

Hava Kirliliğinin Ciddi Boyutlara Ulaştığı Kentlere Bir Örnek: Siirt*

Adnan ALKAN

Dr. Öğr. Üyesi

Siirt Üniversitesi-Coğrafya Bölümü-Siirt-Türkiye

ORCID: 0000-0002-5377-4726

ad_alkan@hotmail.com

Öz

Endüstri devrimi ile başlayan ve fosil yakıt tüketiminin artışına paralel olarak artan hava kirliliği, günümüzde küresel ölçekte yaşanan büyük bir çevre sorunu haline gelmiştir. Başta karbondioksit olmak üzere atmosferdeki konsantrasyonları sürekli artan kirletici gazlar, dünyanın en önemli sorunu olan iklim değişikliği ve çevre sorunlarını doğurmuştur. Kirletici kaynaklara ve coğrafi konumlarına göre dünyanın değişik bölgeleri bu sorunu farklı boyutlarda yaşamaktadır. Hava kirliliği düzeyleri birçok ülke ve kentte halen kabul edilen sınırların üzerinde seyretmektedir. Kirlilik, özellikle endüstriyel tesislerden, konutlarda ısınma amaçlı yakıt tüketiminden ve motorlu taşıt egzozlarından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde son zamanlarda çevresel farkındalığın artması, doğalgaz kullanımıyla birlikte çoğu kentte hava kirliliğinde nispeten bir gerileme olmasına rağmen, halen ciddi bir sorun olarak varlığını sürdürmektedir. Siirt kentinde de son yıllarda yaşanan hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, nispeten artan sanayileşme ve düşük kalite fosil yakıt kullanımının halen çok yaygın olmasından dolayı özellikle kış aylarında hava kirliliği ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Dünyada yapılan çalışmalar hava kirliliği ile kardiyovasküler hastalıklar ile solunum yolu hastalıklarına bağlı ölümler arasında ciddi bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Siirt kentinde hava kirliliği parametreleri analiz edildiğinde normal değerlerin oldukça üstünde seyrettiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla kentte hava kirliliği, halk sağlığını olumsuz bir şekilde etkilediği açıkça görülmektedir. Çalışma temel amacını, Siirt kentindeki hava kirlilik durumunu incelemek, hava kirliliğinin oluşturduğu sorunlar ve bu sorunlara çözümler geliştirmek, hava kirliliğini önlemek üzere yapılacakların irdelenmesi oluşturmaktadır. Aynı zamanda çalışmanın konu ile ilgili bundan sonra yapılacak benzer çalışmalara katkı sunması da hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava Kirliliği, Siirt, Coğrafi Faktörler, Hava Kirliliği Kaynakları

* Bu çalışma, Akademik Gelişim Platformu tarafından 26-28 Ocak 2018 tarihlerinde Malta'da düzenlenen 11. Uluslararası Beşeri ve Sosyal Bilimler Konferansı'nda sözlü bildiri olarak sunulmuş olup özet metni yayınlanmıştır.

An Example of Cities Where Air Pollution Has Reached Serious Dimensions: Siirt

Abstract

The air pollution, which started with the industrial revolution and increased in parallel with the increase in fossil fuel consumption, has become a big environmental problem that is now living on a global scale. Contaminant gases, whose concentrations in the atmosphere, especially carbon dioxide, are increasing, have caused climate change and environmental problems, which are the most important problems of the world. According to pollution sources and geographical locations, different regions of the world live this problem in different dimensions. The levels of air pollution are above the limits currently accepted in many countries and cities. Pollution is mainly caused by industrial premises, fuel consumption for heating in residences and motor vehicle exhausts. The recent increase in environmental awareness in our country continues to be a serious problem, despite the relatively declining air pollution in many cities with the use of natural gas. In Siirt city, air pollution has reached serious size especially in the winter months due to the recent rapid population experienced growth, distorted urbanization, relatively increased industrialization and the use of low quality fossil fuels is still very widespread. Studies conducted around the world reveal a serious relationship between air pollution and cardiovascular disease and deaths due to respiratory diseases. In this context, it is understood that when the air pollution parameters are analysed in Siirt city, it is well above the normal values. Therefore, it is clearly seen that air pollution in the city affects public health negatively. The main aim of the study is to examine the air pollution situation in Siirt city, to solve the problems of air pollution and to develop solutions to these problems and to investigate what should be done to prevent air pollution. At the same time, it is also aimed to provide a contribution to the work that will be done afterwards.

Keywords: Air Pollution, Siirt, Geographical Factors, Air Pollution Sources

GİRİŞ

Günümüzde çevre sorunları çeşitlenerek artmakta, doğa ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Hava kirliliği ise bu tehdidin başında gelmektedir. Hava kirliliği, belirli bir kent veya bölgenin havasının çeşitli kaynaklar tarafından doğal yapısının bozulması olarak tanımlanmaktadır (Güney, 2004: 21). Kirlilik, atmosferde gaz, parçacık, su buharı ve koku şeklinde bulunabilecek olan kirleticilerin başta insan olmak üzere, canlılara ve bütünüyle ortama zarar verecek ölçülere ulaşması şeklinde gerçekleşmektedir (Garipağaoğlu, 2015: 16). Yaşamın temel kaynağı olan hava, insan ve canlılar için vazgeçilmezdir. Bu nedenle hava kirliliği kitlesel sonuçlara neden olmaktadır. Sanayi devrimi ile başlayan ve fosil yakıt tüketiminin artışına paralel olarak artan hava kirliliği, günümüzde küresel ölçekte yaşanan büyük bir çevre sorunu haline gelmiştir. Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısında fosil yakıt tüketimi iyice artmış, bu da hava kirliliğinin tüm Dünyada ileri boyutlara ulaşmasına yol açmıştır (Yiğitbaşoğlu, 2016: 43). Geçmişte hava kirliliği nedeniyle, binlerce insan hayatını kaybetmiş, günümüzde de devam edecek şekilde hastalıklar artmış ve yaşam standartları düşmüştür.

Son zamanlarda global ölçekli araştırmalardan elde edilen verilere göre hava kirliliğinin tüm Dünyada insan sağlığını tehdit eden ilk on riskten biri olduğu ortaya çıkmaktadır (Sağlık ve Çevre Birliği, 2015; Institute for Health Metrics and Evaluation, 2014). Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'ne (OECD) göre 2050 yılında dış ortam hava kirliliği dünya genelinde çevresel koşullara bağlı ölümlerin birinci nedeni olacaktır (OECD, 2012). Nitekim Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre Dünyada her 10 kişiden 9'u yüksek düzeyde hava kirliliğine maruz kalmaktadır. Aynı şekilde 2017 yılında Dünyada yaklaşık 7 milyon kişinin hava kirliliği nedeni ile erken öldüğü anlaşılmıştır. Bu ölümlerin 2 milyonu Güneydoğu Asya'da, 2 milyonu Batı Pasifik'te, 1 milyonu Afrika'da, 500 bini Avrupa'da, 500 bini Doğu Akdeniz'de ve 300 bin kadarı Amerika'da yaşanmıştır. (WHO, 2018). Aynı şekilde yapılan bazı araştırmalarda kardiyovasküler hastalıklardan dolayı gerçekleşen ölümlerin %60-80 oranında hava kirliliğinden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Bourdrel vd., 2017: 635). Solunum yolu hastalıkları ile bebek ölümlerinde de hava kirliliğinin önemli etkileri olduğu ve bu hastalıklara bağlı ölümlerin ana nedenlerinden birinin hava kirliliği olduğu tespit edilmiştir (Huang vd., 2018 :42; Soohyung vd., 2018: 101). Yapılan bazı araştırmalara göre hava kirliliği ile diyabetin ortaya çıkışı ve gelişimi üzerinde güçlü ilişkiler olduğu ortaya çıkmıştır (Lim vd., 2018: 330; Donath & Shoelson, 2011; Osborn & Olefsky, 2012: 374). Görüldüğü üzere hava kirliliği, tüm Dünyada ölümcül etkileri olan büyük bir felaket olarak ortaya çıkmıştır. Nitekim Dünya Sağlık Örgütü, her yıl milyonlarca insanın ölümüne yol açan hava kirliliğini "**görünmez katil**" olarak adlandırmaktadır (WHO, 2018; Türkiye Toraks Derneği, 2017).

Diğer yandan hava kirliliği başlarda Sanayi Devrimiyle birlikte sanayileşmiş ülkeler ve sanayinin geliştiği kentlerde görülmeye başlanmıştır. Bu dönemde yoğun enerji kullanımı ve fosil yakıtların aşırı tüketimi, ciddi hava kirliliği sorunlarına yol açmıştır. Nitekim İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri gibi

sanayileşmiş ülkeler, geçmişte hava kirliliğinden önemli ölçüde etkilenmiş ve bu ülkelerde çok sayıda insan kirlilik nedeniyle yaşamını yitirmiştir (Sümer, 2014: 38). Çevre sorunları ve özellikle hava kirliliğinin olumsuz etkilerini erken fark eden sanayileşmiş ülkeler, bu sorunları azaltmak için tedbirler almışlardır. Özellikle Avrupa ülkeleri hava kirliliğini azaltmak için fosil yakıtların kullanımında sınırlamaya gitmiş, motorlu araç emisyonlarını azaltarak, nispeten hava kirliliğini azaltmışlardır. Öte yandan sanayileşme süreci ile geç tanışan günümüzün az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri ise çevre ve hava kirliliği ile ilgili sorunlarla yakın geçmişte karşılaşmaya başlamışlardır. Özellikle 1950’li yıllardan itibaren hızlı kalkınma ve sanayileşme hamleleri gerçekleştirmeye çalışan az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, bu süreçte çevresel etkilerini göz ardı ederek, bilinçsiz bir şekilde fosil yakıtları tüketmişlerdir. Buna motorlu araç kullanımının yaygınlaşması ve kontrolsüz sanayi tesislerinden kaynaklı kirlilik de eklenince, bu ülkelerde hava kirliliği çok ciddi çevre ve sağlık sorunlarına yol açmıştır. Özellikle son 10 yılda Çin, Hindistan, Pakistan gibi Asya ülkelerinde hava kirliliği, ileri boyutlara ulaşırken, her yıl milyonlarca insan hava kirliliği nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Dünyada hava kirliliğinin en fazla görüldüğü ülkelerden biri olan Çin’in, Tianjin, Pekin ve Şangay gibi kentlerinde, kirlilik korkutucu boyutlara ulaşmış ve insanlar maske ile dışarı çıkmak zorunda kalmıştır (WHO, 2018; Huang vd; 2018: 42). Bu bakımdan aslında hava kirliliği günümüzde kentsel bir olgudur (Menteşe & Tağıl, 2012:5). Büyük doğal felaketler olmadıkça kırsal alanlarda hava kirliliğinden söz edilmemektedir. Nüfusun aşırı artması ve ekonominin hızlı büyümesi sonucu ortaya çıkan belirgin bir çevre sorunu olarak kabul edilmektedir ve hem mali hem de halk sağlığı açısından ciddi sonuçları olan bir olguya dönüşmüştür (Demirarslan & Akıncı, 2018: 12; Li & Qiao, 2015: 104-110).

Gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de hava kirliliği olayları, 1950’li yıllarda başlayan sanayileşme eğilimleri ve hızlı kentleşmeye bağlı olarak bir sorun haline gelmiştir (Garipağaoğlu, 2006: 58). Özellikle Son yıllarda Türkiye’de hava kalitesi endişe verici boyutlara ulaşmıştır. Hava kirliliğinin resmi ölçüm sonuçları, ülke genelinde solunan havanın sağlığa zararlı olduğunu göstermektedir. Hatta Türkiye’deki bazı ölçüm değerleri, AB ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün standart sınır değerlerinin oldukça üzerindedir (Garipağaoğlu, 2015: 18). Nitekim Türkiye’de hava kirliliğine ilişkin verilere göre ülkemiz, Avrupa’da hava kirliliğine bağlı erken ölümlerin en yüksek oranda olduğu ülkelerden biri olarak görünmektedir. Türkiye Toraks Derneği’ne göre Türkiye’de hava kirliliği nedeniyle her yıl 32 bin kişinin öldüğü ve ülkemizin 81 ilinin 80’inin havasının Dünya Sağlık Örgütü kriterlerine göre kirli olduğu belirtilmiştir (Türkiye Toraks Derneği, 2016). Türkiye’de görülen hava kirliliği, daha çok evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara ve motorlu taşıtlara bağlı olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu kaynaklara endüstri emisyonlarından kaynaklanan kirleticiler de eklenmektedir (Garipağaoğlu, 2006: 57). Diğer yandan hava kirliliğinin belirlenmesinde havadaki ozon (O₃), Partikül Madde (PM), Kükürt dioksit (SO₂), Karbondioksit (CO₂), karbon monoksit (CO), sülfür dioksit (SO₂),

nitrojen oksit (NO) gibi maddelerin miktarına göre belirlenir (Robert ve Lambach, 2010: 175-180). Ülkemizde kentsel hava kirliliği genellikle atmosferde bulunan kükürt dioksit (SO₂) ve partikül madde (PM) değişimlerinin ölçülmesiyle saptanmaktadır (Cavkaytar vd., 2013: 106).

Çalışma alanını oluşturan Siirt kenti, Türkiye'deki diğer kentler gibi son yıllarda hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, nispeten artan sanayileşme ve düşük kalite fosil yakıt kullanımının halen çok yaygın olması gibi nedenlerle özellikle kış aylarında çok ciddi boyutlarda hava kirliliğinden etkilenmektedir. Bu bağlamda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından Siirt kentindeki hava kirleticileri ile ilgili (kükürt dioksit (SO₂) ve partikül madde PM₁₀ verileri analiz edildiğinde normal değerlerin oldukça üstünde seyrettiği anlaşılmaktadır. Gerek Çevre ve Şehircilik Bakanlığı gerekse WHO verileri dikkate alındığında Türkiye'de ve Avrupa'da hava kirliliğinin en yüksek olduğu kentlerden birini Siirt oluşturmaktadır. Dolayısıyla kentte hava kirliliği, halk sağlığını olumsuz bir şekilde etkilediği açıkça görülmektedir.

Bu çalışmada Siirt kentinde hava kirliliğinin coğrafi açıdan incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Siirt kentindeki hava kirliliğinin doğal ve beşeri coğrafya faktörleri ile ilişkisi araştırılmış, kirliliğin sebep ve sonuçları tartışılmıştır. Siirt kentindeki hava kirliliğinin kaynakları, kirliliğin azaltılması ve kontrol edilmesine yönelik bulguların tartışılmasını hedefleyen bu araştırmanın sonuçları; ilgili konularda çalışan kişi, kurum ve kuruluşlara yönelik coğrafi tespitler sunması bakımından önem taşımaktadır. Aynı zamanda çalışmanın konu ile ilgili bundan sonra yapılacak benzer çalışmalara katkı sunması da hedeflenmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Siirt kentine ait 2015, 2016 ve 2017 yıllarına ait hava kalitesi analiz değerleri kullanılmıştır. Hava kirliliği parametrelerini oluşturan Kükürt dioksit (SO₂) ve Partikül Madde (PM₁₀) değerleri analiz edilerek sonuçlar tablo ve grafikler ile gösterilmiş ayrıca kükürt dioksit ve partikül maddenin minimum, maksimum ve ortalama değerleri çizelgeler şeklinde verilmiş, elde edilen sonuçlar sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Kullanılan WHO, AB ve Türkiye sınır değerleri tablo 1'de verilmiştir. Çalışmaya ait veriler T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme istasyonlarına aittir. Siirt kentinin hava kirliliği verileri, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nın web adresine ait ölçüm sonuçlarından tedarik edilmiştir (<http://www.havaizleme.gov.tr/Services/AirQuality>). Diğer yandan Siirt kentinde hava kirliliğini etkileyen topografik ve iklimik koşulların etkisi irdelenmiştir. Bu bağlamda hava kirliliği üzerinde etkili olan iklim elemanlarına ait 1960-2016 yıllarını kapsayan veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilmiştir. Sahanın topoğrafik özellikleri ise 1:25.000 ölçekli Türkiye topoğrafya haritalarının ilgili paftaları kullanılarak işlenmiş ve açıklanmıştır. Ayrıca sahadaki hava kirliliği üzerinde etkili olan, nüfus, konut sayısı, motorlu araç sayısı gibi verilere Siirt Türkiye İstatistik Kurumu İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Kentte kullanılan yakıtların cinsi ve konutlara göre dağılımını tespit etmek için Siirt Belediye Başkanlığı ile Siirt Batman Doğalgaz A.Ş. (SİBADAŞ) kayıtlarına ulaşılmıştır. Ayrıca Çalışma alanında hava kalitesini etkileyen sebepleri belirlemek amacıyla, Siirt ilinin 2015-2016 yılı İl Çevre ve Durum Raporları detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bütün veriler ışığında, Siirt kentinde hava kirliliğinin hangi boyutlarda olduğu ve kirliliği azaltmak için yapılması gerekenler irdelenmiş ve çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli kirleticilere göre hava kirliliği AB sınır değerleri ve Türkiye sınır değerleri karşılaştırması

| | AB | Sınır Değerler | | | | Yıllık Aşma Sayısı (Toplam Gün) | |
|---|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------|
| | | Türkiye (2015) | Türkiye (2016) | Türkiye (2017) | Türkiye (2018) | AB | Türkiye |
| SO ₂ (Kükürt dioksit) (24 saatlik Ort.) | 125 µg/m ³ | 225 µg/m ³ | 200 µg/m ³ | 175 µg/m ³ | 150 µg/m ³ | 3 kez/yıl | 3 kez/yıl |
| PM ₁₀ (Partikül Madde) (24 saatlik Ort.) | 50 µg/m ³ | 90 µg/m ³ | 80 µg/m ³ | 70 µg/m ³ | 60 µg/m ³ | 35 kez/yıl | 35 kez/yıl |
| PM _{2,5} (Partikül Madde) (Yıllık Ort.) | 25 µg/m ³ (Yıllık Ort.) | | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

ÇALIŞMA ALANININ YERİ VE SINIRLARI

Çalışma alanını oluşturan Siirt kenti, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Dicle Bölümü'nde yer almaktadır. Bir kısmı Güneydoğu Anadolu, bir kesimi Doğu Anadolu Bölgesi'ne giren ilin merkezi olan Siirt, Mezopotamya'yı kuzeyden bir yay gibi çeviren Güneydoğu Torosların eteklerinde kurulmuş bir Anadolu kentidir. Siirt kentinin doğu ve güneyini sarp ve derin bir kanyon vadi oluşturan Botan Çayı sınırlandırmaktadır. Söz konusu nehir kentin bu yönlere gelişimini engellemiştir. Siirt'in kuzeyi de ortalama 1000 metrelik yükseltiye sahip engebeli araziler tarafından çevrelenmiştir. Kentin bu yöndeki gelişimi de bu engebeli-arazılı arazi ile engellenmiştir. Günümüzde kent, etrafındaki morfolojik birimlerin sınırlayıcı etkisinden dolayı daha çok batı ve güneybatı yönüne doğru gelişim göstermektedir. Yerleşme çekirdeğini Botan Vadisi'ne hâkim Rasinnebah, Şeyşemu, Birraffa, Şeyhkasım ve Meybuk gibi tepelerin oluşturduğu Siirt kenti, başlarda bu tepelerin etrafına doğru yayılış göstermiştir (Şekil 1). Ancak zamanla nüfusun ve yapılaşmanın artmasıyla birlikte kent, batıya, plato yüzeyine doğru gelişme göstermiştir (Alkan, 2018: 7). Günümüzde ise hızlı kentleşmenin etkisiyle Siirt, plato yüzeyini de aşarak, batıya ve güneybatıya uzanarak, Yağmurtepe ile Kezer Çayı ve etrafındaki neojen göl çökeltilerinden oluşan düzlüğe doğru ilerlemektedir. Siirt kenti, 7 ilçe ile 281 köyün idari merkezi konumunda olup,

150000'e yaklaşan nüfusu ve gelişme eğiliminde olan ekonomik fonksiyonlarıyla bulunduğu bölge için önemli bir yerleşmedir.

Şekil 1. Çalışma Sahası Lokasyon Haritası.



BULGULAR

Hava kirliliği sorunu bölgelerin sahip olduğu coğrafi, demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri ile yakından ilişkilidir (Tağl, 2007: 37-56). Beşeri faktörler, kirliletiçi emisyon oranlarını ve kaynağını belirlerken; bölgelerin iklimi ve topoğrafyası kirliliğin atmosferde dağılımını etkilemektedir (İlten & Selici, 2008: 267-277). Bu nedenle son yıllarda kentlerdeki hava kalitesi ile meteorolojik koşullar arasındaki ilişki araştırmalara konu olmuştur (Keser, 2002: 70). İklim koşullarının yılın büyük bir bölümünde elverişsiz şartlar göstermesi, topografik özelliklerin uygun olmaması ve beşeri coğrafya etmenleri hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kopar & Zengin, 2009: 52).

Siirt Kentinde Hava Kirliliğini Etkileyen Coğrafi Faktörler

Hava kalitesini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen coğrafi faktörler; doğal ve beşeri faktörler olmak üzere iki kategoride değerlendirilebilir. Doğal faktörler; topografik ve iklimsel özellikler (sıcaklık, nispi nem ve yağış, inversiyon, basınç ve rüzgârlar), beşeri faktörler ise; hızlı nüfus artışı, düzensiz kentleşme, gecekondulaşma, fosil yakıtlar, motorlu taşıtlar, şehir merkezli alternatifsiz ulaşım güzergâhları, bireysel duyarlık ve kurumsal denetim faktörleridir (Kopar & Zengin, 2009: 52).

Doğal Faktörler

Bir yerde hava kirliliğine neden olan maddelerin havadaki miktar ve durumlarını uzun süre muhafaza etmeleri de o yerin topografik ve iklimik özelliklerine bağlı olarak meydana gelmektedir. Bu nedenle hava kirliliği sorununun çözümlenebilmesi için, öncelikle kirliliğin kalıcılığını denetleyen topografik ve meteorolojik parametrelerin ortaya konması gerekmektedir (Keser, 2002: 71).

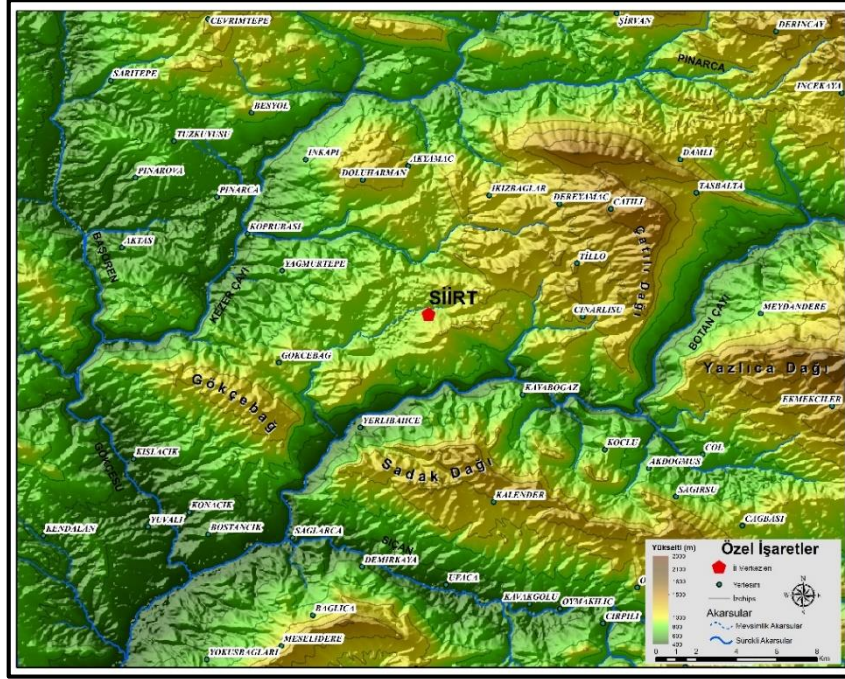
Topografik Özellikler

Yerleşim biriminin kurulduğu yerin topografik şekli hava kirliliğini olumsuz yönde etkileyebileceği gibi, olumlu rol üstlenerek de kirliliğin doğal yollardan dağılmasına imkân hazırlayabilir. Bu bakımdan etrafı yüksek bir çerçeve ile sınırlandırılmış olan havza tabanları veya rüzgâr istikametine dik olan vadi tabanları ya da yamaçları, buralarda kurulmuş olan yerleşmelerin hava kirliliğinde olumsuz rol oynar. Türkiye'deki kentlerin birçoğunda topografik koşulların olumsuz bir rol oynadığı anlaşılmaktadır (Garipağaoğlu, 2015: 104). Bu bakımdan ele alındığında Siirt kentinde mevcut topografik koşulların hava kirliliği üzerinde olumsuz bir etki yaptığı görülmektedir.

Siirt kenti, 895 metre yükseltide yer alan ve Güneydoğu Torosların eteklerinde kurulmuş bir yerleşimdir. Kent başlarda doğusundaki Rasinnebah, Biraffa ve Şeyhşemu gibi tepelik sahaların yamaçlarında gelişirken, günümüze doğru ise batısındaki düzlüğe doğru yayılmıştır. Kentin kuzeyi yükselti aralığı 1000-1400 arasında değişen tepeler ile Çatılı gibi dağlık kütleler tarafından çevrelenmiştir. Güneyinde ise Gökçedağ ve Sadak gibi yükseltisi 1000 metreyi aşan antiklinaller bulunmaktadır. Siirt'in gelişime açık ve yükseltinin kademeli olarak azaldığı doğrultusu ise batıda Kezer Çayı ve çevresindeki Neojen göl çökelleridir. Dolayısıyla Siirt kentinin topografik yapısı incelendiğinde kentin kuzeyi, doğusu ve güneyinin dağlık kütleler tarafından çevrelendiği, batısının ise nispeten açık, ancak bu kısımda da Yağmurtepe gibi küçük tepelik alanların bulunduğu gözlenmektedir (Şekil 2). Söz konusu topografik yapı, kentte hava kirliliği üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Zira kentin üzerine çöken kirli hava, etrafındaki engellerden dolayı rüzgârlar vasıtasıyla tahliye edilememekte ve bu da kirli havanın uzun süre kent üzerinde kalmasına yol açmaktadır.

Diğer yandan kentte topografik açıdan hava kirliliğini etkileyen bir başka unsur da yükseltidir. Siirt'in ortalama yükseltisi 1000 metre civarında olup, sahada yükseltiye bağlı yıllık ve günlük sıcaklık salınımları artmakta ve yıllık amplitüd de yükselmektedir. Bu durum özellikle kış aylarında yanma süresini ve dönemini uzatarak, kirliliğin artmasına yol açmaktadır.

Şekil 2. Çalışma Sahası Topografya Haritası.



İklim Özellikleri

Hava kirliliği konsantrasyonları ile meteorolojik faktörler arasında yakın bir ilişki olduğu bilinmektedir (Menteşe & Tağıl, 2012: 4). Hava kirliliğini etkileyen en önemli fiziksel faktörler arasında yer alan iklimik şartlar, uygun olmadığı ölçülerde atmosfer kirliliğini daha da artırmakta, ya da kirli havanın etrafa yayılmasına neden olmaktadır. Türkiye’de hava kirliliğinin iklim şartları ile olan ilişki araştırılırken, daha çok yılın soğuk devresi olan kış dönemi dikkate alınmaktadır. Bu dönemde özellikle düşük sıcaklıklar, yüksek basınç şartları, rüzgârlar ve inversiyon (Isı terselmesi) gibi olumsuz iklimolojik olaylar, hava kirlenmesi üzerinde etkilerini arttırmaktadırlar (Garipağaoğlu, 2015: 78-79).

İklim elemanları içerisinde yer alan sıcaklık, hava kirliliği ile en sıkı bağlantısı olan unsurdur. Bu bakımdan özellikle yıllık ve günlük sıcaklık salınımları ile yanma dönemi içerisindeki maksimum ve minimum sıcaklıklar, sıcaklığın 0 °C’nin altına indiği günler sayısı çok önemlidir. Çünkü hava sıcaklığı, binalarda yanan ısıtıcıların yanma sürelerini ve derecelerini belirleyerek, doğrudan kullanılan yakıt miktarını belirlemekte, bu da hava kirliliğinin boyutlarını etkilemektedir. Türkiye’de hava sıcaklığının 18 °C’nin altına düştüğü mevsimden itibaren yanma olayı başlamaktadır. Bu yüzden yanma dönemini belirleyen 18 °C’nin altındaki mevsimlik ve günlük sıcaklıklar son derece önemlidir (Garipağaoğlu, 2015: 80-81; Şahin, 1989: 28). Siirt’te yanma dönemi Ekim ve Nisan aylarını kapsayan yaklaşık yedi aylık zamana tekabül etmektedir (Tablo 2).

Günlük ortalama sıcaklık verileri dikkate alındığında kentte yanma süresi yaklaşık 210 günü bulmaktadır. Eşik değerlerin altında sıcaklıkların görüldüğü bu dönemde kentsel alanda fosil yakıt kullanımının miktarı ve süresi arttığı için atmosfere daha fazla kirletici yayılmakta ve hava kirliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum özellikle kentin batısındaki depresyon ve vadi tabanlarında kalan kesimlerinde daha belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Sahada sıcaklığın 0 °C'nin altına düştüğü günler, yani donlu günler ve bunların sayıları ile birlikte yıl içerisindeki dağılımları da hava kirliliğini etkilemektedir. Bu bakımdan kentte yıllık ortalama donlu gün sayısı 38.6 olup, Kasım-Nisan dönemine denk gelen yedi aylık süreçte donlu günler yaşanmakta ve bu da hava kirliliğini daha da artırmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Siirt'te bazı meteorolojik verilerin aylık ve yıllık ortalama değerleri (1960-2016).

| Aylar | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|--------|
| Ortalama Sıcaklık (°C) | 2.8 | 4.3 | 8.6 | 13.8 | 19.4 | 26 | 30.5 | 30.0 | 25.1 | 18 | 10.3 | 4.8 | 16.1 |
| Maksimum Sıcaklık (°C) | 19.7 | 20.6 | 28.5 | 32.9 | 36.1 | 40.2 | 44.4 | 46 | 39.9 | 36.6 | 25.6 | 24.3 | |
| Minimum Sıcaklık (°C) | -15.6 | -14.8 | -13.3 | -3.8 | 2.0 | 8.7 | 14.0 | 14.4 | 8.5 | 1.3 | -4.4 | -14.4 | |
| Maksimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C) | 6.8 | 8.9 | 13.8 | 19.2 | 25.3 | 32.3 | 37.2 | 37.0 | 32.3 | 24.5 | 15.5 | 8.9 | 21.8 |
| Minimum Sıcak. Ortalaması (°C) | -0.3 | 0.7 | 4.4 | 9.1 | 13.7 | 19.2 | 23.5 | 23.2 | 18.8 | 12.9 | 6.4 | 1.8 | 11.1 |
| Donlu Gün Sayısı | 14.6 | 10.6 | 3.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | 1.4 | 8.8 | 38.6 |
| Yağış Miktarı (mm) | 84.1 | 97.1 | 105 | 107 | 59.4 | 8.7 | 1.8 | 1.1 | 5.1 | 49.8 | 78.9 | 92.1 | 690.1 |
| Ortalama Yağışlı Gün | 12 | 12.2 | 14 | 13.9 | 10.6 | 3.5 | 0.7 | 0.6 | 1.8 | 7.9 | 9.1 | 11.6 | 97.9 |
| Kar Yağışlı Gün | 5.3 | 4.6 | 1.8 | 0.2 | | | | | | | 0.6 | 2.4 | 14.9 |

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Siirt kentinde hava kirliliği üzerinde etkili olan bir önemli iklimik olay ise inversiyondur. Hava kütlelerinde aşağıdan yukarıya doğru gidildikçe sıcaklığın sürekli azalması gerekirken bir yerde artar ve daha sonra tekrar azalmaya devam ederse bu duruma sıcaklık terselmesi denmektedir. Sıcaklık terselmesinin olduğu yerlerde hava içinde dikey yönlü bir hava akımı doğuracak dinamizm bulunmamaktadır. Normalin aksine olarak yükseldikçe sıcaklık artıyorsa sıcaklık terselmesi veya inversiyon meydana gelmektedir. Bu terselme eğer yeryüzünde olmuşsa kararlı bir havanın varlığını gösterir. Bu durumda soğuk ve ağır hava alta, sıcak ve hafif hava üstte olduğundan düşey yönlü hava akımlarını doğuracak

bir güç kaynağı yoktur. Böyle tip havalarda yeryüzüne yakın bölümlerde hava içindeki kirleticiler, olduğu yerde kalmaktadır. Bacalardan çıkan duman havada yükselememektedir. Hava kirliliği yönünden en tehlikeli durum da budur. Böyle bir kararlılık bozuluncaya kadar canlılar bu kirli havayı teneffüs etmek zorunda kalmaktadırlar. Bu tip havada eğer nisbi nem oranı da yüksek ise (sisli havada olduğu gibi) havadaki kirleticilerin en zararlıları olan kükürt dioksit, su buharı ile birleşerek insan sağlığına çok zararlı olan sülfürik asidi oluşturmaktadır (Şahin, 1989: 36). İncersiyon olayının Siirt kentinde soğuk dönemde oldukça sık görüldüğü gözlenmiştir. Özellikle kentin batısındaki Kezer Çayı ve etrafındaki depresyon sahaları ve vadi oluklarında kışın incersiyonun çoğu zaman gerçekleştiği ve kirli havanın kent üzerinde kalmasını sağladığı anlaşılmaktadır. Bu durum kentte görülen kirliliğinin en önemli doğal etkileri arasında yer almaktadır.

Hava kalitesini etkileyen diğer önemli iklim elemanları ise basınç ve rüzgârlardır. Hava basıncı, yeryüzündeki havanın hareketli veya hareketsiz olmasını etkilediği için konu ile ilgilidir. Yüksek basınç şartlarında sübsidans söz konusu olduğu için aşağıdaki kirli hava yükselememektedir. Aksine, hareketsiz olarak yeryüzünde kalmaktadır. Onun için antisiklonların etkili olduğu zamanlar kirlilik yönünden olumsuz sonuçlar doğmaktadır (Şahin, 1989: 38). Siirt'te yıllık ortalama basınç 900-920 hPa değerleri arasında değişmektedir (Tablo 3). Kentte özellikle kış aylarında basınç değerleri yükselmekte, bu da yüksek basınç şartlarında kirli havanın tahliyesini güçleştirerek, kirli havanın kent üzerinde daha uzun süre kalmasına yol açmaktadır.

Tablo 3. Siirt'te Ortalama ve Ekstrem Basınç Değerlerinin Aylara Göre Dağılımı (1960-2016).

| Aylar | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|-----------------------|-------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Ortalama Basınç (hPa) | 915.5 | 913.8 | 912 | 911.5 | 910.9 | 907.4 | 904.7 | 906.5 | 911.2 | 915.5 | 917.0 | 916.7 | 911.9 |
| Maksi. Basınç (hPa) | 926.9 | 926 | 924 | 921 | 919,3 | 915.4 | 912.5 | 914.3 | 919.9 | 924.3 | 929 | 927.2 | |
| Mini. Basınç (hPa) | 897.1 | 897.9 | 896 | 897.1 | 901.3 | 899.1 | 895.4 | 898.9 | 903.8 | 905 | 903.3 | 899.6 | |

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Hava kalitesi üzerinde belirleyici bir başka iklim elemanı olan rüzgârın esme hızı ve hâkim yönü, yerleşim alanları üzerinde biriken kirli havanın uzaklaştırılması bakımından önem taşımaktadır (Türkeş, 2017: 173). Bu nedenle hava kirliliği önleme çalışmalarında emisyonu maruz bölgelerde etkili olan rüzgârların; yönü, hızı ve esme sıklığından (frekansı) oluşan üç özelliğinin tam olarak belirlenmesi gerekmektedir (Keser, 2002: 92).

Siirt kentinde tüm yönlerin yıllık toplam rüzgâr esme sayısı 475969'dur (Tablo 3). Bütün mevsimlerde ve yıllık olarak kuzey, kuzeydoğu ve doğu yönünden esen rüzgârların frekansının daha yüksek olduğu sahada, hâkim rüzgâr yönü ise kuzey ve doğudur. Siirt kentinde yıl boyunca rüzgârın en çok estiği istikamet 110348 esme sayısı (ortalama hızı: 1.3 m/sn) ile doğu (E) yönüdür. Doğru yönü ile birlikte 99043 esme sayısı (ortalama hız: 1.1 m/sn) ile kuzey (N) gelmektedir. Yıl boyunca rüzgârın en az estiği yön ise 20186 (ortalama hız: 1.3 m/sn) esme sayısı ile güneydoğudur. Bu yönden sonra rüzgârın en az estiği yön 21279 esme sayısı (ortalama hız: 1.8 m/sn) ile güneydir (Tablo 4).

Tablo 4. Siirt kentinde mevsimlere göre rüzgâr esme sayıları (1960-2016).

| | İlkbahar | Esiş %'si | Yaz | Esiş %'si | Sonbahar | Esiş %'si | Kış | Esiş %'si | Yıllık |
|----|----------|-----------|-------|-----------|----------|-----------|-------|-----------|--------|
| N | 25269 | 20.1 | 23508 | 19.4 | 21470 | 18.1 | 28796 | 25 | 99043 |
| NE | 9964 | 8.2 | 11327 | 9.3 | 11425 | 9.6 | 11799 | 10.2 | 44515 |
| E | 27348 | 22.6 | 26251 | 21.6 | 31179 | 26.3 | 25570 | 22.2 | 110348 |
| SE | 5791 | 4.8 | 4813 | 4 | 5931 | 5 | 4744 | 4.1 | 20186 |
| S | 18989 | 15.7 | 21499 | 17.7 | 16840 | 14.2 | 13659 | 11.8 | 21279 |
| SW | 7225 | 6 | 7360 | 6.1 | 6292 | 5.3 | 5929 | 5.1 | 70987 |
| W | 20854 | 17.2 | 22431 | 18.5 | 20845 | 17.6 | 18675 | 16.2 | 26806 |
| NW | 5425 | 4.5 | 4101 | 3.4 | 4499 | 3.8 | 6161 | 5.3 | 82805 |

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Görüldüğü üzere Siirt kentinde hakim rüzgâr yönü kuzey ve doğu istikametidir. Güney ve batı yönünde ise çok az frekansta rüzgâr esmektedir. Kentteki topografik şartlar, rüzgârın kent üzerindeki kirli havayı tahliyesi etmesi için olumsuz koşullar taşımaktadır. Nitekim kentin güneyindeki Gökçedağ ve Sadak gibi antiklinaller ile doğudaki Rassinebah ve Biraffa gibi tepelik alanlar, kışın genellikle kuzeyden esen rüzgârların kent üzerindeki kirli havayı tahliye etmesini engellemektedir. Kirli havanın kentten tahliyesini sağlayacak batı yönü ise çok katlı yapılaşmadan dolayı rüzgârların bu doğrultudaki hareketleri de kısıtlanmaktadır. Bu nedenle kirliliğin en yüksek olduğu kış döneminde rüzgârlar beşeri ve topografik engellerden dolayı etkisiz kalarak, kirli havanın taşınmasına ve kent üzerinden dağılmasına yardımcı olamamaktadır.

Tablo 5. Siirt Kentinde Ortalama Rüzgâr Hızı, Maksimum Rüzgâr Hızı ve Yönü İle Fırtınalı Günler Sayısının Aylara Göre Dağılımı (1960-2016).

| Aylar | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haz. | Tem. | Ağus. | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|------------------------------------|------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|--------|--------|
| Ortalama Rüzgâr Hızı (m_sec) | 1.2 | 1.4 | 1.8 | 1.9 | 1.8 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 1.7 | 1.3 | 1.2 | 1.7 |
| Fırtınalı Günler Sayısı Ortalaması | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Diğer yandan sahadaki ortalama rüzgâr hızları, maksimum rüzgâr hızı ve yönleri incelendiğinde, kışın rüzgâr hızlarının düşük yaz mevsiminde ise yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama rüzgâr hızının en düşük olduğu aylar 1.2 m/sn ile Aralık ve Ocak ayı iken ortalama rüzgâr hızının en yüksek olduğu aylar 2.0 m/sn ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır (Tablo 5). Bu verilere göre sahada güney sektörlü esen ve yazın etkili olan rüzgârlar daha şiddetli eserken, kışın etkili olan kuzey sektörlü rüzgâr ise daha yavaş esmektedir.

Hava kirliliğinin dağıtılması bakımından çok etkili olan, kuvvetli rüzgârlı ve fırtınalı gün sayılarına baktığımızda, bunların kentteki hava kirliliğinin en yüksek olduğu Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında düşük olması olumsuz bir özellik olarak görülmektedir. Nitekim kirliliğinin en yüksek düzeyde olduğu Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ortalama aylık rüzgâr hızları 1.2 ile 1.4 m/s gibi oldukça düşük bir frekans aralığında değişmektedir. Aynı şekilde fırtınalı gün sayıları da kış aylarında 1 günün altında kalmaktadır. Bu durum kirliliğinin en yoğun olduğu kış aylarında kirli havanın tahliyesinde önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır.

Beşeri Faktörler

Hava kirliliğinde doğal koşulların yanında beşeri faktörlerinde büyük etkisi vardır. Beşeri faktörler içerisinde hızlı nüfus artışı, düzensiz kentleşme, gecekondulaşma, fosil yakıtlar, motorlu taşıtlar, kent merkezli alternatifsiz ulaşım güzergâhları ve kurumsal denetim gibi faktörler yer almaktadır (Kopar & Zengin, 2009: 52). Öte yandan Türkiye’de görülen hava kirliliği, genelde evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlardan ve motorlu kara taşıtlarından kaynaklanmaktadır. Özellikle de konutlarda ısınma amacıyla kullanılan kömür ve fueloil gibi yakıtlardan çıkan her türlü kirlenici, havanın kirlenmesinde rol oynamaktadır (Garipağaoğlu, 2015: 36).

Siirt kentinde hava kirliliğini doğuran temel nedenlerden biri hızlı nüfus artışı ve plansız kentleşmedir. Siirt, modern kentleşme süreciyle ilk olarak 1950’li yıllarda tanışmıştır. Bu dönemle birlikte kent gelişmeye ve nüfusu artmaya başlamıştır. Siirt, 1980’li yılların başına kadar nispeten planlı ve yavaş bir ivme ile gelişmiştir. Nitekim kent nüfusu 1955’te 20895 iken, 1980’de ise 42291 olmuştur. Ancak Siirt kenti 1980’li yıllardan sonra gerek ulaşım imkânlarının artması, gerekse sağlık, ticaret ve eğitim fonksiyonlarının gelişmesiyle hızla çevresindeki kırsal yerleşmelerden göç almıştır. Öte yandan kentin büyük bir göç dalgasına maruz kalmasına yol açan asıl durum ise bölgede yaşanan terör olaylarıdır. Siirt kenti, 1980’li yılların ikinci yarısından 2000’li yıllara kadar terör olaylarından dolayı köylerini ve kasabalarını terk eden nüfusun ilk yöneldiği yerleşmelerden biri olmuştur. Nitekim kent nüfusu 1985 yılında 53884 iken, 2000 yılına gelindiğinde neredeyse 2 kat artarak 98281’e yükselmiştir (Tablo 6). Hızlı ve plansız şekilde gerçekleşen bu göç dalgası, Siirt kentinin çarpık bir kentleşme kimliği kazanmasında oldukça belirleyici olmuştur.

Kırsal kesimde gelen nüfus, kentin çevresinde arazilere denetimsiz bir şekilde yerleşince, zamanla bu kesimlerde düşük kalite yakıt kullanımını oldukça artmıştır.

Bu durum kentteki kirliliğin ana nedenini oluşturmaktadır. Artan nüfusla birlikte kentte birim yüzeye düşen yeşil alanlar azalmakta, insan sayısı, hane sayısı ve tüketilen yakıt miktarında hızlı bir artış ortaya çıkmaktadır. Artan yakıt miktarı, hava kirliliğinin artmasında önemli bir rol oynamıştır. Kentte hava kirliliği üzerinde etkili olan önemli bir unsur da plansız kentsel dokudur. Sahada binalar sıkışık, iç içe ve çok katlı bir şekilde dizayn edilmiştir. Bu da kent üzerine çöken kirli havanın rüzgârlar tarafından tahliye edilmesinde olumsuz bir durum arz etmektedir.

Tablo 6. Siirt kentinin nüfus gelişimi (1927-2017).

| Sayım Dönemi | Kadın | Erkek | Toplam Nüfus | Yıllık Değişim Oranı %'si |
|--------------|-------|-------|--------------|---------------------------|
| 1927 | 5887 | 8943 | 14830 | |
| 1935 | 6988 | 9048 | 16036 | 1.0 |
| 1940 | 7397 | 9689 | 17086 | 1.3 |
| 1945 | 6893 | 9317 | 16210 | -1.0 |
| 1950 | 7565 | 8015 | 15580 | -0.8 |
| 1955 | 8079 | 12816 | 20895 | 6.8 |
| 1960 | 9190 | 13754 | 22944 | 2.0 |
| 1965 | 10733 | 14747 | 25480 | 2.2 |
| 1970 | 12805 | 16739 | 29554 | 3.2 |
| 1975 | 15360 | 20294 | 35654 | 4.1 |
| 1980 | 18539 | 23752 | 42291 | 3.7 |
| 1985 | 24422 | 29462 | 53884 | 5.5 |
| 1990 | 32324 | 35996 | 68320 | 5.4 |
| 2000 | 46712 | 51569 | 98281 | 11.1 |
| 2008 | 58056 | 64407 | 122463 | 3.1 |
| 2017 | 71700 | 77206 | 148906 | 2.5 |

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu.

Siirt'te düşük kalorili ve kükürt nispeti yüksek fosil yakıt kullanılması ve doğalgazın henüz kömüre üstünlük sağlayamamış olması, hava kirliliğini tetikleyen en önemli olaydır. Yıl içerisindeki yanma dönemlerinde yoğun olarak görülen ısınmadan kaynaklı kirlilik, hava kalitesinin düşmesindeki en temel nedenlerden biridir. Nitekim kentlerde özellikle kış aylarında ciddi düzeyde hava kirliliğinin görülmesi düşük kalite yakıt kullanımı ile ilgilidir. Isınma kaynaklı hava kirliliğinin temel sebepleri; düşük kaliteli yakıt kullanımı, yanlış kalorifer ve soba yakma usulleri ile kullanılan kalorifer kazanları bakımının düzenli olarak yapılmamasıdır (Özşahin vd., 2016: 92). Isınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar (fueloil veya kömür) yüksek oranda kükürt ve kül içermektedir. Dolayısıyla ısınma sistemlerinde yanma tam anlamıyla gerçekleşmemektedir. Böylece kirlilik problemi ön plana çıkmaktadır (Özdemir & Boyraz, 2002: 179). Siirt'te ısınma amaçlı olarak genellikle yakın çevreden çıkarılan kalitesi düşük linyit kömürleri

kullanılmaktadır. Bu durum hava kirliliğini tetiklemektedir. Ancak kentte 2012 yılından itibaren belirli semtlerde doğalgaz kullanımı ile birlikte hava kirliliği azalmasına rağmen, günümüzde özellikle eski kent nüvesini oluşturan Ulus, Conkbayır, Ülkü, Barış, Doğan, Tınaztepe, Sakarya, Dumlupınar gibi mahallelerde doğalgaz kullanılmamaktadır. Bu da kirliliğin günümüzde de devam etmesinde önemli bir etken olarak görülmektedir. Nitekim kent genelinde 32.000'e yakın konut bulunmaktadır. Bu konutların 19.000'e yakın kısmında doğalgaz kullanılırken, 13.000 civarında konutta ise hala odun, kömür, fueloil gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır.

Son yıllarda, otomotiv sanayisinin gelişmesi, nüfus artışı ve ülkemizde yaşam seviyesinin yükselmesi sonucunda, motorlu karayolu taşıtları sayısında büyük bir artış olmuştur. Bunun sonucu olarak karayollarında seyir halindeki motorlu taşıtların egzozlarından kent atmosferine verilen kirleticilerin seviyeleri, bölgenin meteorolojik ve topografik koşullarının etkisiyle zaman zaman insan sağlığını tehdit edici boyutlara ulaşabilmektedir (Elbir vd., 2010: 1). Motorlu taşıtların egzoz gazları, trafiğin yoğun olarak yaşandığı kent merkezlerindeki karbon monoksit emisyonlarının %43,9'undan, azot oksit emisyonlarının %41,0'inden, hidrokarbon emisyonlarının %26,2'sinden ve havada asılı partikül madde emisyonlarının %16,4'ünden sorumludur (EEA, 2007).

Bu bakımdan değerlendirildiğinde Siirt kentinde hava kirliliğine yol açan temel unsurlardan biri motorlu taşıtlardır. Kentte motorlu taşıtların sayısı özellikle 2000'li yıllardan sonra artmıştır. Siirt'te 2017 yılı verilerine göre 17325 motorlu araç bulunmaktadır (Tablo 7). Bunun da büyük bir kısmı otomobil, minibüs ve kamyonet gibi emisyonu yüksek motorlu araçlardan oluşmaktadır. Kentte özellikle trafik yoğunluğunun yüksek olduğu gündüz saatlerinde motorlu araç emisyonlarına bağlı hava kirliliği artmaktadır. Yanma dönemini kapsayan kış sezonunda düşük kalite yakıt kullanımı ile birlikte motorlu araç kullanımı, en önemli kirlilik nedeni olarak ortaya çıkmaktadır. Fosil yakıt kullanımının olmadığı sıcak dönemlerde ise motorlu araçlar, kentteki hava kirliliğinin ana nedenlerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Öte yandan Siirt kentinin ulaşım açısından işlek bir konumda yer alması, motorlu araç emisyonlarını artırmaktadır. Zira Siirt'te hem kent içi trafiğin yoğun olması hem de Şırnak, Pervari gibi şehirlerarası yolların kent içinden geçmesi, motorlu taşıt kullanımını artırmaktadır. Bu durum sürekli bir kirliliğin oluşmasında önemli bir etkidir.

Siirt kentinde az da olsa, sanayi tesislerinin hava kirliliği üzerinde etkisi bulunmaktadır. Kentte büyük sanayi tesisleri olmamasına rağmen, hava kirliliğine etkileyebilecek orta ve küçük sanayi işletmeleri bulunmaktadır. Siirt Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan sanayi tesisleri ile Siirt Küçük Sanayi Sitesi ve kentin farklı kesimlerine dağılmış gıda, metal ve hazır beton üretiminin yapıldığı orta ölçekli tesisler, kentte kirliliğe yol açmaktadır. Özellikle bu tesislerde enerji tüketimine bağlı kalitesiz yakıt kullanımı önemli bir kirlilik kaynağı olabilmektedir.

Tablo 7. Siirt kentindeki araç cinsi ve sayıları (2017).

| Araç Cinsi | Sayısı |
|-----------------|--------------|
| Motosiklet | 559 |
| Otomobil | 9714 |
| Minibüs | 4250 |
| Otobüs | 750 |
| Kamyonet-Kamyon | 1050 |
| Traktör | 202 |
| Arazi Taşıtı | 400 |
| Diğerleri | 400 |
| Toplam | 17325 |

Kaynak: Siirt İl Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil Şube Müdürlüğü Verileri.

Siirt Kentinde Hava Kirliliği

Havanın doğal bileşimini değiştirip, kirli hava özelliği kazandıran kirleticilerden kükürt dioksit (SO₂) ve partikül madde (PM₁₀) ölçülmesi, kirlilik düzeyine karar verebilmede Dünya Sağlık Örgütü tarafından yeterli bulunmuş ve her ülkede ölçülmesi önerilmiştir. Türkiye genelinde hava kirletici parametrelerinden daha çok SO₂ ve PM₁₀ düzeyleri izlenmektedir (Menteşe ve Tağıl, 2012: 4). Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye Hava Kalitesini Kontrol Yönetmeliği (HKKY), hava kirliliğinin başladığı düzeyi tanımlayan standartlar ile kirleticilere yönelik hedef sınır değerler belirlemiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008). Bu bakımdan Siirt kentinde SO₂ ile PM₁₀ konsantrasyonları ile ilgili parametreler incelendiğinde, ortalama değerlerin gerek Dünya Sağlık Örgütü ve AB gerekse Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu sınır değerlerin çok üzerinde seyrettiği, çoğu zaman da sınır değerlerin aşıldığı gözlenmektedir. Bu yüzden Siirt kentinde hava kirliliği insan sağlığını etkileyen ciddi bir problem olarak ortaya çıkmıştır.

Siirt kentinde hava kirliliğinin temel sebepleri arasında ısınma amacıyla kullanılan yakıtların kalitesiz oluşu, kaçak kömür kullanımı ve yakma sistemlerinin uygun olmayışı, motorlu araç kullanımını son 10 yılda büyük bir artış göstermesi ve yaz aylarında inşaat faaliyetleri nedeniyle atmosfere yayılan toz ve parçacıkların oluşturduğu kirlilik gelmektedir. Kentte hava kirliliğine neden olan faktörler dikkate alındığında, kirliliğinin büyük oranda yakma dönemine denk gelen kış sezonunda zirveye ulaştığı gözlenmektedir. Gerçekten de ölçümü yapılan kirlilik parametreleri olan SO₂ ile PM₁₀ konsantrasyonları, genellikle en üst seviyelerine kış mevsiminde çıkmaktadır.

Diğer yandan Siirt kentinde hava kirliliğine yol açan temel kirleticinin partikül madde olduğu görülmektedir. Partiküller havada asılı olarak duran 0.1 ile 10 mikron çapında olan katı parçacıklardır (Şahin, 1989: 33). Havadaki partikül madde insan sağlığını etkileyen en önemli kirleticilerden biridir. Partikül boyutu

ile sağlık üzerindeki olumsuz etkisi doğrusal olarak bağlantılıdır. PM'nin 10 μm 'den büyük kısmı burun ve nazofarenkste tutulmaktadır. 10 μm 'den küçük kısmı bronşlarda birikirken 1-2 mikron çapındakiler alveollerde 0.1 mikron çapında olanlar ise alveollerden intrakapiller aralığa diffüze olmaktadır. Ultra ince ve ince partiküller sağlık etkisi bakımından kaba partiküllerden daha tehlikelidir (Karakaş, 2015: 25) Dolayısıyla, 2.5 ve 1 μm 'den küçük aerodinamik çapa sahip partiküllerin kimyasal yapısı insan sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Birliği, son yıllarda PM_{2.5} ve PM₁₀ parametreleri dikkatle izlemektedir.

Partiküllerin esas kaynakları, yakıtların yanması, dizel motorlar, fabrikalar, enerji tesisleri, yakma tesisleri, inşaat faaliyetleri, yangınlar ve rüzgârdır (Akan & Morcalı, 2017: 110). Yerleşim merkezlerindeki kirli havada partiküllerin %75-80'i ısınma amacıyla tüketilen yakıtlardan çıkmaktadır. Endüstri, ulaşım ve çöplerin yakma şeklindeki imhası ile ortaya çıkan duman miktarı, geriye kalan %20-25'lik oranı meydana getirmektedir (Şahin, 1989: 33). Siirt kentinde partikül madde konsantrasyonunun çok yüksek düzeyde seyretmesinin temel nedenleri, kışın kalitesiz yakıt kullanımı, yakma sistemlerinin yanlış olması, binalarda filtreleme sistemlerinin olmayışı ve inşaat sezonundaki faaliyetlerin yol açtığı kirlilik şeklindedir.

Nitekim Siirt Merkez istasyonunun 2015, 2016, 2017 yıllarını kapsayan PM₁₀ kirleticisinin yıllık ve mevsimsel analizi yapıldığında, PM₁₀ konsantrasyonunun Dünya Sağlık Örgütü ve Türkiye hava kalitesi sınır değerlerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Siirt, PM₁₀ konsantrasyonuna göre Türkiye ve Avrupa'nın havası en kirli kentleri arasında yer almaktadır. Zira Dünya Sağlık Örgütü'nün 2017 yılındaki raporuna göre Siirt yıllık ortalama 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2.5} değeriyle Avrupa'nın havası en kirli 6. Kenti konumundadır (WHO, 2016, Tablo 8).

Tablo 8. Avrupa'da PM_{2.5} Değerlerine Göre Havası En Kirli Kentler (WHO, 2017).

| Kentler | Yıllık Ortalama PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Değerleri (Sınır Değer 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|----------------------|---|
| Tetova (Makedonya) | 81 |
| Batman (Türkiye) | 67 |
| Hakkâri (Türkiye) | 67 |
| Gaziantep (Türkiye) | 66 |
| Tuzla (Bosna Hersek) | 65 |
| Siirt (Türkiye) | 61 |
| Afyon (Türkiye) | 60 |
| Karaman (Türkiye) | 57 |
| Iğdır (Türkiye) | 54 |
| Isparta (Türkiye) | 52 |

Öte yandan kentte 2015, 2016, 2017 yıllarını kapsayan PM₁₀ kirleticisinin yıllık, mevsimlik ve aylık ortalama parametreleri incelendiğinde, bütün yıllarda belirlenen sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Nitekim 2015 yılında yıllık

ortalama PM₁₀ miktarı 104.7 µg/m³ iken, 2016'da 83.3 µg/m³ ve 2017'de 63.4 µg/m³ şeklinde gerçekleşmiştir. Her üç yılda da sınır değerler aşılmış olup, 2015 yılında 184 gün, 2016'da 215 gün ve 2017 yılında 117 gün sınır değerler aşılmıştır (Tablo 9). Türkiye'de hava izleme kalitesi yönetmeliğine göre yıllık aşılması gereken gün sayısı maksimum 35'tir. Buna göre kentte yılın önemli bir kısmında sınır değerler aşılmış durumdadır.

Tablo 9. Siirt'te Son Üç Yıllık Dönemde Pm₁₀ Kirleticisinin Aylık Ve Yıllık Ortalamaları.

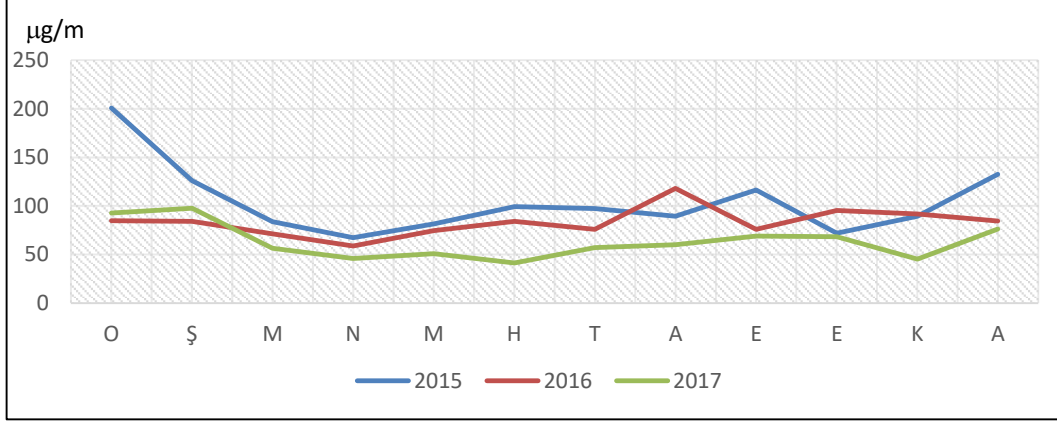
| PM ₁₀ | Aylar | | | | | | | | | | | | Yıllık | Sınır Değerin Aşıldığı Gün Sayısı |
|------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|--------|-----------------------------------|
| | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | | |
| 2015 | 201 | 126.1 | 83.7 | 67.5 | 81.6 | 99.4 | 97.2 | 89.4 | 116.5 | 72.0 | 89.3 | 132.6 | 104.7 | 184 |
| 2016 | 84.7 | 84.2 | 71.3 | 58.7 | 74.7 | 84.0 | 76.0 | 118 | 76.0 | 95.4 | 91.6 | 84.5 | 83.3 | 215 |
| 2017 | 92.6 | 97.6 | 56.6 | 45.8 | 51.0 | 41.3 | 57.1 | 60.0 | 68.9 | 68.2 | 45.1 | 76.2 | 63.4 | 117 |
| Ort. | 126.1 | 102.6 | 70.5 | 57.3 | 69.1 | 74.9 | 76.7 | 89.1 | 87.1 | 78.5 | 75.3 | 97.8 | 83.8 | |

PM₁₀ kirleticisinin mevsimlik dağılımı incelendiğinde, bütün yıllarda yanma sezonuna denk gelen kış aylarında en yüksek düzeylere ulaştığı anlaşılmaktadır (Şekil 3). Nitekim 2015 yılında Ocak (201 µg/m³), Şubat (126.1 µg/m³) ve Aralık (132.6 µg/m³) ayları PM₁₀ kirleticisinin en yüksek olduğu aylardır. Benzer durum 2016 ve 2017 yıllarında da görülmektedir. PM₁₀ kirleticisinin 2016 yılında en yüksek olduğu aylar içerisinde Ocak (84,7 µg/m³), Şubat (84.2 µg/m³), Aralık (84,5 µg/m³) ve Kasım (91,6) ayları gelmektedir. Aynı şekilde 2017 yılı PM₁₀ kirleticisi aylık ortalamaları incelendiğinde Şubat (97.6 µg/m³), Ocak (92.6 µg/m³) ve Aralık (76.2 µg/m³) ayları en yüksek ortalamalara sahip olan aylar konumundadır. Yanma dönemine denk gelen kış aylarında PM₁₀ konsantrasyonunun çok yüksek olması, bu dönemde kentte ısınmadan kaynaklı düşük kalite yakıt kullanımının büyük bir etkisi vardır (Foto 1).

Siirt'te PM₁₀ kirleticisinin kış mevsiminden sonra en yüksek olduğu dönem Temmuz-Kasım aralığını oluşturan yaz ve sonbahar aylarıdır. Kentte 2015, 2016 ve 2017 yıllarını kapsayan dönemde Temmuz ve Ağustos ayları yüksek PM₁₀ ortalamaları ile dikkat çekmektedir. Nitekim 2016 yılında PM₁₀ konsantrasyonunun en yüksek olduğu ay Ağustostur (118 µg/m³). Temmuz ayı da yüksek aylık ortalamaları göze çarpmaktadır. Bu aylarda inşaat faaliyetlerinin yoğunlaşması, kum, çakıl, taş ocakları ile briket atölyelerinin yoğun çalışması, hazır beton tesislerinin faaliyetleri, partikül madde oranlarını yükselten faktörlerdir. Sonbahar ayları da PM₁₀ oranının yüksek olduğu diğer bir dönemdir. Kentte istatistiki verilerin elde edildiği bütün yıllarda PM₁₀ ortalamaları, Ekim ve Kasım aylarında yüksek düzeye ulaşmıştır. Nitekim 2016 yılında Ekim (95.4

$\mu\text{g}/\text{m}^3$) ve Kasım ($92.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ayları, partikül madde emisyonunun en yüksek olduğu aylar içerisinde bulunmaktadır.

Şekil 3. Siirt Kentinde pm_{10} Kirleticisinin Ölçüm Yıllarına Göre Aylık Dağılımı.



Diğer yandan Siirt kentinde 2015, 2016 ve 2017 yıllarını kapsayan dönemde, PM_{10} konsantrasyonunun en düşük olduğu dönem ilkbahar aylarıdır. Özellikle Nisan ayı her üç yılda da PM_{10} ortalamasının en düşük olduğu aydır (Şekil 3). Üç yıllık ortalama en düşük değer, $57.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Nisan ayına aittir. Nisan ile birlikte Mayıs, PM_{10} konsantrasyonunun en düşük olduğu aylardan biridir. Dolayısıyla Nisan ve Mayıs ayları, hava kirliliğinin en az olduğu dönemi oluşturmaktadır. Bu aylarda hava kirliliğinin düşük olması fosil yakıt kullanımının azalması ve inşaat sezonunun başlamamış olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Ancak söz konusu aylarda partikül madde konsantrasyonunun düşük olmasının asıl nedeni yağışlardır. Nisan ve Mayıs ayları yılın en yağışlı ayları olup, yağışlarla birlikte havadaki kirlenici partiküller temizlenmektedir. Bu aylarda yağışlı gün sayısının çok yüksek olması, kirliliği azaltan temel etkidir.

Kükürt ve kükürt içeren yakıtların yanması sırasında ortaya çıkan SO_2 , Siirt'te hava kirliliğine yol açan bir diğer önemli kirlenicidir. SO_2 kirlenicisinin esas kaynakları, endüstriyel uygulamalar, ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar, termik santraller ve belli bir miktar da dizel yakıtlı taşıtların kullanımındadır. SO_2 konsantrasyonları genellikle evsel ısıtma amacıyla kömür kullanımının yaygın olduğu kentlerin merkezi bölgelerinde ve endüstriyel alanların çevrelerinde yüksek değerlerde (Akan & Morcalı, 2017: 108). Siirt kentinde SO_2 konsantrasyonları büyük oranda evsel ısıtma amacıyla kömür kullanımından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında motorlu araç kullanımındaki artış da SO_2 konsantrasyonunu artıran bir diğer önemli faktördür.

Foto 1. Hava Kirliliğinin Yaşandığı Günlerde Siirt'in Muhtelif Yerlerinden Görünümler.



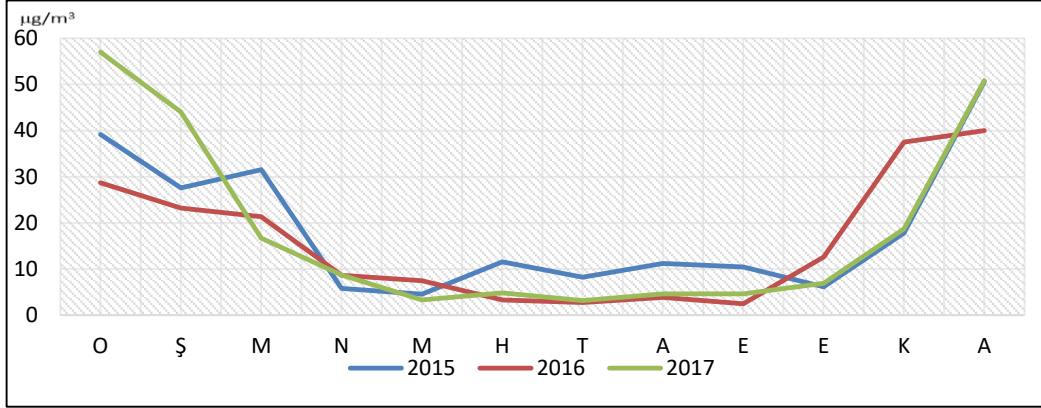
Kentte 2015, 2016, 2017 yıllarını kapsayan SO₂ kirleticisinin yıllık, mevsimlik ve aylık ortalama parametreleri incelendiğinde, bütün yıllarda belirlenen sınır değerlerin çok fazla aşılmamakla birlikte, ülke ortalamasının üzerinde seyrettiği görülmektedir. Sahada SO₂ kirleticisi yanma dönemine denk gelen kış aylarında yüksek iken, yanma dönemi dışında kalan aylarda ise oldukça düşüktür. Bu durum SO₂ konsantrasyonunun doğrudan düşük kalite yakıt kullanımından kaynaklandığını ortaya koymaktadır (Tablo 10).

Tablo 10. Siirt'te Son Üç Yıllık Dönemde SO₂ Kirleticisinin Aylık Ve Yıllık Ortalamaları.

| SO ₂ | Aylar | | | | | | | | | | | | Yıllık | Aşılan Gün Sayısı |
|-----------------|-------|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|--------|-------------------|
| | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | | |
| 2015 | 39.2 | 27.6 | 31.5 | 5.8 | 4.5 | 11.5 | 8.2 | 11.2 | 10.4 | 6.1 | 17.8 | 50.6 | 18.7 | 0 |
| 2016 | 28.7 | 23.2 | 21.3 | 8.6 | 7.4 | 3.3 | 2.7 | 3.8 | 2.4 | 12.6 | 37.5 | 40 | 16 | 0 |
| 2017 | 57.0 | 44.0 | 16.7 | 8.7 | 3.3 | 4.8 | 3.1 | 4.6 | 4.6 | 6.9 | 18.7 | 50.8 | 18.6 | 0 |
| Ortalama | 41.6 | 31.6 | 23.2 | 7.7 | 5.1 | 6.5 | 4.7 | 6.5 | 5.8 | 8.5 | 24.7 | 47.2 | 17.8 | |

SO₂ kirleticisinin yıllık ortalama değerleri incelendiğinde, bütün yıllarda Ocak (39.2, 28.7, 57 µg/m³) ayı en yüksek değere sahip ay iken, Temmuz (8.2, 2.7, 3.1 µg/m³) ayı ise en düşük değerlere sahip aydır. Üç yıllık ortalama SO₂ değeri ise 17.8 µg/m³'dir (Şekil 4).

Şekil 4: Siirt Kentinde SO₂ Kirleticisinin Ölçüm Yıllarına Göre Aylık Dağılımı.



Diğer yandan SO₂ kirleticisinin mevsimsel dağılımı ele alındığında, yanma dönemine denk gelen Kasım-Mart aralığında yüksek olduğu gözlenirken, özellikle yaz döneminde ise oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim 2015, 2016 ve 2017 yıllarını kapsayan ölçüm dönemlerinde Ocak, Şubat, Aralık, Kasım ve Mart aylarında, SO₂ konsantrasyonu yüksek düzeyde seyretmektedir. Buna göre 2015 yılı Ocak ayı ortalama değeri 39.2 µg/m³, Aralık 50.6 µg/m³, Şubat 27.6 µg/m³, Mart 31.5 µg/m³ ve Kasım 17.8 µg/m³ şeklinde gerçekleşmiştir. Kentte 2016 yılı verilerine göre en yüksek aylık ortalama SO₂ değeri 40 µg/m³ ile Aralık ayı olup, Kasımda 37.5 µg/m³, Ocakta 28.7, Şubatta 23.2 µg/m³ ve Martta 21.3 µg/m³ şeklinde gerçekleşmiştir. Son istatistik yılı olan 2017’de de Ocak ayı 57 µg/m³ değeri ile en yüksek ay olmuştur. Bu yılda sırasıyla Aralık 50.8 µg/m³, Şubat 44 µg/m³ ve Kasım 18.7 µg/m³ değerleriyle en yüksek aylık ortalamalara sahiptirler. Kentte SO₂ değerlerinin kış ve kışa yakın aylarda yüksek düzeyde seyretmesinde özellikle kenar mahallelerde düşük kalite yakıt tüketiminin yaygın olması ve eğitim-öğretim dönemi olması nedeniyle motorlu araç kullanımının yoğun bir şekilde kullanımı etkili olmaktadır.

SO₂ konsantrasyonunun her üç istatistik yılında en düşük olduğu dönem ise yaz sezonudur. Temmuz, Mayıs, Haziran ve Ağustos ayları, yıllık ve aylık ortalamaların en düşük olduğu aylardır. Temmuz ayı, 2015’te 8.2 µg/m³, 2016’da 2.7 µg/m³ ve 2017’de 3.1 µg/m³ değerleriyle en düşük SO₂ konsantrasyonuna sahip aydır. Temmuzdan sonra sırasıyla üç yıllık ortalamalarda Mayıs 5.1 µg/m³, Eylül 5.8 µg/m³, Haziran ve Ağustos ayları 6.5 µg/m³ değerleriyle en düşük aylık ortalama SO₂ değerlerine sahip aylardır. Sahada yaz aylarında SO₂ konsantrasyonunun düşük olması, fosil yakıt kullanımının olmamasına ve eğitim öğretim sezonunun sona ermesi sebebiyle motorlu araç kullanımının azalmasına bağlıdır.

SONUÇ

Bu çalışmada Siirt kentinde temel hava kirleticisi olan SO₂ ve PM₁₀ miktarlarının 2015, 2016 ve 2017 yıllarındaki değerlerinin 3 yıllık periyot boyunca takibi gerçekleştirilmiştir. Buna göre belirtilen dönemde kentte PM₁₀ miktarlarının sınır

değerlerin çok üzerinde seyrettiği görülürken, SO₂ değerleri ise sınır değerlerin altında seyretmesine rağmen ülke ortalamasının üzerinde olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla kentteki hava kirliliğinin temel sebebinin PM₁₀ konsantrasyonunun yüksek olmasından kaynaklandığı, bunun yanında SO₂ konsantrasyonunun da kirliliğinin artışıyla önemli bir etken olduğu ortaya çıkmaktadır. Siirt'te ele alınan dönemde incelenen kirlilik parametrelerinin sağlık açısından büyük riskler barındırdığı, halk sağlığını tehdit eden büyük bir çevre sorunu olduğu tespit edilmiştir.

Hava kirliliği ölçüm sonuçlarına göre Siirt'te kirletici madde yoğunluğu büyük oranda yanma dönemine karşılık gelen kış aylarında en üst düzeye çıkmaktadır. Nitekim ölçümü yapılan kirlilik parametreleri de genellikle en yüksek seviyelerine kış mevsiminde ulaşmaktadır. Özellikle PM₁₀ kirleticisi kış aylarında sınır değerleri neredeyse her gün aşmaktadır. Bu da çevre ve insanlar açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Bunun için özellikle kış aylarında kirletici kaynakların çok iyi takip edilmesi gerekmektedir. Diğer yandan bilinenin aksine Siirt kentinde hava kirliliği yaz döneminde de yüksek bir düzeyde seyretmektedir. Özellikle PM₁₀ konsantrasyonu zaman zaman bazı yaz aylarında zirveye ulaşmaktadır. Bu durum daha çok yazın kent içerisindeki ve çevresindeki inşaatlar, kum, çakıl ve taş ocakları, briket atölyeleri ve hazır beton tesislerinden kaynaklanmaktadır.

Bu çalışma sonucunda, Siirt kentinde iklimik ve topografik özelliklerin hava kirliliğine elverişli ortam koşulları sunduğu anlaşılmıştır. Kentin çevresinde yer alan tepelik alanlar ile dağlar, kirli havanın kentten tahliyesini önleyerek, topografik bir engel oluşturmaktadır. Kentte uzun süre etkili olan yüksek basınç şartları yağış oluşumunu engellerken, yanma dönemini uzatan kış sıcaklıkları ve kış döneminde rüzgâr hızlarının düşük olması, hava kirliliğini artıran iklimik etkenlerdir. Bununla birlikte Siirt'te yaşanan hava kirliliğinin asıl sebebi; ısınma amaçlı kullanılan kalitesiz yakıtlar ile yaz döneminde yoğunlaşan inşaat ile ilgili faaliyetlerdir. Kentte ısınma döneminin uzun bir süreyi kapsaması, (Kasım-Nisan) kirliliğinin yılın önemli bir bölümünde etkili olmasına yol açmıştır. Bu bakımdan bir an önce kentte kalitesiz kömür kullanımı yasaklanmalı ve kente girecek bütün kömürler denetlenmelidir. Doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılması ve kenar semtlere ulaştırılması sağlanmalıdır. Ayrıca yazın kirliliğe yol açan inşaat alanları ile kum ve taş ocakları ve hazır beton tesisleri sıkı bir şekilde denetlenmelidir. Bunun yanında Siirt'te PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonunun yüksek düzeylere ulaşmasında motorlu araç kullanımının yaygınlaşması da belirleyicidir. Bu bakımdan motorlu araç kullanımı ve kullanılan yakıt türleri mutlaka denetlenmelidir.

Diğer yandan hava kirliliğinin ciddi boyutlara ulaştığı Siirt kentinde, kirletici kaynakları azaltıp, hava kirliliğini önlemek için bir dizi tedbirin alınması gerekmektedir. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür;

- Doğalgaz kullanımının bütün kente yayılmalıdır.
- Düşük kalite ve kaçak yakıt kullanımının önlenmesi ve kalorifer ateşçilerinin eğitilmesi gerekmektedir.

- Hava kirliliği ve çevre sorunlarına karşı toplumsal bilinç artırılmalıdır.
- Büyük binaların veya kentsel alanda kalan küçük ölçekli sanayi tesislerinin bacalarında filtre sistemleri kullanılmalıdır.
- Kentteki yeşil alan oranlarının artırılması gerekmektedir.
- Egzoz yayılımını azaltan katalitik konvektör kullanımı yaygınlaşmalıdır.
- Kent içi ve yakınındaki kum, çakıl ve hazır beton tesisleri kentin dışına alınmalıdır.
- İnşaatların yol açtığı kirliliği engellemek için denetim ve kirlilik ölçümleri yapılmalıdır.
- Motorlu araç kullanımını azaltmak için toplu taşıma ve bisiklet kullanımı özendirilmelidir.
- Yeni inşa edilen bina ve caddelerin iklimatik faktörler dikkate alınarak, hakim rüzgâra göre konumlandırılmaları gerekmektedir.

Siirt kentinde ciddi sorunlara yol açan hava kirliliğinin ivedi bir şekilde çözümlenmesi gerekmektedir. Çünkü bu sorunun toplumsal ve ekolojik maliyeti günden güne artmaktadır. Bu konuda yerel, merkezi kurumlar ve yöneticiler ile topluma önemli görevler düşmektedir. Bu büyük sorunun bertaraf edilmesi için bir an önce eşgüdüm içerisinde harekete geçilip, gerekli tedbirler hızlıca alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akan, D.S., & Morcalı, M.H. (2017). Kahramanmaraş Hava Kirliliği Kaynaklarının İzlenmesi Ve Belirlenmesi, *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 105-115.
- Alkan, A. (2018). *Bir Kent Coğrafyası Araştırması: Siirt Kenti*, İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Bourdrel, T., Bind, M.A., Bejot, Y., Morel, O., & Argacha, J.F. (2017). Cardiovascular Effects of Air Pollution, *Archives of Cardiovascular Disease*, 110, 634-642.
- Cavkaytar, Ö., Uysal, S. Ö., & Şekerel, B.E. (2013). Türkiye’de Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Sağlık Sorunları. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 105-111.
- 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.
- Donath, M.Y., & Shoelson, S.E. (2011). Type 2 diabetes as an inflammatory disease, *Nat. Rev. Immunol*, 11, 98–107.
- EEA (European Environment Agency). (2007). EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook-2006.

- Elbir, T., Bayram, A., Kara, M., Altıok, H., Seyfioğlu, R., Ergün, P., & Şimşir, S. (2010). *İzmir Kent Merkezinde Karayolu Trafiğinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1),1-17.
- Garipağaoğlu, N. (2015). *Türkiye Ortam Sorunları Coğrafyası*, İstanbul: Yeditepe Yayınları.
- Garipağaoğlu, N. (2006). Türkiye’de Hava Kirliliği Sorununun Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9, 57-77.
- Güney, E. (2004). *Çevre Sorunları*, İstanbul: Nobel Yayın Dağıtım.
- Huang, J., Pan, X., Guo, X., & Li, G. (2018). Impacts of air pollution wave on years of life lost: A crucial way to communicate the health risks of air pollution to the public, *Environment International*, 113, 42-49.
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2014). *Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2013*. Washington: Washington: University.
- İlten, N., & Selici, T. (2008). Investigating the Impacts of Some Meteorological Parameters on Air Pollution in Balıkesir, Turkey. *Environ. Monit. Assess.*, 140, 267-277.
- Karakaş, B. (2015). İç ve Dış Hava Ortamlarında Partiküler Madde (Pm₁₀, Pm_{2.5} ve Pm₁) Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi, (Yüksek Lisans Tezi) Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keser, N. (2002). Kütahya’da Hava Kirliliğine Etki Eden Topografik ve Klimatik Faktörler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 5, 69-100.
- Kopar, İ., & Zengin, M. (2009). Coğrafi Faktörlere Bağlı Olarak Erzurum Kentinde Hava Kalitesinin Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 53, 51-68.
- Li, X., & Qiao Y. (2015). Environment Problems of City Development in China, *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 3, 104-110.
- Lim, C.C., Hayes, R.B., Ahn, J., Shaoa, Y., Silverman, D.T., Jones, R.R., Garcia, C., Thurston, G.D. (2018). Association Between Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Diabetes Mortality in the US, *Environmental Research*, 165, 330-336.
- Menteşe, S., & Tağıl, Ş. (2012). Bilecik’te İklim Elemanlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkisi, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15 (28), s.3-16.

- Osborn, O., & Olefsky, J.M. (2012). The Cellular and Signalling Networks Linking The Immune System And Metabolism In Disease. *Nat. Med.* 18, 363–374.
- Özşahin, E., Eroğlu, İ., Pektezel, H. (2016). Keşan’da (Edirne) Hava Kirliliği, *Selçuk Ün. Sos. Bil. Ens. Der.* 2016, (36): 83-100.
- Robert J., & Lambach M.D. (2010). Outdoor Air Pollutants and Patient Health. *American Family Physician*, 81, 175-180.
- Sağlık ve Çevre Birliği. (2015). Türkiye’de Hava Kirliliği ve Sağlık. Gerçekler, Veriler ve Öneriler. Bilgi Broşürü: 1.
- Soohyung, L., Heesun, Y., & Minhyuk, N. (2018). Impact of the Clean Air Act on air pollution and infant health: Evidence from South Korea, *Economics Letters*, 168, 98-101.
- Sümer, G.Ç. (2014). Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye’de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemelerin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi, *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 13, 38-56.
- Şahin, C. (1989). Hava Kirliliği ve Hava Kirliliğini Etkileyen Doğal Çevre Faktörleri, *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), s. 27-45.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2018). Hava Kalitesi İzleme İstasyonu.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2018). 25. 06. 2018 tarihinde <http://www.havaizleme.gov.tr/Services/AirQuality> adresinden alındı.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2017).
- Tağlı, Ş. (2007). Balıkesir’de Hava Kirliliğinin Solunum Yolu Hastalıklarının Mekânsal Dağılışı Üzerine Etkisini Anlamada Jeo-İstatistik Teknikler. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5 (1), 37-56.
- The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050*, OECD Publishing.
- Türkeş, M. (2017). *Genel Klimatoloji*, İstanbul: Kriter Yayınları.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2018). Genel Nüfus Sayımı Sonuçları, 12.03.2018 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/nufusmenuapp/menu.zul> adresinden alındı.
- Türkiye Toraks Derneği. (2016). Nefes Alamıyoruz! Hava Kirliliği, İklim Değişikliği ve Sağlık ile ilgili basın bülteni,

<http://toraks.org.tr/subNews.aspx?sub=203¬ice=3326> adresinden alındı.

Türkiye Toraks Derneği. (2017). Hava Kirliliği ve Akciğer Sağlığı Sempozyumu Basın Bildirisi.

World Health Organization. (2017). *Ambient Air Pollution Database*, 2016.

World Health Organization. (2018). 10.07.2018 tarihinde <https://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>, adresinden alındı.

Yiğitbaşıoğlu, H. (2016). Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri, Somuncu, M. İçinde, *Dünyanın Oluşumundan Günümüze Kadar Yaşanan İklim Değişiklikleri, Nedenleri ve Etkileri* (s. 71-117), Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını.