da yıllara göre kış dönemi hava kalitesi izleme verilerinin ortalaması gösterilmektedir.

Tablo 9’dan da görüleceği üzere 2010 ile 2016 yılları arasında ortalama PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonlarının, ölçüm süresince SO_2 konsantrasyonunun 2010-2013 yılları arasında önce azaldığı, 2012-2013 yılları arasında arttığı ve daha sonra düşüş gösterdiği, 2016 yıllık ortalamasının ise $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olduğu görülmektedir. PM_{10} konsantrasyonlarının ise 2010-2016 aralığında genel olarak azalma eğiliminde olduğu ve 2016 yılındaki ortalamasının ise $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olduğu açıktır. Şekil 4’te 2016 yılına ait kaydedilen PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonları ile aylık sıcaklık verilerinin ortalama değerleri verilmiştir.

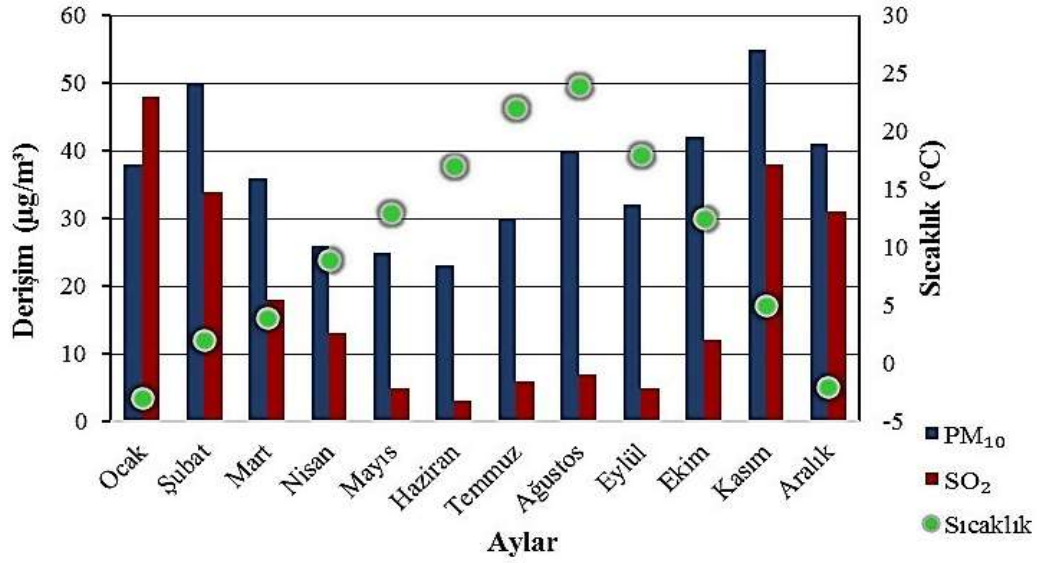
Şekil 4’te SO_2 ve sıcaklık değerleri arasındaki ters ilişki dikkat çekmektedir. Bu durum hava sıcaklığının yüksek olduğu zamanlarda ısınma ihtiyacının olmaması ya da az olması sebebiyle azalan yakıt kullanımı ile açıklanabilir. Dolayısıyla bu durum kentte SO_2 kirliliğinin çoğunlukla ısınmadan kaynaklı olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca PM_{10} konsantrasyonu en yüksek kış aylarında görülürken ağustos ayında bir miktar artış göstermiştir. Bu duruma sebep olarak PM_{10} ’un doğal kaynakları (artan sıcaklıkla topraktan atmosfere karışan PM ’ler, denizler, bataklıklar vb.) gösterebilir.

Şekil 5’te kentte mevcut doğal gaz şebeke hattının haritası yer almaktadır. Kentte Avrupa, WHO ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) sınır değerlerinin üstünde seyreden SO_2 konsantrasyonları yakıt stratejisindeki değişimle WHO ve ABD sınır değerlerinin altına düşmüştür.

Şekil 5’ten de görüleceği üzere kent merkezine doğal gaz hattı genel olarak ulaşmış olup uzak ilçelerde doğal gaz hattı çekim işlemleri başlatılmıştır [13]. Önümüzdeki birkaç yıl içerisinde kentin tamamına doğal gaz hattının ulaşması öngörülmektedir.

Tablo 9. Yıllara göre kış dönemi hava kalitesi izleme verileri ortalamaları (2010 – 2016) [12]

YIL	EKİM		KASIM		ARALIK		OCAK		ŞUBAT		MART	
	PM ₁₀ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
2010-2011	109	10	156	90	142	101	80	63	53	30	94	31
2011-2012	84	7	57	10	78	24	41	42	38	54	56	40
2012-2013	75	4	62	17	72	60	72	135	76	111	73	45
2013-2014	58	20	62	44	79	112	74	86	77	54	60	23
2014-2015	35	2	47	3	59	29	65	31	58	23	46	20
2015-2016	28	4	36	13	48	20	38	47	52	34	38	19

**Şekil 4.** 2016 yılı PM₁₀- SO₂ derişimlerinin aylık ortalamaları ve sıcaklık ile ilişkisi [12]



Şekil 5. Van mevcut doğal gaz hattı haritası [12]

4. Sonuç ve Öneriler

Kentte hava kalitesi üzerinde ısınma ve motorlu araçlar etkindir. Motorlu araçlardan kaynaklı kirliliğinin hava kalitesi üstündeki etkisi yıl içinde anlamlı derecede değişmese de ısınma kaynaklı kirliliğinin etkisi kış ve yaz mevsimlerinde çok farklılık göstermektedir. Hava kalite tesisinin aylık verilerinden görüldüğü gibi kirlilik verileri kış mevsiminde artış göstermektedir. Bu durumun nedeni şüphesiz ki ısınmadan kaynaklıdır. Bu durumun temel nedenleri; kaliteli olmayan katı yakıt kullanımı, doğal gaz hattının şehrin her yerine ulaşamaması, hattın ulaştığı yerlerde halkın katı yakıt kullanma ısrarı, konutların ve diğer yapıların ısı yalıtımsız olması, yanlış yakma tekniklerinin kullanılması (eksik yanma vb.) ve baca temizliğinin periyodik yapılmamasıdır. Kentteki hava kalitesi ölçüm tesisinden edinilen değerler ışığında hava kalitesi iyi düzeydedir. Ölçülen SO₂ değerleri limit değerlerin altında kalırken, PM₁₀ konsantrasyonları kış döneminde birkaç defa limit değerleri aşmıştır. Kentte bulunan sayıca az olan endüstri kuruluşunun, hava kalitesi üstündeki olumsuz etkisi, yapılan kontrol ve denetimlerle ilgili mevzuattaki emisyon limit değerlerinin altında tutulmaya çalışılmıştır. 2007 yılı itibari ile evsel ısınmada ve sanayide kullanılmak üzere doğal gazın aktif olması ile birlikte bilhassa SO₂ konsantrasyonlarında kayda değer azalma gözlenmiştir. Avrupa, WHO ve ABD limit değerlerinin üstünde seyreden SO₂ konsantrasyonları yakıt politikasındaki değişimle beraber WHO ve ABD değerlerinin altına inmiştir. Bu sebeple kentin doğal gaz ulaşmayan ilçelerine de hat sağlanması ile tehlikesiz ve temiz bir yakıt olarak kabul görülen doğal gazın kullanılmasının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca hattın ulaşmadığı noktalarda kalitesiz yakıt konusunda kontroller satış noktalarından başlayıp kullanıcılar bilgilendirilmeli ve zararları izah edilmelidir.

Kaynaklar

- [1] Sirmen L. 1990. Çevre Kanunu'na Göre Çevrenin Kirletilmesinden Doğan Sorumluluk. Ankara Barosu Dergisi, 1: 22-30.
- [2] Bozlağan R. 2005. Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı. Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, 50: 1011-1028.
- [3] Bayram T., Erkuş A., Öztürk D. 2014. Türkiye'de Su Kaynaklarının Dünü, Bugünü ve Geleceği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19 (1-2): 70-74.
- [4] Altıkat A., Ekmekyapar Torun F., Turan Bayram T. 2011. Küresel kirlilik: Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'de Hava Kirliliği Örneği. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 27 (2): 134-149.

- [5] Aydınlar B., Güven H., Kirksekiz S. 2009. Hava Kirliliği Nedir, Ölçüm ve Hava Kalite Modelleme Yöntemleri Nelerdir. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, Hava Kirliliği ve Modellemesi Dergisi,16 (2): 83-91.
- [6] Yazıcı H., Yusuf Ç.A.Y., Sekmen Y. 2010. Hava Kirliliğinin Doğal Gaz Kullanımı İle Değişimi, Denizli İli Örneği. Selçuk Teknik Dergisi, 9 (3): 205-215.
- [7] Demirarslan K.O., Akıncı H. 2018. CBS ve Hava Kalitesi Verileri Kullanılarak Marmara Bölgesinin Kış Sezonunda Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4 (1): 11-27.
- [8] Eren Z., Turan T. 2007. Doğal Gaza Geçiş ile Birlikte Erzurum İlinde Fosil Yakıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliğindeki Değişim. Türkiye Çevre Müh. Odası, 7.
- [9] Bolu F., Zoroğlu G., Mayda A.S. 2015. Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 2014 Yılı Verilerinin Saatlik, Günlük ve Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi. TAF Preventive Medicine Bulletin, 14 (5): 387-393.
- [10] Toros H., Erdun H., Çapraz Ö., Özer B., Daylan E.B., Öztürk A.İ. 2013. Air Pollution and Quality Levels in Metropolitans of Turkey for Sustainable life. EJOSAT: European Journal of Science and Technology, 1 (1): 12-18.
- [11] Cetin M., Kalayci Onac A., Sevik H., Sen B. 2018. Temporal and Regional Change of Some Air Pollution Parameters in Bursa, Air Quality. Atmosphere & Health, 1-6.
- [12] Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Van İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu. Çevre Yönetimi ve Denetimi Şube Müdürlüğü, Van.
- [13] Doğalgaz Piyasası 2016 Yılı Sektör Raporu, 2017. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- [14] Kalkınma Bakanlığı, 2013. İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması (SEGE-2011). Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [15] Van'ın Sanayi Envanterinin Oluşturulması Fizibilite Çalışması, 2015. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Van İl Müdürlüğü, Van.
- [16] Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016. 2016 Yılı Şubat Ayı Sıcaklık Değerlendirmesi. Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğü, Ankara.
- [17] <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx> (Erişim Tarihi: 31.12.2016)
- [18] Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, 2008. Resmi Gazete, Sayı: 26898.