



EDİRNE MERKEZ İLÇEDE ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI HAVA KALİTESİ İZLEME İSTASYONUNDA ÖLÇÜLEN PARTİKÜLER MADDE 10 (PM₁₀) BİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

İbrahim Gül¹, Faruk Yorulmaz² 

1- Uşak İl Sağlık Müdürlüğü

2- Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı

Özet

Hava kirliliği gerek ülkemizde, gerekse dünyada önemli bir halk sağlığı riski ve sorunu olarak gündemdeki yerini korumaktadır. Her yıl meydana gelen 4,3 milyon ölüm ev içi hava kirliliğine ve 3,7 milyon ölüm dış ortam hava kirliliğine atfedilmektedir. Bu bağlamda, hava kirliliğinin önlenmesi ve azaltılması ile milyonlarca insanın sağlığı, hatta hayatı kurtarılabilir. Bu çalışmada amacımız; Edirne il merkezinde PM₁₀ ve bileşimindeki element düzeylerinin, bu parametreler kaynaklı olası hava kirliliği ve kaynaklarının ortaya konmasıdır. Ayrıca çalışmamızda Edirne il merkezinde PM₁₀ ve bileşimindeki elementler kaynaklı muhtemel sağlık sorunları tespit edilerek, çözüm önerileri geliştirilip ilgili kurumlarla paylaşılacaktır. Edirne T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda PM₁₀ değerleri saatlik olarak ölçülmekte ve ölçüm sırasında PM₁₀ lar bir filtre kağıdı üzerinde saatlik olarak toplanmaktadır. Araştırmanın evrenini bu istasyonda 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihinde ölçülen PM₁₀ değerleriyle aynı zaman aralığında toplanan PM₁₀ filtre kağıtları oluşturmaktadır. Çalışmamızda saatlik PM₁₀ değerlerinden; ortalama, aşan saat sayısı, aşan gün sayısı, günlük ortalama aşan gün sayısı gibi değerler elde edilmiştir. PM₁₀ filtre kağıtları ise TÜTAGEM' de 24 element (Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb) için analize tabi tutulmuştur. Çalışmamızda Edirne Merkez ilçede PM₁₀ yıllık ortalaması 44,08±19,8 µg/m³ bulunmuştur. Bu değer DSÖ yıllık PM₁₀ sınır değeri olan 20 µg/m³'ten ve AB yıllık PM₁₀ sınırdeğeri olan 40 µg/m³'ten üstünde olup, ülkemizde 2017 yılı için belirlenen PM₁₀ yıllık sınır değeri olan 48 µg/m³'ün altında kalmıştır. Ölçüm yapılan 8347 saatin 2247 saati (ölçüm yapılan toplam saatin % 29.9'u) DSÖ ve AB sınır değerleri üzerinde bulunmuştur. Ölçüm yapılan 348 günün 259 günde (ölçüm yapılan toplam günün % 74.4'ü) PM₁₀ değeri DSÖ ve AB sınır değerlerini en az bir kez aşmıştır. Bu verilere göre; Edirne halkı ölçüm yapılan her üç saatin birinde PM₁₀ kirliliğine maruz kalmaktadır. PM₁₀ değerleri ortalama, aşan saat sayısı, aşan gün sayısı, günlük ortalama aşan gün bakımından kış döneminde yaz dönemine göre anlamlı olarak artmaktadır (p<0.05). Analiz yapılan 24 elementin hepsi PM₁₀ bileşiminde bulunmuştur. Örneklem günlerinde PM₁₀ ve bileşimindeki elementlerin tümünde kış dönemi ortalamalarının yaz dönemi ortalamalarına oranı >1 çıkmıştır (p<0.05). Sonuç olarak Edirne Merkez ilçede PM₁₀ kaynaklı hava kirliliği vardır. Ülkemiz PM₁₀ sınır değeri DSÖ ve AB sınır değerlerine çekildiğinde, PM₁₀ kaynaklı kirliliğin düzeyi katlanarak artmaktadır. PM₁₀ ve bileşimindeki elementler kaynaklı hava kirliliği kış döneminde yaz dönemine göre anlamlı olarak artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Edirne, havakirliliği, sağlık, PM₁₀, PM₁₀ bileşimi.

INVESTIGATION of THE PARTICULATE MATTER 10 (PM₁₀) and COMPOSITION of PM₁₀ MEASURED in AIR MONITORING STATION of THE MINISTRY of ENVIRONMENT and URBAN PLANNING in EDİRNE CENTRAL DISTRICT

Air pollution is a major public health risk and problem in our country and world. The annual 4,3 million deaths are attributed to household air pollution and 3,7 million deaths to outdoor air pollution. In this context, by means of prevention and reduction of air pollution, millions of people's health and lives can be saved. Our aim in this study is to present the levels of PM₁₀ and the levels of the elements in its composition; possible air pollution due to these parameters and their sources in Edirne. Also the possible health problems caused by PM₁₀ and the elements in its composition will be determined and solution proposals will be developed and shared with relevant institutions. PM₁₀ values are measured on an hourly basis and PM₁₀ s are collected on a filter paper hourly during measurement in Edirne by Ministry of Environment and Urbanization Air Quality Monitoring Station. The research census is composed by PM₁₀ filter papers collected at the same time interval as PM₁₀ values measured from October 1, 2016 to September 30, 2017 in this station. Of our PM₁₀ values per hour; the average number of hours exceeded, the number of days exceeding, the number of days exceeding the daily average, etc. were obtained. The PM₁₀ filter papers are analyzed for 24 elements (Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb) in TÜTAGEM. In our study, the annual average of PM₁₀ was measured as 44,08 ± 19,8 µg / m³ in Edirne. This value is above 20 µg / m³ which is the annual PM₁₀ limit value of WHO and above 40 µg / m³ which is PM₁₀ limit value of EU. But this value is below PM₁₀ annual limit value of 48 µg / m³ determined for 2017 in our country. PM₁₀ levels measured for 2247 hours of the 8347 hours (29.9% of the total hours measured) exceeded WHO and EU limit values. The PM₁₀ values exceeded the WHO and EU limit values at least once in 259 days of 348 days of measurement (74.4% of the total day of measurement). According to this, the population in Edirne is exposed to pollution of PM₁₀ once every three hours. PM₁₀ values were significantly higher in winter than in summer in terms of average, number of hours exceeding, number of days exceeding the daily average (p < 0,05). All 24 elements analyzed were found in PM₁₀ composition. During the sampling days, PM₁₀ and all of the elements in its composition, the ratio of winter season average to summer season average was higher than 1 (p < 0,05). As a result, there is air pollution due to PM₁₀ in Edirne. When our country's PM₁₀ limit value is drawn to the WHO and EU limit values, the level of PM₁₀-based pollution increases exponentially. The air pollution caused by PM₁₀ and its elements composition is significantly higher in winter period compared to summer period.

Keywords: Edirne, air pollution, health, PM₁₀, PM₁₀ composition.

Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: Uzm. Dr. İbrahim Gül

Uşak İl Sağlık Müdürlüğü Uşak, Türkiye. e-posta / e-mail: ibrhmgull@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 18.12.2018, **Kabul Tarihi / Accepted:** 05.06.2019

Nasıl Atıf Yaparım / How to Cite: Gül İ, Yorulmaz F. Edirne Merkez İlçede Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda Ölçülen Partiküler Madde 10 Bileşiminin Araştırılması. ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi. 2019;4(3):331-42.

Giriş

Hava, atmosferi meydana getiren gazların karışımı olarak tanımlanabilir. Hava, insan ve diğer canlıların yaşaması için yaşamsal öneme sahiptir. Hava, içerdiği oksijen aracılığı ile doğrudan doğruya yaşamın gelişmesini sağladığı gibi, oluşturduğu uygun koşullarla da o yaşamın sürmesine olanak hazırlamaktadır (1). Hava kirliliği en önemli halk sağlığı riski ve sorunudur. Her yıl meydana gelen 4,3 milyon ölüm ev içi hava kirliliğine ve 3,7 milyon ölüm dış ortam hava kirliliğine atfedilmektedir. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 2012 yılında hava kirliliğine bağlı yaklaşık 7 milyon prematüre ölüm olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar, hava kirliliği ile solunum sistemi hastalıkları, iskemik kalp hastalıkları, inme ve kanserler arasında ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Hava kirliliğinin önlenmesi ve azaltılması ile milyonlarca insanın sağlığı, hatta yaşamı kurtarılabilir (2).

DSÖ hava kirliliğini; iç veya dış ortamın, atmosferin doğal özelliklerini değiştiren herhangi bir kimyasal, fiziksel veya biyolojik ajanla kontamine olması olarak tanımlamaktadır. Eysel ısınma, motorlu taşıtlar, endüstriyel tesisler ve orman yangınları hava kirliliğinin başlıca kaynaklarıdır. Halk sağlığı açısından risk yaratan başlıca kirleticiler, partiküler maddeler (PM), karbon monoksit (CO),

ozon (O₃), azot dioksit (NO₂) ve kükürt dioksit (SO₂).

Havadaki PM'ler, insan sağlığını olumsuz etkileyen en önemli kirleticilerden biridir. Bu etki, partikül boyutu ile doğrusal olarak bağlantılıdır. PM'nin 10 mikrometre (µm) den daha büyük kısmı, burun ve nazofarenkste tutulmaktadır. 10 µm'den küçük kısmı bronşlarda birikirken, 1-2 mikron çapındakiler alveollere inmekte, 0.1 mikron çapında olanlar ise alveollerden intrakapiller aralığa diffüze olmaktadır. PM'lerin fiziksel özellikleri yanında kimyasal kompozisyonu da oldukça önemlidir. PM'ler maddeler civa, kurşun, kadmiyum gibi ağır metaller ile kanserojen kimyasalları bünyelerinde bulundurabilmekte, bu zehirli ve kanser yapıcı kimyasallar, nemle birleşerek aside dönüşmektedir. Ayrıca PM'ler kurum, uçucu kül, benzin ve dizel araç egzoz partikülleri benzo(a)pyrene gibi kanser yapıcı maddeler içerdiğinden bunların uzun süre solunması kansere sebep olmaktadır (3).

Çalışmada amacımız; Edirne Merkez İlçe Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında ölçülen PM₁₀ değerlerinin değişiminin incelenmesi ve PM₁₀ bileşimindeki elementlerin analiz edilerek ortaya konmasıdır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamız kesitsel tipte tanımlayıcı bir araştırmadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının (ÇŞB) internet sitesinden (<http://www.havaizleme.gov.tr/>) yayınladığı Edirne Merkez İlçe 2014-2016 yılları hava kirliliği değerleriyle Trakya Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalında yaptığımız çalışmalarda PM₁₀ değerlerinin DSÖ, AB ve ülkemiz sınır değerlerinin üzerinde olduğu bulunmuştur. Bu durum PM₁₀ ve

bileşiminin araştırılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Edirne T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda PM₁₀ değerleri saatlik olarak ölçülmekte ve ölçüm sırasında PM₁₀'lar bir filtre kâğıdı üzerinde saatlik olarak toplanmaktadır. İstasyonda PM₁₀ ölçümü Beta Attenuation Monitor (Beta Zayıflatma Monitörü (BAM)) 1020 tarafından ölçülmektedir.

Bu çalışmada amaç, Edirne Merkez İlçe ÇŞB Hava Kalitesi İzleme

İstasyonunda 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında ölçülen PM₁₀ değerlerinin değişiminin incelenmesi ve PM₁₀ bileşimindeki elementlerin analiz edilerek ortaya konmasıdır. Çalışmamızın finansmanını karşılamak için Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (TÜBAB) proje yazılmış ve projemiz 15.05.2017 tarihinde kabul edilmiştir.

Edirne T.C. ÇŞB Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında ölçülen saatlik PM₁₀ değerleri çalışmamızda incelenmiştir. Günlük yapılması gereken 24 adet ölçümden en az %75'i (18 ölçüm) gerçekleştirilen günlere ait ölçümlerin ortalaması alınarak, günlük ortalama ölçüm değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra her ayın gün sayısının en az % 75'i gün kadar ölçüm yapılmış aylar için, aylık ortalama ölçüm değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Türkiye, Avrupa Birliği (AB) ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) hava kirliliği kriteri olan PM₁₀ değerlerinin saatlik ve 24 saatlik ortalama sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda PM₁₀ saatlik ölçüm değerleri tümüyle alınarak incelenirken, PM₁₀ filtreleri ise günlük olarak analize sokulmuştur. Analiz edilmesi planlanan günler hafta sonları ve resmi tatil günleri çıkarıldıktan sonra gün aşırı olacak şekilde 126 gün olarak belirlenmiştir. Yapılan inceleme sonucu, 126 günün 14 gününde materyal eksik olduğu görülmüştür. Bu işlemler sonucu 112 günlük PM₁₀ filtresi analiz için seçilmiştir.

Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (TÜTAGEM) ile yapılan görüşmeler ve literatür taraması

sonucu, PM₁₀ bileşimindeki elementlerden, 24 tanesinin analize sokulmasına karar verilmiştir. PM₁₀ bileşimindeki TÜTAGEM laboratuvarında araştırılan 24 element; Berilyum (Be), Bor (B), Sodyum (Na), Magnezyum (Mg), Alüminyum (Al), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Vanadyum (V), Krom (Cr), Mangan (Mn), Demir (Fe), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arsenik (As), Selenyum (Se), Stronsiyum (Sr), Molibden (Mo), Kadmiyum (Cd), Antimon (Sb), Baryum (Ba), Talyum (Ta) ve Kurşun (Pb)dur.

Hava kalitesi ölçüm cihazı tarafından toplanan PM₁₀ filtreleri, bileşiminin araştırılması amacıyla TÜTAGEM laboratuvarında aşağıdaki işlemlere tabi tutulmuştur.

1. Günlük PM₁₀ filtreleri tartılmış
2. Tartılan PM₁₀ filtreleri üzerine 5 ml nitrik asit (HNO₃) konulmuş
3. PM₁₀ filtreleri mikro dalgada yakılmış
4. Yakma işlemi bittikten sonra her bir numune 100 kat seyreltilerek İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma - Kütle Spektrometresi (ICP-MS) cihazında miktarları için okumaları yapılmıştır. Sonuçlar µg/m³ olarak elde edilmiştir.

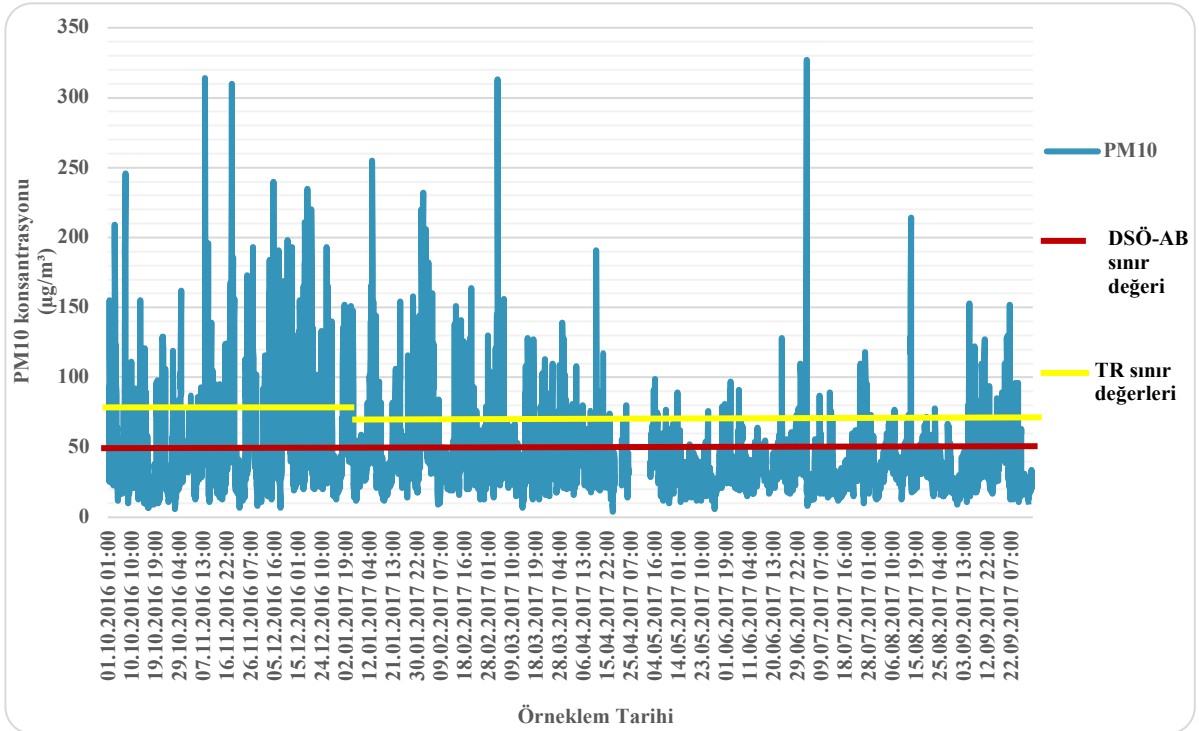
Çalışmamızda PM₁₀ ve bileşimindeki elementler için bulunan değerler Microsoft Office Professional Plus 2013 Excel programı aracılığı ile oluşturulan veri tabanına girilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 20.0 programı kullanılmıştır (SPSS 20.0 programı için seri numarası: 10240642).

Bulgular

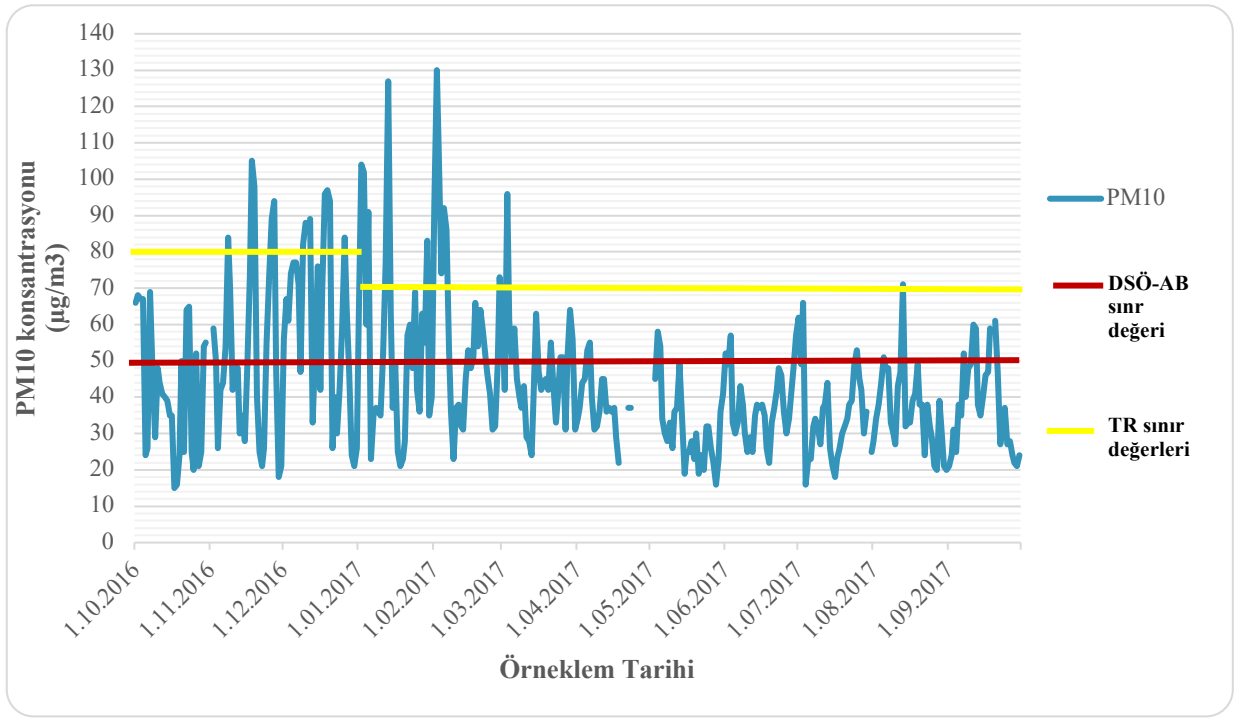
Çalışmada Edirne Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında ölçülen saatlik PM₁₀ değerleri ile ilgili bulgular değerlendirildiğinde, en düşük PM₁₀ değeri 18.04.2017 tarihinde saat 05:00'da 4 µg/m³, en yüksek PM₁₀ değeri 03.07.2017 tarihinde saat 16:00'da 327 µg/m³ olarak ölçülmüştür. Günlük ortalamalar dikkate alındığında en düşük PM₁₀ ortalamasına sahip gün 15 µg/m³ ile 17.10.2016 iken, en yüksek PM₁₀ ortalamasına sahip gün 130 µg/m³ ile 02.02.2017 olmuştur. PM₁₀ konsantrasyonları, aylık ortalamalarına göre sıralandığında en düşük aylık ortalama 31,2 µg/m³ ile Mayıs 2017'ye ve en yüksek aylık ortalama 60,46 µg/m³ Aralık 2016'ya aittir.

Çalışmada PM₁₀ değerleri Türkiye, AB ve DSÖ sınır değerleriyle

karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ülkemiz için 24 saatlik PM₁₀ sınır değeri 2016 yılında 80 µg/m³, 2017 yılında ise 70 µg/m³'tür. AB ve DSÖ için 24 saatlik PM₁₀ sınır değeri aynı olup 50 µg/m³'tür. Şekil 1 ve Şekil 2'de 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında Edirne Merkez ilçede ölçülen saatlik ve 24 saatlik PM₁₀ değerlerinin Türkiye, AB ve DSÖ sınır değerlerine göre durumu gösterilmiştir. Çalışmada, Edirne Merkez ilçede PM₁₀ yıllık ortalaması 44.08±19.8 µg/m³ bulunmuştur. Çalışmamızda Edirne Merkez ilçede PM₁₀ yıllık ortalaması DSÖ yıllık PM₁₀ sınır değeri olan 20 µg/m³'ten ve AB yıllık PM₁₀ sınır değeri olan 40 µg/m³'ten yüksek olup, ülkemizde 2017 yılı için belirlenen PM₁₀ yıllık sınır değeri olan 48 µg/m³'ün altında kalmıştır.



Şekil 1: 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında Edirne Merkez ilçede ölçülen saatlik PM₁₀ değerlerinin Türkiye, AB ve DSÖ sınır değerlerine göre durumu.



Şekil 2:1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında Edirne Merkez ilçede ölçülen 24 saatlik ortalama PM₁₀ değerlerinin Türkiye, AB ve DSÖ sınır değerlerine göre durumu.

Çalışmada PM₁₀ ölçümleri yaz dönemi ve kış dönemi olarak ikiye ayrılarak incelenmiştir. 1 Ekim 2016-31 Mart 2017 arasında kalan dönem kış dönemi, 1 Nisan 2017-30 Eylül 2017 arasında kalan dönem yaz dönemi olarak kabul edilerek incelemeler yapılmıştır.

Buna göre Edirne Merkez ilçe kış dönemi PM₁₀ ortalaması 51.9 µg/m³ olmakla beraber yaz dönemi ortalaması ise 35.9 µg/m³'tür (Tablo 1). Kış dönemi PM₁₀ ortalaması yaz dönemine göre artmaktadır (t=8506, p<0.001).

Tablo 1: 1 Ekim 2016-30 Eylül 2017 tarihleri arasında Edirne merkez ilçede ölçülen saatlik PM₁₀ değerlerinin yaz ve kış dönemlerine göre durumu.

	Yaz Dönemi	Kış Dönemi
Ölçüm Yapılan Saat Sayısı	4055	4291
Ölçüm Yapılmayan Saat Sayısı	337	76
ORTALAMA (µg/m ³)	35.99	51.91
ORTANCA(µg/m ³)	32	42
Standart Sapma	17.78	34.74
Min.(µg/m ³)	4	6
Max. (µg/m ³)	327	314

Tablo 2'de örneklem günlerine ait PM₁₀ ve bileşimindeki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Buna göre; örneklem günlerinin PM₁₀ ortalaması 44.56 µg/m³ olup minimum değer 15 µg/m³ maksimum değer 130 µg/m³'tür. Elementlerin araştırma

tarihindeki ortalamasına bakıldığında, en düşük ortalama 0.75 ng/m³'le Be ve en yüksek ortalama 57128.81 ng/m³'le Na'a aittir. Aynı dönemde belirlenen minimum değer 0 ng/m³'le Be ve maksimum değer 237760.82 ng/m³'le Na aittir.

Tablo 2: PM₁₀ (µg/m³) ve bileşimindeki elementlere (ng/m³) ait ölçüm sonuçları.

PM ₁₀ ve Elementler	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum
PM ₁₀	44.56±21.63	40	15	130
Be	0.75±0.87	0.49	0	5.91
B	33638.28±35170.49	16290.23	26.53	128738.21
Na	57128.81±71156.69	2319.75	364.94	237760.82
Mg	1711.66±2209.02	324.39	78.17	8682.52
Al	11342.17±13984.60	2319.75	43.77	44905.44
K	25678.33±26888.56	10786.51	1214.32	94950.27
Ca	16373.45±12743.83	12418.04	139.87	46247.31
V	5.80±4.80	4.32	0.17	21.05
Cr	41.70±99.360	0.77	3.02	952.52
Mn	32.37±35.79	17.38	1.37	150.99
Fe	1918.47±1419.51	14.13	469.85	9814.09
Co	1.40±1.740	1326.48	0.06	10.10
Ni	29.69±27.78	20.25	0.22	144.27
Cu	73.53±48.52	63.08	1.57	268.40
Zn	23048.41±28881.96	3034.41	61.27	93682.12
As	29.78±55.60	8.80	1.48	482.81
Se	18.29±8.67	16.43	7.55	70.43
Sr	367.62±451.18	131.15	0.12	2260.28
Mo	11.27±28.36	4.34	0.03	250.19
Cd	3.37±4.75	0.86	0.02	17.95
Sb	2.94±5.77	1.68	0.07	56.78
Ba	5317.47±19847.20	536.2934	0.02	205531.15
Tl	0.84±1.06	0.59	0.09	6.98
Pb	35.61±33.09	20.02	0.07	143.28

PM₁₀ bileşimindeki elementlerin analiz tarihleri kış ve yaz dönemi olarak ikiye ayrılarak incelenmiş olup tablo 3'de sunulmuştur. Kış döneminde 58 gün için, yaz döneminde ise 54 gün için element analizi yapılmıştır. Kış döneminde en düşük ortalamaya sahip element 1 ng/m³'le Be, en yüksek ortalamaya sahip element 105882.35 ng/m³'le Na'dır. Yine

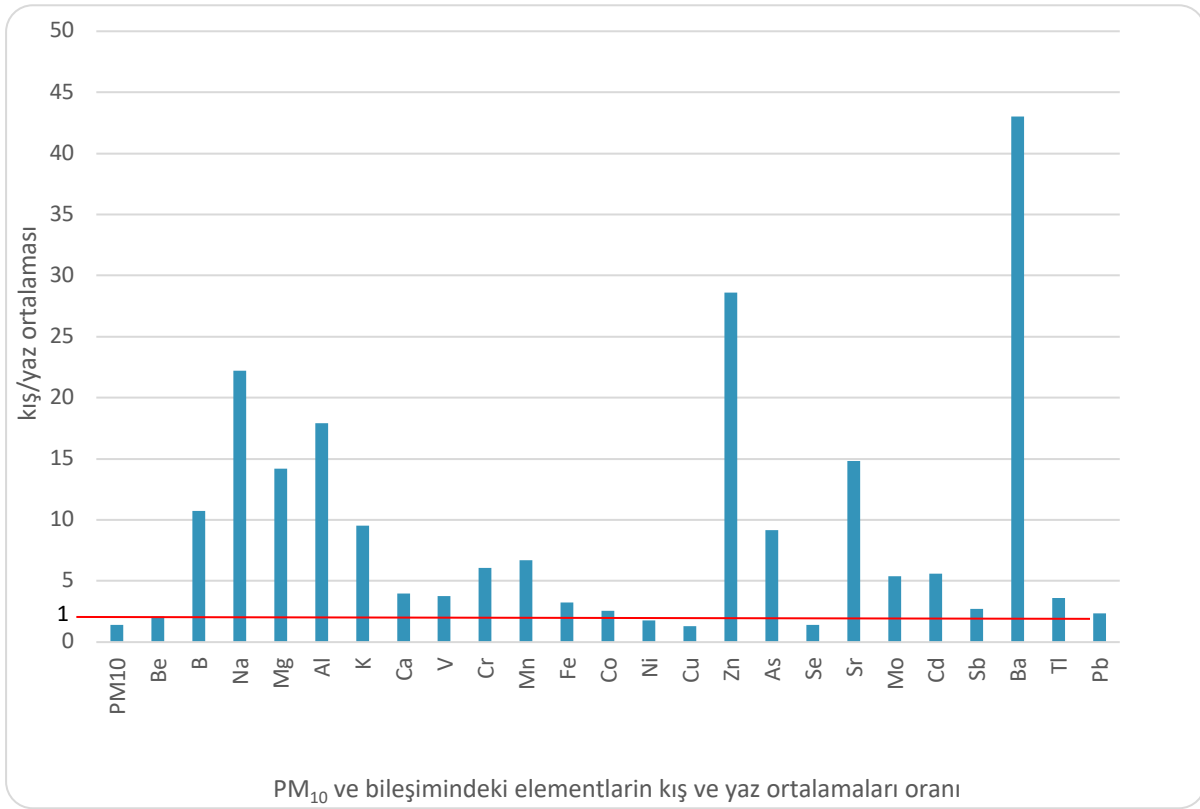
bu dönemde en düşük değeri 0.06 ng/m³'le Be, en yüksek değeri 237760.82 ng/m³'le Na almıştır. Yaz döneminde ise en düşük ortalamaya sahip element 0.35 ng/m³'le Ta, en yüksek ortalamaya sahip element 6437.65 ng/m³'le Ca'dır. Yine bu dönemde en düşük değeri 0 ng/m³'le Be, en yüksek değeri 25000.32 ng/m³'le Na almıştır.

Tablo 3: PM₁₀ bileşimindeki elementlerin kış ve yaz dönemlerine ait değerler.

Element Adı	Kış Dönemi		Yaz Dönemi	
	Ortalama (Minimum-Maksimum) (ng/m ³)	Ortanca (ng/m ³)	Ortalama (Minimum-Maksimum) (ng/m ³)	Ortanca (ng/m ³)
Be	1 (0.06-5.91)	0.866	0.48 (0-3.14)	0.21
B	59774.02 (3144.7-128738.21)	68165.44	5566.56 (26.53-21760.799)	3793.89
Na	105882.35 (866.22-237760.82)	122365.69	4763.90 (364.94-25000.32)	2694.48
Mg	3101.64 (85.95-8682.52)	2716.66	218.717 (78.17-545.91)	171.86
Al	20818.77 (77.09-44905.44)	26647.27	1163.60 (43.77-6089.01)	436.27
K	45169.71 (2208.23-94950.27)	50617	4743.14 (1214.32-16785.21)	3170.45
Ca	25624.02 (1823.25-46247.31)	25655.9	6437.65 (139.87-19335.57)	5212.32
V	8.99 (1.51-21.05)	7.62	2.37 (0.17-7)	2.16
Cr	69.82 (9.3-952.52)	42.51	11.49 (3.02-45.15)	8.74
Mn	54.91 (3.11-150.99)	42.80	8.17 (1.37-21.64)	7.4
Fe	2881.27 (993.27-9814.09)	2775.49	884.35 (469.85-2055.81)	811.13
Co	1.99 (0.07-10.10)	1.59	0.77 (0.06-6)	0.25
Ni	37.58 (3.44-144.27)	27.07	21.22 (0.22-116.53)	13.9
Cu	82.58 (21.03-268.4)	70.28	63.81 (1.57-200.35)	43.33
Zn	43105.50 (123.56-93682.12)	55767.41	1505.62 (61.27-8494.58)	900.67
As	52.20 (4.94-482.81)	46.52	5.69 (1.48-32.85)	4.42
Se	21.37 (7.55-70.43)	19.78	14.99 (8.38-41.58)	13.66/
Sr	667.9 (4.86-2260.28)	610.05	45.09 (0.12-164.17)	33.66
Mo	18.56 (2.01-250.19)	6.33	3.45 (0.03-22.84)	2.07
Cd	5.59 (0.3-17.95)	2.05	0.99 (0.02-4.24)	0.62
Sb	4.24 (0.82-56.78)	2.05	1.55 (0.07-4.4)	1.35
Ba	10050.7 (4.02-205531.15)	3194.93	233.63 (0.02-1068.59)	144.53
Tl	1.29 (0.16-6.98)	0.95	0.35 (0.09-1.05)	0.31
Pb	49.3 (5.87-143.28)	29.54	20.9 (0.07-61.81)	16.38

Şekil 3'te PM₁₀ ve bileşimdeki elementlerin kış dönemi ortalamalarının yaz dönemi ortalamalarına oranı verilmiştir. Bu verileri göre PM₁₀ ve bileşimindeki elementlerin tümünde kış dönemi ortalamalarının yaz dönemi ortalamalarına oranı 1'den büyük

çıkmiştir. Kış döneminde yaz dönemine göre ortalama bazında PM₁₀ 1.4, Be 2, B 10.7, Na 22.2, Mg 14.1, Al 17.8, K 9.5, Ca 3.9, V 3.7, Cr 6, Mn 6.7, Fe 3, Co 2, Ni 1.7, Cu 1.2, Zn 28.6, As 9.1, Se 1.4, Sr 14.8, Mo 5.3, Cd 5.6, Sb 2.7, Ba 43, Tl 3.6 ve Pb 2.3 kat artıştır (p<0.001).



Şekil 3: PM₁₀ ve bileşimindeki elementlerin kış dönemi ortalamalarının yaz dönemi ortalamalarına oranı.

Tartışma

Edirne Merkez ilçede PM₁₀ yıllık ortalaması $44,14 \pm 28,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur. Bu değer DSÖ yıllık PM₁₀ sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten ve AB yıllık PM₁₀ sınır değeri olan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten daha yüksek olup, ülkemizde 2017 yılı için belirlenen PM₁₀ yıllık sınır değeri olan $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmıştır.

Temiz Hava Hakkı (THH) Platformunun hava kirliliği raporuna göre; Edirne 2015 yılı PM₁₀ ortalaması $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Yine bu rapora göre; 81 ilin ancak 43'ünün (%53) izin verilen sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Geri kalan 38 ilde değişen oranlarda izin verilen sınırın değer üzerinde hava kirliliği ölçümleri yapılmıştır. Muş ($132 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Iğdır ($121 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Siirt ($103 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ve Bolu'nun ($102 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en yüksek düzeyde PM₁₀ hava kirliliği yaşanan iller olduğu görülmüştür (4).

Türk Toraks Derneği (TTD) Hava Kirliliği Görev Grubu'nun çalışmasına göre; ulusal sınır değerlerimize göre 86

(% 51), AB sınır değerlerine göre 133 (% 79) ve DSÖ değerlerine göre de 165 (% 98) istasyonda ölçülen PM₁₀ düzeyleri sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. İstanbul, Ankara ve İzmir illerindeki istasyonlarının yıllık ortalaması sırasıyla 46, 66 ve $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Edirne için 2016 yılı PM₁₀ ortalaması $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Tüm istasyonlar yıllık ortalamalar açısından 2015 ve 2016 yılı olarak karşılaştırılmalı olarak değerlendirildiğinde; 15 il (%18) ve 85 (% 42) istasyonda 2016 yılında kirlilik artışı görülmüştür (5).

THH platformun 2015 yılı için, TTD Hava Kirliliği Görev Grubunun 2016 yılı için yaptığı çalışmalarda Edirne için belirtilen yıllık PM₁₀ ortalaması çalışmamızdan yüksek bulunmuştur. Bu durumun iki nedeni olabilir. Birincisi, çalışmalarda veriler <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx> internet adresinden alınmış ham verilerdir. Çalışmamın verileri Marmara Temiz Hava Merkezi'nden alınmış kalibre

edilmiş verilerdir. İkincisi, çalışmalarda Edirne il geneli PM₁₀ ortalaması verilmiştir. Edirne il genelinde merkezde ve Keşan ilçesinde PM₁₀ ölçümü yapılmaktadır. Keşan ilçesindeki yüksek PM₁₀ değerleri genel ortalamayı etkilemektedir. Veri kalitesi farkı ve Keşan ilçesindeki yüksek PM₁₀ düzeyleri nedeniyle PM₁₀ ortalamalarının çalışmamızdan yüksek olması muhtemeldir.

Kardiyopulmoner ölümlerin yaklaşık % 3'ü ve akciğer kanseri ölümlerinin % 5'i PM₁₀ ye atfedilmektedir. Yapılan çalışmalara göre, PM₁₀ değerindeki 10 µg/m³ artış başına, tüm nedenlere bağlı günlük mortalitenin % 0,2-0,6 oranında artacağı tahmin edilmektedir (6). Çalışmada PM₁₀ yıllık ortalaması DSÖ yıllık PM₁₀ sınır değerinden 24,14 µg/m³ daha fazladır. Bu verilere göre Edirne Merkez ilçede PM₁₀ kaynaklı hava kirliliği tüm nedenlere bağlı günlük mortaliteyi değişen oranında arttırabilecektir.

DSÖ 13 büyük İtalyan kentinde 2002-2004 yılları arasındaki yaptığı çalışmada, bu kentlerin ortalama PM₁₀ seviyeleri 26.3 µg/m³ ile 61.1 µg/m³ arasında değişen değerlerde bulmuştur. PM₁₀ konsantrasyonunun 20 µg/m³'e düşürülmesiyle, kalp kaynaklı hastaneye yatışların % 0.7'si (809 vaka), solunumla ilgili hastaneye yatışların % 1.3'ü (990 vaka), 15 yaşın altındaki çocuklarda akut bronşit olgularının % 31.7'sini (38 342 vaka) ve 27 yaş üstü yaştaki kronik bronşit olgularının % 1.7'si (4321 vaka) önlenebileceği görülmüştür. Ayrıca çocuklardaki 1259 gün, yetişkinlerde 800 000 gün bronkodilatör kullanımının ve yaklaşık 2 milyon iş günü kaybı önlenebileceği görülmüştür (7).

Çalışmada Edirne PM₁₀ yıllık ortalaması DSÖ sınır değerinden % 120 daha fazla bulunmuştur. Edirne Merkez ilçe PM₁₀ ortalamasının 20 µg/m³ değerine düşürülmesi halinde ölümlerin, kalp ve solunumla ilgili hastane yatışlarının, çok sayıda akut ve kronik bronşit vakalarının, bronkodilatör

kullanımının, iş günü ve maddi kaybının önüne geçilmesi mümkündür.

Tosun ve arkadaşlarının Türkiye 2016 yılı hava kirliliği verilerinden yaptıkları çalışmaya göre; hava kirliliğinin mevcut durumda %39.4 olan yetişkinlerde kronik bronşit sıklığının atfedilebilir oranının AB limitlerine uyum halinde %28.2 azalması beklenmektedir. Uzun dönem sağlık etkileri arasında yer alan yenidoğan dönem sonrası bebek ölüm sayısının %31.9, çocuklarda bronşitin tekrarlama sıklığı %29.9, astımlı çocuklarda semptomların görülme sıklığının %32.5 oranında azalması beklenirken, DSÖ limitlerine uyum halinde mevcut atfedilebilir oranın dörtte bir oranına kadar düşmesi beklenmektedir (8). Bu çalışma ülkemiz PM₁₀ sınır değerinin AB sınır değerlerine çekilmesinin gerekliliğini çarpıcı bir şekilde ortaya koymuştur. Çalışmamızda da görüldüğü üzere DSÖ ve AB sınır değerleri dikkate alındığında PM₁₀ kaynaklı kirliliğin boyutu katlanarak artmaktadır.

Edirne ili 2016 yılı çevre durum raporunda il sınırları içinde görülen çevre sorunlarını önem ve öncelik sırasına göre; su kirliliği, hava kirliliği ve atıklar olarak sıralanmıştır. Aynı raporda Edirne il genelinde hava kirliliğine neden olan kaynaklar önem sırasına göre; evsel ısınma, maden işletmeleri, karayolu trafiği olarak sıralanmıştır. Hava kirliliğinin önlenmesine yönelik alınan tedbirler ise; kaliteli katı/sıvı yakıt kullanımı, doğalgaz kullanımı motorlu taşıtların egzoz gazı ölçümleri, sanayi kuruluşlarının emisyon izni almaları ve denetim olarak sıralanmıştır. Karşılaşılan zorluklar önem derecesine göre kaliteli yakıt temininde zorluklar, halkın alım gücünün düşük olmasından dolayı kalitesiz yakıt kullanılması, topografik faktörler ve meteorolojik faktörler olarak sıralanmıştır (9).

Çalışma verisine göre Edirne Merkez ilçede PM₁₀ kaynaklı hava kirliliği kış döneminde yaz dönemine göre anlamlı olarak artmaktadır. Bu artışın muhtemel nedenlerine; kışın ısınma

kaynaklı (yakıt türü, yakıt kalitesi, yakma sistemleri vb.) ve trafik kaynaklı (taşıt sayısının artması, yakıt kalitesi vb.) kirliliğin artmasıyla iklim koşullarının (sıcaklık, rüzgâr, nem vb.) değişmesi örnek olarak gösterilebilir. Kış mevsiminde ısınma kaynaklı yakıt tüketimin ve trafik yoğunluğunun artışı PM₁₀ seviyelerini yükseltir. Yaz aylarında trafik yoğunluğunun kent nüfusunun azalmasına bağlı olarak azalması nedeniyle PM₁₀ daha düşük konsantrasyonlardadır. İklim elemanlarının hava kirliliğindeki yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu bağlamda PM₁₀ kaynaklı hava kirliliğini önlemede kentsel yapılaşma planının kentin rüzgâr koridorunu engellemeden yapılması son derece önemlidir. Aksi takdirde zaten kirli olan hava kentin havalanmayan yerlerine çökerek halkın sağlığına daha fazla zarar verecektir.

Çalışmanın örneklem günlerinin PM₁₀ ortalaması DSÖ yıllık PM₁₀ sınır değeri olan 20 µg/m³'ten %120 daha fazladır. PM₁₀ bileşimindeki elementlerin DSÖ Küresel Hava Kalitesi Yönergesine göre karşılaştırması yapılmıştır (10). Buna göre;

•DSÖ As için güvenli düzeyin olmadığı belirtilmiş ve akciğer kanserlerine neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmada PM₁₀ bileşiminde As bulunmuş olup ortalaması 29.78 ng/m³'tür.

•DSÖ Cr için güvenli düzeyin olmadığı belirtilmiş ve akciğer kanserlerine neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmada PM₁₀ bileşiminde Cr bulunmuş olup ortalaması 41.7 ng/m³'tür.

•DSÖ Ni için güvenli düzeyin olmadığı belirtilmiş olup akciğer ve nazal sinüs kanserlerine neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda PM₁₀ bileşiminde Ni bulunmuş olup ortalaması 29,69 ng/m³'tür.

•DSÖ Cd için yıllık 5 ng/m³ sınır değerini belirlemiş olup akciğer kanserlerine neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmada PM₁₀ bileşimindeki Cd ortalaması 3,37 ng/m³ olup DSÖ sınır değerinin altındadır.

•DSÖ Pb için yıllık 0.5 µg/m³ sınır değerini belirlemiş olup erişkinlerde serbest eritrosit protoporfirin seviyeleri, bilişsel eksiklikler, işitme bozuklukları ve çocuklarda bozulmuş vitamin D metabolizması neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmada PM₁₀ bileşimindeki Pb ortalaması 0.035 µg/m³ olup DSÖ sınır değerinin altındadır.

•DSÖ Mn için yıllık 0.15 µg/m³ sınır değerini belirlemiş olup işçilerde nörotoksik etkilere ve çocuklarda gelişimsel etkilere neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmada PM₁₀ bileşimindeki Mn ortalaması 0.032 µg/m³ olup DSÖ sınır değerinin altındadır.

Sonuç

Çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

1. Edirne Merkez ilçede PM₁₀ kaynaklı hava kirliliği vardır. Çalışmada Edirne Merkez ilçede PM₁₀ yıllık ortalaması $44.14 \pm 28.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur. Bu değer DSÖ yıllık PM₁₀ sınır değeri olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten ve AB yıllık PM₁₀ sınır değeri olan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten üstte olup, ülkemizde 2017 yılı için belirlenen PM₁₀ yıllık sınır değeri olan $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmıştır.

2. Edirne Merkez ilçede 348 günde toplam 8347 saat PM₁₀ ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerin 964 saati (ölçüm yapılan toplam saatin % 11.5'i) ülkemiz PM₁₀ sınır değeri üzerindeyken, 2247 saati (ölçüm yapılan toplam saatin % 29.9'u) DSÖ ve AB sınır değerleri üzerinde bulunmuştur. Ülkemiz PM₁₀ sınır değeri DSÖ ve AB PM₁₀ sınır değerine çekildiğinde limit üzerinde

geçen saat sayısı yaklaşık üç kat artmaktadır. Bu veriye göre; Edirne halkı ölçüm yapılan her üç saatin birinde PM₁₀ kirliliğine maruz kalmaktadır.

3. Ülkemiz PM₁₀ sınır değeri DSÖ ve AB PM₁₀ sınır değerine çekildiğinde günlük ortalamaları sınır değeri aşan toplam gün sayısı yaklaşık dört kat artmaktadır. AB hava kalitesi direktifine göre PM₁₀ günlük sınır değeri olan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yılda 35 kereden fazla aşılmamalıdır. Çalışmada bu değer 98 kez aşılmış olup AB hava kalitesi direktifine göre belirlenen değerden yaklaşık üç kat daha fazladır.

4. Kış döneminde Edirne Merkez PM₁₀ ortalaması $51.91 \pm 34.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olup yaz döneminde bu değer $35.99 \pm 17.78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi kış dönemi ortalaması yaz dönemi ortalamasına göre 1.4 kat artmıştır ($p < 0.001$).

Kaynaklar

1. Hüppi PS. The role of oxygen in health and disease—a series of reviews. *Pediatr Res* 2009;65(3):261-8.
2. WHO, Dünya Sağlık Örgütü 68. Dünya Sağlık Asamblesi, Cenevre, 23-28 Mayıs 2016.
3. Varınca KB, Güneş G, Ertürk F. "Hava Kirlenmelerinin İnsan Sağlığı ve İklim Değişikliği Üzerine Etkileri." *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu UHAKS*, Konya; 2008.
4. Türkiye'de Hava Kirliliği: Kara Rapor[*internet*].TÜSAD (Erişim Tarihi: 08.12.2017) Available from:<http://www.solunum.org.tr/haber/675/turkiyede-hava-kirliligi-kara-rapor.html>
5. Nefes Alamıyoruz: Partikül Madde Emisyonları Açısından Türkiye'de Hava Kirliliği [*internet*].TTD (Erişim Tarihi: 08.12.2017) Available from: <http://www.toraks.org.tr/news.aspx?detail=3772>
6. Organization W.H., Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in Eastern Europe. Caucasus and central Asia. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen; 2013.
7. WHO. Health Impact of PM10 and ozone in 13 Italian cities. ISBN: 9289022930. Geneva, World Health Organization; 2006.
8. Tosun E, Güllü G. 2010-2016 yılları arasında Türkiye'de gözlenen kentsel hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. VII. Ulusal hava kirliliği ve kontrolü sempozyumu; 1-3 Kasım 2017-Antalya.
9. Edirne İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu; 2016[*internet*]. ÇŞB (Erişim tarihi: 14.12.2017) Available from: http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Edirne_icdr2016.pdf
10. Organization W.H., Regional Office for Europe; 2016. WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report. Bonn, Germany, 29 September-1 October 2015.