

# Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 1 Nisan 2015-31 Mart 2017 Tarihleri Arasındaki Verilerinin İncelenmesi

The Investigation of Data on Düzce Air Quality Monitoring Station Between 1 April 2015 - 31 March 2017

Sabri Sefa ERDEM<sup>1</sup> Atilla Senih MAYDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Düzce

<sup>2</sup> Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Düzce

Correspondence / Yazışma Adresi:

**Sabri Sefa ERDEM**

Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD, Düzce

E-mail: [erdem\\_ssefa@hotmail.com](mailto:erdem_ssefa@hotmail.com)

Geliş Tarihi / Received : **02.11.2017**

Kabul Tarihi / Accepted : **05.12.2017**

## Özet

**Amaç:** 1 Nisan 2015-31 Mart 2017 tarihleri arasında Düzce ilindeki hava ölçüm istasyonundan elde edilen PM10 ve SO2 verileriyle hava kalitesini değerlendirmek ve son iki yılın 24 saatlik PM10 ortalamalarını karşılaştırmaktır.

**Yöntem:** Düzce ilinin 1 Nisan 2015-31 Mart 2017 tarihleri arasındaki hava kalitesi ölçüm değerleri T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığının web sitesinden elde edilerek incelenmiştir.

**Bulgular:** Bu çalışmada 24 saatlik ortalama PM10 düzeyi:  $91.56 \pm 78.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , SO2 düzeyi:  $8.81 \pm 6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak saptanmıştır. PM10 ölçümleri incelenen tarihler arasında yıllara göre değerlendirildiğinde  $71.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , aylara göre karşılaştırıldığında ise en yüksek aralık ayına ( $187.93 \pm 110.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aitti.  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve haziran ayına ( $43.68 \pm 13.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aitti.

**Sonuç:** Düzce'de PM10 için sağlıklı seviyeyi aşan gün sayısı 2016-2017 kış sezonunda, 2015-2016 kış sezonuna göre daha azdı. Bununla birlikte Düzce için hava kirlenmesi olarak PM10 önemi korunmaktadır. ( **Sakarya Tıp Dergisi 2017, 7(4):175-182** )

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kalitesi; Kükürt Dioksit; Partikül Madde

## Abstract

**Objective:** Evaluating the quality of the air with PM10 and SO2 data obtained from the air meter ingstation in Düzce Province and comparing the last two years seasons 24 hours PM10 averages.

**Method:** Air quality measurements of Düzce Province between 1 April 2015 and 31 March 2017 were obtained from by the web site of the Turkey Ministry of Environment and Urban Planning.

**Results:** In this study the 24-hour mean PM10 level was found  $91.56 \pm 78.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and SO2 level was found  $8.81 \pm 6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . When the PM10 measure ments were evaluate daccording to years and months between the date sexamined, the highest PM10 value belonged to the year 2017 ( $107.31 \pm 71.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) and to the highest month was december ( $187.93 \pm 110.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). The lowest PM10 value averages were in 2015 ( $85.02 \pm 73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) and in June ( $43.68 \pm 13.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Conclusion:** In Düzce the number of day sexceeding the unhealthy level for PM10 was less during the winter season of 2016-2017 than 2015-2016 winter season. However, it can be said that PM10 is important as an air pollutant for Düzce. ( **Sakarya Med J 2017, 7(4):175-182** )

**Keywords:** Air Quality; Sulfur Dioxide; Particulate Matter.

## Giriş

Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre hava kirliliği, atmosferin doğal özelliklerini değiştiren herhangi bir kimyasal, fiziksel veya biyolojik ajanla iç veya dış mekanın, kontamine olması olarak tanımlanmaktadır.<sup>1</sup> Hava kirliliği kaynakları çok sayıda ve değişkendir. Bunlar pişirme ve ısıtma gibi ev içinde; endüstri, trafik, gemi ve uçaklar nedeniyle dış ortamda veya seyahat esnasında; mesleki maruziyetler gibi çalışma ortamlarından kaynaklanabilir.<sup>2</sup> Büyük halk sağlığı tehlikesi taşıyan kirleticiler, partikül madde (PM), karbon monoksit, ozon, azot dioksit ve kükürt dioksit içerir. Açık ve kapalı hava kirliliği, ölümcül olabilen solunum sistemi ve diğer hastalıklara neden olur.<sup>3</sup>

Her yıl çevresel faktörlerle ilişkili olarak yaklaşık 1.5 milyon kişi akciğer hastalığı, 1.5 milyon kişi diare ve 2.5 milyon kişi de kardiyovasküler hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Bu çevresel faktörler daha çok hava kirliliği ile ilişkilidir.<sup>4</sup> 2012 yılında DSÖ'nün yaptığı bir çalışmaya göre 7 milyon kişinin ölümünde iç ve dış hava kirliliğinin etkili olduğu görülmüş. Bu ölüm nedenleri arasında; dış hava kirliliğinin; iskemik kalp hastalığı (%40), inme (%40), KOAH (%11), akciğer kanseri (%6), çocuklarda akut alt solunum yolu enfeksiyonu (%3) ile; iç hava kirliliğinin ise inme (%34), iskemik kalp hastalığı (%26), KOAH (%22), çocuklarda akut alt solunum yolu enfeksiyonu (%12) ve akciğer kanseri (%6) ile ilişkili ölümlere neden olduğu saptanmıştır.<sup>5,6</sup>

Dünyada son 30 yıldır hava kirliliği düzeylerinin düzenli olarak izlenmesine ve hava kirliliği ile mücadele edilmesine rağmen, özellikle büyük metropollerde kirlilik düzeyleri halen güvenli kabul edilen sınırların üzerinde seyretmektedir.<sup>7</sup> DSÖ tahminlerine göre; Hava Kalitesi Yönergelerinde belirtildiği gibi hava kirliliği seviyelerinin azaltılması, yılda yaklaşık 865.000 hayatı kurtarır. Özellikle ev içinden yapılan müdahaleler ölüm oranını önemli ölçüde azaltabilir.<sup>8</sup>

Hava kirliliğinin azaltılması amacıyla 6 Haziran 2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY), sıkı ve bağlayıcı hava kalitesi hedefleri ortaya koymuştur. Ülkemizde hava kalitesi sınır değerlerinden çok daha düşük olan Avrupa Birliği (AB) hava kalitesi limit değerlerine ulaşmak hedeflenmektedir.<sup>9</sup> Tüm dünyada yaygın ola-

rak kullanılan, Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) denilen sınıflama sistemi ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonlarına göre hava kalitesini iyi, orta, kötü, tehlikeli şeklinde derecelendirme yapılmaktadır.<sup>10</sup> 5 temel kirletici için hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. Bunlar; partikül maddeler (PM), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO), azot dioksit (NO<sub>2</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>)'dur.<sup>10</sup>

Partikül Madde (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> Uçurozlar): 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, 1-2 mikron çapındakiler alveollerde birikirken, 0,1 mikron çapında olanlar ise alveollerden intrakapiller aralığa diffüze olmaktadır.<sup>11</sup> PM<sub>10</sub> değerlerinin 24 saatlik ortalamaları: Ulusal HKİ'ne göre; 0-50 iyi, 51-100 orta, 101-260 hassas, 261-400 sağlıksız, 401-520 kötü, >521 tehlikeli olarak sınıflandırılmaktadır.<sup>12</sup> AB üyesi ülkelerde uygulanan 24 saatlik ortalama PM<sub>10</sub> sınır değeri ve ülkemizde 2019 yılında ulaşılması hedeflenen PM<sub>10</sub> limit değeri; 50 µg/m<sup>3</sup>'tür.<sup>13</sup>

Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>): Renksiz, yanmayan ve parlamayan bir gazdır. Her yıl açığa çıkan kükürt oksitlerinin yaklaşık %60'ı kömür yakılmasıyla oluşmaktadır. Özellikle linyit kömürünün yakıt olarak kullanıldığı termik santraller SO<sub>2</sub> emisyonunun en büyük kaynaklarıdır. Orman yangınları, volkanik faaliyetler gibi doğal kaynaklarda da bulunur. Burun ve farenksteirritasyona, ana hava yollarında spazma yol açabilir. Bu gaz suda çözüldüğünden, solunum yollarında uç noktalarına ulaşmadan büyük ölçüde burun ve farenkste elimine edilir. Atmosferde sülfat aerosoller ve partikülleri oluşturur. Bu partiküller rüzgarlarla çok uzun mesafelere taşınabilirler. Nemde çözülmesi, güneş ışığı ve bazı kimyasalların varlığında sülfirik asit oluşturur. Asit yağmurların oluşmasında önemli katkısı vardır.<sup>11,14</sup>

Düzce 1999 yılında 23091 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 584 sayılı KHK uyarınca il olmuştur. İl toprakları, kıyı kesimi dışında ortası çukur, çevresi dağlarla kuşatılmış alanlardan oluşur. Kuzey kesimde Akçakoca Dağları, doğu kesimde Bolu Dağları, güneydoğu ve güney kesimde de Abant Dağları'nın batı uzantıları yer alır.<sup>15</sup>

2016 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre Düzce'nin top-

lam nüfusu 370.371 kişi olup, il merkezi nüfusu 162.897 kişidir.<sup>16</sup> Düzce'nin 5084 sayılı "Yatırım ve İstihdamın Teşviki" Hakkındaki Kanun kapsamına alınmasıyla sanayileşmenin yapısında bir değişim görülmüş, mevcut küçük çaplı sanayi kuruluşlarına 1. ve 2. Organize Sanayi Bölgelerinin (OSB) de eklenmesiyle büyük çaplı fabrikalar kurulmaya ve faaliyet göstermeye başlamışlardır.<sup>17</sup> 2014 ve 2015 yıllarında Düzce'nin yakın ilçeleri olan Çilimli ve Gümüşova'da da birer tane OSB açılmasıyla il genelinde toplamda 4 tane OSB faaliyet göstermektedir.<sup>18</sup> Düzce ilinde aktif gaz kullanan ilçeler dahil konut abone sayıları: 2015 yılında 46.231, 2016 yılında 53.548 ve 2017 yılında mayıs sonu itibarıyla 56.008'dir.<sup>19</sup> Pala K ve ark.tarafından hazırlanan, ciddi sağlık etkileri olan başta PM10 ile SO<sub>2</sub>'nin 2013, 2014 ve 2015 yılları karşılaştırmasının yapıldığı "Türkiye'de Hava Kirliliği" raporuna göre; 2015 yılında PM10 için AB 24 saatlik sınır değeri olan 50 µg/m<sup>3</sup>, 81 ilde (%100,0) toplam 176 istasyonda (%99.4) en az bir kez aşılmıştır.<sup>20</sup>

2013 yılında Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) Koruyucu Hekimlik Bülteninde yayınlanan makaleye göre, Mayda AS ve ark. Düzce İli 30 Ocak 2007-31 Aralık 2011 tarihleri arasındaki hava kalitesini değerlendirmiş; PM10 ortalamasını 90.5 ±1.9 (en az 11, en çok 612), SO<sub>2</sub> ortalamasını 12.5±0.3 (en az 1, en çok 56) olarak bulmuşlardır. PM10 için Türkiye uzun vadeli sınır değeri (UVS) olan 78 µg/m<sup>3</sup> tüm yıllarda aşılmışken; SO<sub>2</sub> değeri için Türkiye UVS ve ortalama yıllık eşik değerler hiçbir yılda aşılmamıştır. Ayrıca PM10 değeri ortalaması kış sezonlarında yaz sezonlarına göre daha yüksek bulunmuştur.<sup>21</sup>

Bolu F ve ark'nın Düzce'de yaptıkları başka bir çalışmada yaz sezonunda da hava kirliliği sorunu olduğu, akşam saatlerinde PM10'un daha yüksek bulunmasının gün içerisindeki trafiğe ve ısınma amaçlı yakıtla bağlı olabileceği sonucuna varılmış. Doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılması ve toplumsal bilinç oluşturularak bireysel tedbirlerin alınması çözüm önerisi olarak sunulmuştur.<sup>22</sup>

Ekim 2008 - Nisan 2011 tarihleri arasında 9 Avrupa ülkesindeki 17 kohort çalışmasından elde edilen verilerin prospektif analizinden oluşan çalışmaya göre; popülasyonun var olan AB hava kalitesi PM10 ve PM<sub>2,5</sub> limit değerlerinden düşük konsantrasyonlarda partiküler madde hava kirliliğine maruziyeti halinde dahi akciğer

kanseri riskinin artabileceği öngörülmüştür. PM10 ve PM 2.5'daki yüksek değerler artmış akciğer adenokanseri ile birlikte saptanmıştır.<sup>23</sup>

Büyükşehirlerde Hava Kalitesi Yönetiminin Geliştirilmesi Projesi (IKONAIR) kapsamında Konya'da 4 istasyon verileriyle yapılan "Konya İçin Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu 2007-2010'na " göre, sanayiye yakın bölgelerde konumlandırılan Aydınlık ve Horozluhan istasyonlarında 2009 yılına göre 2010 yılında 100 µg/m<sup>3</sup>'ten yüksek günlük ortalama konsantrasyonlarında artış olurken, şehrin güney kısmında yer alan Mevlana ve Meram istasyonlarında yüksek konsantrasyonlarda azalma, düşük konsantrasyonlarda (<50 µg/m<sup>3</sup>'ten) artış gözlenmiştir.<sup>24</sup>

Düzce'de hava kirliliği önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu nedenle bu çalışmada 1 Nisan 2015-31 Mart 2017 tarihleri arasında Düzce ilindeki hava ölçüm istasyonundan elde edilen PM10 ve SO<sub>2</sub> verileriyle hava kalitesini değerlendirmek ve son iki yılın ortalamalarını karşılaştırmak amaçlanmıştır.

### Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada Düzce ilinin 1 Nisan 2015-31 Mart 2017 tarihleri arasındaki hava kalitesi ölçüm değerleri T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığının web sitesinden elde edilerek incelenmiştir. Düzce ilinde bir adet ölçüm istasyonu bulunmakta ve bu istasyonda hava kirleticilerinden PM10 ve SO<sub>2</sub> değerlerinin ölçümü yapılmaktadır.<sup>25</sup> Araştırmada SO<sub>2</sub> ve PM10 değerleri 2015 yaz ve 2016 yaz ile 2015-2016 kış ve 2016-2017 kış sezonlarına, yıllara, aylara, haftanın günlerine, hafta içi ve hafta sonu günlerine göre karşılaştırılmıştır. Araştırmanın bağımlı değişkenleri; bu siteden elde edilen PM10, SO<sub>2</sub> ve hava sıcaklığı değerleri iken, bağımsız değişkenleri; hafta içi-hafta sonu günleri, aylar, yıllar ve sezonlardır. Kış sezonu 1 Ekim-31 Mart tarihleri arasındaki değerleri, yaz sezonu ise 1 Nisan-30 Eylül arasındaki değerleri kapsamaktadır.<sup>13</sup>

Verilerin analizinde SPSS 22 paket programı kullanılmıştır. Ölçümle belirtilen verilerin; tanımlayıcı bulgularını ifade etmede ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmıştır. Normal dağılıma uygunluk değerlendirilmesi için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. PM10 ve SO<sub>2</sub> ortalamalarının yaz ve kış

sezonlarına göre farklılık gösterip göstermediği Mann Whitney U testi; sezonlara göre PM10'nun limit değer ve sağlıklı seviyeye göre durumunu belirtmede Pearson Ki kare testi kullanılmıştır.  $p < 0.05$  değeri istatistiki açıdan anlamlı kabul edilmiştir.

### Bulgular

Araştırmada 1 Nisan 2015-31 Mart 2017 tarihleri arasındaki 731 günden ölçüm yapılan 719 gün (%98.9) PM10 ve 714 gün (%98.2) SO2 değerleri kullanılmıştır. PM10 ortalaması  $91.56 \pm 78.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (en az 6, en çok 638). SO2 ortalaması  $8.81 \pm 6.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür (en az 0, en çok 54).

Sezonlara göre 24 saatlik ortalama PM10 değerleri incelendiğinde; 2015 yaz sezonunda  $56.94 \pm 23.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2016 yaz sezonunda  $52.97 \pm 24.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iken 2015-2016 kış sezonunda  $138.92 \pm 103.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2016-2017 kış sezonunda  $118.54 \pm 83.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulunmuştur. Sezonlara göre ortalama PM10 değerleri arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0.001$ ).

Sezonlara göre ortalama SO2 değerleri incelendiğinde; 2015 yaz sezonunda  $5.93 \pm 1.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2016 yaz sezonunda  $5.87 \pm 2.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iken 2015-2016 kış sezonunda  $11.79 \pm 9.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2016-2017 kış sezonunda ise  $11.63 \pm 6.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak saptanmıştır. Sezonlara göre ortalama SO2 değerleri arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0.001$ ). Sezonlara göre PM10, SO2 ve hava sıcaklığı değerlerinin dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir.

1 Nisan 2015-31 Mart 2017 tarihleri arasında haftanın günlerine göre PM10 ve SO2 değerleri incelendiğinde; PM10 ortalamasının en yüksek olduğu gün salı, en düşük olduğu gün cuma iken; SO2 ölçüm ortalamasının en düşük olduğu gün pazar; en yüksek olduğu gün ise çarşambadır. PM10 ve SO2 haftanın günlerine göre değerlendirildiğinde aralarındaki fark anlamlı bulunmamıştır ( $X^2=2.541$ ,  $df:6$ ,  $p=0.864$ ,  $X^2=4.082$ ,  $df:6$ ,  $p=0.666$ ). Hafta içi ve hafta sonuna göre değerlendirildiğinde ise hafta içi PM10 ve SO2 ölçüm ortalamalarının hafta sonuna göre yüksek bulunmasına rağmen aralarındaki fark istatistiki olarak anlamlı değildir ( $p=0.506$ ,  $p=0.180$ ).

PM10 değerlerinin Hava Kalitesi İndeksi sınıflamasına göre ölçüm

yapılan 719 günden 258'i (%35.3) iyi; 251'i (%34.3) orta; 178'i (%24.4) hassas; 26'sı (%3.6) sağlıklı; 5'i (%0.7) kötü, 1'i (%0.1) tehlikelidir. PM10 değerinin uyarı eşiklerine göre dağılımına bakıldığında ise; 687 gün (%94.0) 1. uyarı eşiği altında, 26 gün (%3.6) 1., 5 gün (%0.7) 2., 1 gün (%0.1) 3. uyarı eşiğini geçmiş ve hiç 4. uyarı eşiğini geçmemiştir.

Tablo 1: Sezonlara göre PM10, SO2 ve hava sıcaklığı değerlerinin dağılımı

		Sezonlar			
		2015 Yaz	2016 Yaz	2015-2016 Kış	2016-2017 Kış
PM10	Sayı	179	183	178	179
	Ortalama	56.94	52.97	138.92	118.54
	Std. Sapma	23.68	24.93	103.75	83.40
	SO2	1.77	1.84	7.78	6.23
SO2	Sayı	179	178	178	179
	Ortalama	5.93	5.87	11.79	11.63
	Std. Sapma	1.96	2.54	9.60	6.90
	Std. Hata	0.15	0.19	0.72	0.52
Hava sıcaklığı	Sayı	179	183	183	182
	Ortalama	22.38	23.37	11.18	8.82
	Std. Sapma	5.68	4.74	6.341	6.39
	Std. Hata	0.42	0.35	0.469	0.47

PM10 için: ( $X^2=156.822$ ,  $df:3$ ,  $p < 0.001$ ),  
SO2 için: ( $X^2=148.102$ ,  $df:3$ ,  $p < 0.001$ )  
Hava sıcaklığı için: ( $X^2=417.022$ ,  $df:3$ ,  $p < 0.001$ )

Sezonlar limit değere ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) göre karşılaştırıldığında, limit değerin aşıldığı gün sayısı; 2015 yılı yaz sezonunda 103 gün (%57.5), 2016 yılı yaz sezonunda 80 gün (%43.7) iken 2015-2016 kış sezonunda 144 gün (%80.9), 2016-2017 kış sezonunda ise 134 gün (%74.9) olarak saptanmıştır. Yaz ve kış sezonları kendi aralarında değerlendirildiğinde; PM10 değerlerinin limit altı ve üstü gün sayılarına göre 2015 ile 2016 yaz sezonları arasında anlamlı fark saptanmışken ( $p=0.009$ ); 2015-2016 kış sezonu ile 2016-2017 kış sezonu arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0.169$ ). Farkın nedeni 2015 yaz sezonunda (%57.5) PM10 limit değerinin daha fazla aşılmasıdır. Sezonlara göre PM10 değerinin limit değerini aştığı gün sayılarının dağılımı Tablo 2'de gösterilmiştir.

Yaz ve kış sezonları kendi aralarında karşılaştırıldığında 2015 yaz ve 2016 yaz sezonları arasında PM10 açısından anlamlı fark saptanmışken ( $p=0.017$ ), SO2 açısından anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0.947$ ). 2016 yaz sezonu PM10 ortalaması daha düşük bulunmuştur. 2015-2016 kış ve 2016-2017 kış sezonları arasında PM10 ve SO2 ortalamaları açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=0.101$ ,  $p=0.157$ ). Yaz ve kış sezonlarına göre PM10 ve SO2 ortalamaları Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 2: Sezonlara göre PM10 değerinin limit değerini aştığı gün sayılarının dağılımı**

24 Saatlik PM10 Değeri				
Sezonlar	$\leq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Sayı (%)	$> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Sayı (%)	Toplam Sayı (%)	P Değeri (X <sup>2</sup> )
2015 yaz	76 (42.5)	103 (57.5)	179 (100.0)	0.009 (6.920)
2016 yaz	103 (56.3)	80(43.7)	183 (100.0)	
2015-2016 kış	34 (19.1)	144 (80.9)	178 (100.0)	0.169 (1.889)
2016-2017 kış	45(25.1)	134 (74.9)	179 (100.0)	

**Tablo 3: Yaz ve kış sezonlarına göre PM10 ve SO2 ortalamalarının dağılımı**

	PM10		SO2		P değeri	
	Ortalama	±SD	Ortalama	±SD		
2015 Yaz	179	56.94 (±23.68)	0.017*	179	5.93 (±1.96)	0.947
2016 Yaz	183	52.97 (±24.93)		178	5.87 (±2.54)	
2015-2016 Kış	178	138.92 (±103.75)	0.101	178	11.79 (±9.60)	0.157
2016-2017 Kış	179	118.54 (±83.40)		179	11.63 (±6.90)	

Sezonlara göre PM10 değerlerinin sağlıklı seviyeyi ( $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aştığı gün sayılarına bakıldığında; 2015 ve 2016 yılları yaz sezonlarında sağlıklı seviyeyi aşmadığı saptanmışken, 2015-2016 kış sezonunda 22 gün (%12.4), 2016-2017 kış sezonunda ise 10 gün (%5.6) sağlıklı seviyeyi aştığı bulunmuştur. PM10 değerinin sağlıklı seviyeyi aştığı gün sayılarına göre 2015-2016 kış sezonu ile 2016-2017 kış sezonu arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $\chi^2=5.017$ ,  $p=0.025$ ). PM10 değerleri 2015-2016 kış sezonunda sağlıklı seviyeyi daha fazla aşmıştır. Sezonlara göre PM10 değerinin sağlıklı seviyeyi aştığı gün sayılarının dağılımı Tablo 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4: Sezonlara göre PM10 değerinin sağlıklı seviyeyi aştığı gün sayılarının dağılımı**

24 Saatlik PM10 Değeri				
Sezonlar	$\leq 260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Sayı (%)	$>260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Sayı (%)	Toplam Sayı (%)	P Değeri (X <sup>2</sup> )
2015 yaz	179 (100.0)	0 (0.0)	179 (100.0)	*
2016 yaz	183 (100.0)	0 (0.0)	183 (100.0)	
2015-2016 kış	156 (87.6)	22 (12.4)	178(100.0)	0.025 (5.017)
2016-2017 kış	169 (94.4)	10 (5.6)	179 (100.0)	

\*260 üzeri değer yaz sezonlarında olmadığından istatistik analiz yapılamadı.

### Tartışma

Düzce'nin 1 Nisan 2015-31 Mart 2017 tarihleri arasındaki hava kalitesini değerlendirmek için yapılan bu çalışmada incelenen 719 günlük PM10 ortalamasının  $91.56 \pm 78.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gibi yüksek bir değer olduğu saptanmıştır. Düzce'de yapılan Mayda AS ve ark'nın 2007-2011 yılları arasındaki verileri kapsayan çalışmasında ortalama PM10 değeri  $90.5 \pm 1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bulunmuşken, Bolu F ve ark'nın 2014 yılında yaptığı çalışmada ise ortalama PM10 değeri  $106.4 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulunmuştur.<sup>21,22</sup> 1998-2000 yılları arasında Sivas'ta yapılan diğer bir çalışmada ise ortalama;  $75.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulunmuştur.<sup>26</sup>

Bu çalışma sonucunda bulunan Düzce PM10 değeri ortalamasının Bolu F ve ark. tarafından Düzce'de yapılan çalışmaya göre azaldığı bulunmuştur.<sup>22</sup> Konya'da yapılan çalışmada ise gözlenen yüksek PM 10 konsantrasyon değerlerinin Mevlana istasyonunda 2009 yılına göre 2010 yılında azalırken, Aydınlık istasyonunda arttığı saptanmış, Aydınlık istasyonundaki artış sanayi bölgesine olan yakınlığına bağlanmıştır.<sup>24</sup> Çalışmaya göre PM10 için sağlıklı seviye olarak da belirtilen 1. uyarı eşliğinin 2015 ve 2016 yılları yaz sezonlarında aşılmadığı saptanmışken, 2015-2016 kış sezonunda 22 gün (%68.8), 2016-2017 kış sezonunda ise 10 gün (%31.3) olmak üzere toplamda 32 gün aşılmıştır. Sağlıklı seviyeye göre kış sezonları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ( $p=0.025$ ). Farkın nedeni 2016-2017 kış sezonunda sağlıklı seviyenin daha az aşılmasıdır. Bu bulgu Düzce'deki hava kirliliğindeki olumlu gelişmeleri desteklemektedir. Mayda AS. ve ark'nın çalışmasında da sağlıklı

seviye araştırma yapılan tarihler arasında toplamda 78 gün (%4,3) aşılmışken, Yazıcı H ve ark. tarafından Denizli'de yapılan çalışmada ise 2004-2009 yılları kış sezonlarında uyarı eşik değeri aşılmamıştır.<sup>21,27</sup> Düzce'de daha önce yapılan çalışmaya<sup>22</sup> göre PM10 ortalamasındaki azalma ve Hava Kalitesi İndeksindeki sağlıksız değerleri gösteren 260'ı aşan gün sayısının bir önceki yıla göre daha az bulunması doğalgaz kullanan hanelerin sayısının çoğalması ve özellikle hava kirliliğinin sağlıksız değerlere ulaştığı günlerde alınan önlemlerden kaynaklanılabılır.

Çalışmada en yüksek PM10 ortalama değeri aralık ayına, en düşük haziran ayına aitti. Mayda AS ve ark'nın çalışmasında PM10 ortalaması kasım ve aralık aylarında daha yüksekken, şubat ve haziran aylarında daha düşük saptanmıştır.<sup>21</sup> İskender S ve ark'nın çalışmasında da çalışmamıza benzer şekilde en yüksek aralık ayına, en düşük ağustos ayına ait PM10 ortalamaları tesbit edilmiştir.<sup>28</sup> Menteşe S ve ark tarafından yapılan Çanakkale İline ait 1991-2011 yılları arasındaki verilerin değerlendirildiği çalışmada ise SO<sub>2</sub> ve PM10 konsantrasyonları ısınma sezonunun ilk ayı olan ekimde düşükken, kasım ayından itibaren kirletici konsantrasyonları artmış; aralık, ocak ve şubat aylarında benzer seviyelerde gözlenmiştir.<sup>29</sup> Bu bulgulara göre hava kirleticilerinin seviyesinin meteorolojik koşullar ve ısınma gereksinimi ile yakından ilişkili olduğu söylenebilir. Doğal gaza geçişle hava kirletici seviyelerindeki azalmayı destekleyen çalışmalar da mevcuttur.<sup>30</sup>

Türkiye'nin 2014 yılı itibariyle ulaşmayı hedeflediği kış sezonu PM10 ortalama sınır değeri 90 µg/m<sup>3</sup>'dür.<sup>13</sup> Düzce'de bu değer 2015-2016 kış sezonunda (138.92µg/m<sup>3</sup>) ve 2016-2017 kış sezonunda (118.54 µg/m<sup>3</sup>) da aşılmıştır. Çalışmada kış sezonu PM10 ortalaması 128.70 µg/m<sup>3</sup> olarak bulunmuş olup; Düzce'de 2014 yılı hava kalitesi verilerini değerlendiren kış sezonu PM10 ortalamasını 143.2 bulan başka bir çalışmaya göre daha düşük ortalamalar saptansa da hala yüksek olduğu görülmektedir.<sup>22</sup>

Yaz ve kış sezonları kendi aralarında karşılaştırıldığında PM10 ortalaması açısından, 2015-2016 ve 2016-2017 kış sezonları arasında fark saptanmazken; 2015 yaz sezonunda 2016 yaz sezonuna göre daha yüksek bulunmuştur. İskender S ve ark'nın çalışmasında ise 2012-2013 kış sezonunda daha düşük PM10 ortalaması bulun-

muştur.<sup>28</sup> SO<sub>2</sub> ortalaması açısından değerlendirildiğinde bu çalışmada sezonlar arasında fark saptanmazken, İskender S ve ark'nın çalışmasında en yüksek SO<sub>2</sub> değeri ortalaması 2013-2014 kış sezonunda, en düşük SO<sub>2</sub> değeri ortalaması 2011-2012 kış sezonunda ölçülmüştür.<sup>28</sup>

Bu çalışmada Düzce'de SO<sub>2</sub> ortalaması 8.81±6.77µg/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Düzce'de yapılan Mayda AS ve ark'nın çalışmasında ortalama SO<sub>2</sub> değeri 12.5±0.3 µg/m<sup>3</sup> olarak, Bolu F ve ark'nın çalışmasında ise 6.15±5.39 µg/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.<sup>21,22</sup> Bu değerlerin 2011 yılındaki çalışmaya göre azaldığı, 2014 yılındaki çalışmaya göre ise az da olsa arttığı görülmüştür.<sup>21,22</sup> Konya çalışmasında Meram istasyonunda SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun 2009 ve 2010 yıllarında %60 ve daha fazlasının 5-10 µg/m<sup>3</sup>, Horozluhan istasyonunda 10-20 µg/m<sup>3</sup> aralığında gözlendiği görülmektedir.<sup>24</sup> Meram istasyonunda 5-10 µg/m<sup>3</sup>'den yüksek konsantrasyon değerlerinde azalma, düşük konsantrasyon değerlerinde artış görülürken, Horozluhan istasyonunda 20 µg/m<sup>3</sup>'ten yüksek değerlerde artış gözlenmiştir.<sup>24</sup> Düzce'deki SO<sub>2</sub>'nin düşük seyretmesi ısınmada doğal gaz kullanılması ve doğal gaz abone sayısının yıllar içinde artmasıyla ilişkili olabilir.<sup>19</sup>

PM10 için AB ve DSÖ 24 saatlik sınır değeri olan 50 µg/m<sup>3</sup> değerinin yılda 35'ten fazla aşılması önerilmemektedir.<sup>13</sup> Bu çalışmada ölçüm yapılan tarihler arasında en fazla 2015-2016 kış sezonunda (144 gün) aşılmakla birlikte tüm sezonlarda aşılmıştır. 2016 yaz sezonunda limit değeri aşan gün sayısının 2015 yaz sezonuna göre daha az saptanması iyiye gidişin bir işaretidir. Türkiye Hava Kirliliği 2016 raporuna göre de 81 ilde toplam 176 istasyonda (%99.4) 2015 yılında bu değer en az bir kez aşılmıştır.<sup>20</sup> Mayda AS ve ark'nın çalışmasında da bu değer tüm yıllarda 35'ten fazla aşıldığı bildirilmektedir.<sup>21</sup> Düzce'de olduğu gibi Türkiye'de 2015 yılında PM10 limit aşımı saptanan ilk 10 istasyon Hava Kirliliği 2016 raporuna göre; Adana-Valilik, Hatay-Antakya, İstanbul-Esenyurt, Manisa, Kayseri-Hürriyet, Bursa-Beyazıt Cad, Manisa-Soma, Bursa, Samsun-İlkadım Hastane istasyonu ve Aydın olarak belirtilmiştir.<sup>20</sup> İzmir'de yapılan bir çalışmada da 1989-1996 arası dönemin SO<sub>2</sub> ve PM bulguları dönemin DSÖ sınır değerlerinden yüksek iken, 1996-2004 arası dönemde sınır değerlerin altında bulunmuştur.<sup>31</sup> 2014 yılı itibariyle AB üyesi 21 ülkede PM10 limit değeri aşılmış-

tır.<sup>32</sup> Konya'da yapılan çalışmaya göre, 2009 ve 2010 yıllarında PM10 konsantrasyonunun Aydınlık istasyonunda 50-100 µg/m<sup>3</sup> aralığındaki değerlerin Mevlana istasyonuna göre yüksek yüzdede olduğu görülmüştür.<sup>24</sup>

#### Sonuç ve Öneriler

Düzce'de PM10 24 saatlik ortalamasının sağlıksız seviye olan 260µg/m<sup>3</sup>'ü aşan günler bir önceki yıla göre azalmıştır. Bu durum hava kirliliğinin sağlıksız değerlere ulaşmaması için önlem alındığını düşündürmektedir. Fakat Dünya Sağlık Örgütü, PM10 24 saatlik ortalamasının temiz hava sınırı olarak değerlendirilebilecek 50µg/m<sup>3</sup> değerinin yılda 35 günden fazla geçmemesi gerektiğini bildirirken, temiz olarak değerlendirilebilecek günler yaz sezonlarında hemen hemen 2 günde bir iken kış sezonlarında dört günde bir şeklinde devam etmektedir. Bu nedenle Düzce'de sağlıksız seviyelere ulaşan günleri azaltmak için yapılan çalışmalar daha da yaygınlaştırılarak Düzce'nin havasının temiz hale getirilmesi hedeflenmelidir. Kaldı ki sağlıksız seviyeye ulaşan günler de henüz sıfırlanmamıştır. Uyarı eşiğinin aşıldığı günlerde okulların tatil edilmesi, hassas nüfusa idari izin verilmesi ve gerektiğinde aşırı kirliliğe neden olan tesislerin çalışmasının durdurulması gibi ilave önlemler alınmalıdır. Çıkar ilişkisi: Yazarlar arasında makalenin yazımında herhangi bir çıkar ilişkisi bulunmamaktadır.

#### Teşekkür

Bu makalenin hazırlanmasında emeği geçen Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi 2017 Haziran grubu İntern Doktorları Ufuk Salman, Fatih Paşa Tatar, Serhan Akalın, Ozan Kenan Yeşilyurt, Merve Demet Çoban, Hilal İşbilir, Furkan Dinç ve Mahmut Avas 'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

1. World Health Organization, Health topics, Air pollution. [http://www.who.int/topics/air\\_pollution/en/](http://www.who.int/topics/air_pollution/en/) (Erişim tarihi: 12.06.2017)
2. Gulliver J, Hoogh K. Environmental exposure assessment: modelling air pollution concentrations. In: Detels R, Gulliford M, Karim QA, Tan CC (eds), Oxford Textbook of Global Public Health, Sixth Edition, Volume: 2, Section 7, Oxford University Press 2015 UK. p. 857
3. World Health Organization, Programmes, Quantifying environmental health impacts, Environmental burden of disease: Country profiles for the year 2004 [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/countryprofiles/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/countryprofiles/en/) (Erişim tarihi: 12.06.2017)
4. Analysis of estimates of the environmental attributable fraction, by disease. In: Prüss-Üstün A, Corvalán C. (eds), Preventing Disease Through Healthy Environments, Towards an estimate of The Environmental Burden of Disease. Section:5, p:32.
5. World Health Organization, Media Center, Ambient (Outdoor) Air Quality And Health <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/> (Erişim tarihi: 12.06.2017)
6. World Health Organization, Media Center, Household Air Pollution and Health <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/> (Erişim tarihi: 06.06.2017)
7. Mage D, Ozolins G, Peterson P, Webster A, Orthoferj R, Vandeweerd V, Gwynnet M. Urban Air Pollution in Megacities of the World. Atmospheric Environment 1996; 5 (30): 681-686
8. Chen CJ. Environmental health issues in public health. In: Detels R, Gulliford M, Karim QA, Tan CC (eds), Oxford Textbook of Global Public Health, Sixth Edition, Volume: 2, Section 7, Oxford University Press 2015 UK. p. 825
9. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
10. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/06/20080606-6.htm> (Erişim tarihi:06.09.2017) T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava İzleme İstasyonları Web Sitesi, Bilgi, Hava, Hava Kalitesi İndeksi. <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx> (Erişim tarihi: 06.06.2017)
11. T.C Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı, Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri, Partiküler Madde. <http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/bilgi-dokumanlar/halk-sagligina-yonelik/992-hava-kirliligi/C4%9Fi-ve-sa%C4%9Fi%C4%B1k-etkileri.html> (Erişim Tarihi:30.10.2017)
12. Hava Kalitesi İndeksi, Tablo 2: Ulusal Hava Kalitesi İndeksi Kesme Noktaları, <http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html> (Erişim tarihi 16.09.2017)
13. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Ek-1 Limit değerler, hedef değerler, uzun vadeli hedefler, değerlendirme eşikleri, bilgilendirme ve uyarı eşikleri. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/06/20080606-6.htm> (Erişim tarihi: 06.09.2017)
14. Akdur R. Çevre Sağlığı. In: Akdur R. Çöl M, Işık A, İdil A. Durmuşoğlu M. Tunçbilek A. editör. Halk Sağlığı Kitabı. Antip Yayınları. Ankara 1998. s:265
15. T.C. Düzce Valiliği, İlimiz, Tarihi ve Coğrafi Yapısı (<http://www.duzce.gov.tr/tarihi-ve-coGRAFI-yapisi>)
16. T.C. İçişleri Bakanlığı, Düzce Valiliği İl Nüfus ve Vatandaşlık Müdürlüğü, İlçelere göre İl / İlçe merkezi ve belde / köy nüfusu - 2016 (<http://www.duzcenufus.gov.tr/kurumlar/duzcenufus.gov.tr/nufus/dosya-belge/2016nufusverileri.pdf>)
17. Düzce Ticaret ve Sanayi Odası, Düzce Hakkında, Sanayi ve Ticaret. (<http://www.duzcetso.org.tr/tr/genel/sayfalar/12-11-2014-duzce-hakkinda>)
18. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, OSB Bilgi sitesi, Düzce İlinde Bulunan Organize Sanayi Bölgeleri. (<https://osbbs.sanayi.gov.tr/citydetails.aspx?dataID=271>).
19. Akça Düzce Ereğli Doğal Gaz <http://www.dergaz.com.tr/Turkish/HavaKirliligiRaporlari.aspx>
20. Pala K, Karababa A.O, Çağlayan Ç vd. Türkiye'de Hava Kirliliği: Kara Rapor, Ankara 2016.
21. Mayda A.S, Yılmaz M. Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 2007-2011 Yılları Arası Verilerinin Değerlendirilmesi. TAF Prevent Medicine Bulletin 2013; 12(1): 11-18.
22. Bolu F, Zoroğlu G, Mayda A.S. Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 2014 yılı Verilerinin Saatlik, Günlük ve Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni 2015;14(5): 387-393.
23. Raaschou-Nielsen O, Andersen Z J, Beelen R etc, Air Pollution And Lung Cancer Incidence in 17 European Cohorts: Prospective Analyses From The European Study Of Cohorts For Air Pollution Effects. Lancet Oncol 2013; 14: 813-822
24. Büyükşehirlerde Hava Kalitesi Yönetiminin Geliştirilmesi Projesi (İKONA-İR), Konya İçin Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu (2007-2010), Mart 2012.
25. T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava İzleme İstasyonları Web Sitesi, Raporlar, İstasyon raporu, Düzce. <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx> (Erişim tarihi: 06.06.2017)
26. Koç Y, Karagöz N, Söylemez Seven A. Hava Kirliliğinin Sivas Göğüs Hastalıkları Hastanesi'ne Yatışlar Üzerine Etkisi, Kartal Eğitim Araştırma Tıp Dergisi 2002; 13(2): 75-78.
27. Yazıcı H, Akçay M, Çay Y, Sekmen Y, Yılmaz T, Gölcü M. Hava Kirliliğinin Doğal Gaz Kullanımı ile Değişimi Denizli İli Örneği. Selçuk-Teknik Dergisi 2010; 9(3): 205-215
28. İskender S, Bolu F, Yılmaz M, Mayda AS. Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 1 Ekim 2011-31 Mart 2015 Tarihleri Arasındaki Verilerinin İncelenmesi. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2016; 6(3): 161-167
29. Menteşe S, Can Yarıntepe C. Çanakkale İli Hava Kalitesinin Kirlilik Türlerine Göre Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi 2012; 1(2): 66 - 74
30. Yıldız A, Çay Y, Özer F. Karabük İlindeki Hava Kirliliğinin Doğal Gaz Kullanımı ile Değişimi. Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi 2012; 1(4): 497-506.
31. Doğan F, Kitapçoğlu G. İzmir İlinde Hava Kirliliğinin Yıllar İtibariyle Karşılaştırılması Ege Tıp Dergisi 2007; 46(3): 129-133
32. European Environment Agency, Airquality in Europe-2016 report. 2016; No:28.

