

Manisa’da partikül madde (PM₁₀) kirliliğinin değerlendirilmesi

Bariş YILMAZ*

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Manisa

*Geliş Tarihi (Received Date): 22.03.2018
Kabul Tarihi (Accepted Date): 29.06.2018*

Özet

Hava kirliliği, birçok dünya ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de insan sağlığı etkileyen ve ekosistemi bozan başlıca sorunlardandır. Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek amacıyla 2008 yılında yürürlüğe giren “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği” ile 2014 yılından itibaren kademeli azalan sınır değerler tanımlanmış ve PM₁₀ kirliliği için 2019 yılı başında Avrupa Birliği (AB) Hava Kalitesi standartlarına ulaşılabilmesi hedeflenmiştir. Her ne kadar hava kalitesini artırma çalışmaları devam etse de, 2017 yılına ait hava kirliliği ulusal raporlarında Manisa en yüksek hava kirliliğinin yaşandığı iller listesinde ilk sıralarda yer almaktadır. Bu çalışmada, Manisa da 2009-2017 yılları arasında Aralık-Ocak aylarına ait PM₁₀ değişimleri AB limit değerleri ve ulusal yönetmelikle belirlenmiş yıllık sınır değerler eşliğinde değerlendirilmiştir. Ayrıca rüzgâr hızının PM₁₀ kirliliği değişimindeki etkileri incelenmiş ve ilgili regresyon denklemleri elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, kentte $V \geq 0,8$ m/s olan rüzgâr hızlarında PM₁₀ kirliliğinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, Manisa hava kalitesinde geçtiğimiz yıllar boyunca kayda değer bir iyileşme yaşanmadığı, yıllık PM₁₀ kirliliğinin halen AB sınır değerlerinin yaklaşık iki kat üzerinde olduğu ve kentte hava kirliliğinin tamamen meteorolojik parametreler özellikle rüzgâr hızının etkisi altında azaldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Partikül madde, hava kirliliği, hava kalitesi, Manisa.

Assessment of particulate matter (PM₁₀) pollution in Manisa

Abstract

Air pollution is a major problem affecting human health and disrupting the ecosystem in our country as it is in many countries of the world. In order to prevent the harmful effects of air pollution on the environment and human health, the “Air Quality Assessment and Management Regulation” which define the gradually decreasing target

* Barış YILMAZ, baris.yilmaz@cbu.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-9388-9272>

values starting from 2014 and until 2019 while reaching the European Union (EU) Air Quality standard for PM_{10} pollution was put into force in 2008. Although the continuing efforts to increase the air quality Manisa still has high ranking in the most polluted cities list given in national air pollution report 2017. In this study, the variations of PM_{10} monitored in December and January between 2009-2017 in Manisa were evaluated in accordance with EU limits as well as the gradually decreasing limits defined in national regulations. In addition, the effects of wind speed on PM_{10} variations were investigated, and the relevant regression equations were obtained. In the results of the study, PM_{10} pollution in the city decrease significantly at wind speed $V \geq 0,8$ m/s. Furthermore, the study revealed that there is no significant improvement previously occurred in Manisa's air quality parameters since the annual PM_{10} is still two times greater than EU limits, and the air pollution is only decrease by the meteorological parameters especially the wind speed.

Keywords: Particulate matter, air pollution, air quality, Manisa.

1. Giriş

Günümüzün önemli çevre sorunlarından biri olan hava kirliliği, katı, sıvı ve gaz kirleticilerin insan sağlığına, ekosisteme ve vejetasyona zararlı olabilecek düzey ve sürede havada kalması olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma uyan kirlilik günümüzde özellikle bazı büyük kentlerimizde kış sezonu aylarında yaşanmakta ve canlı yaşamında önemli öğelerden biri olan havanın kalitesi bozulmaktadır. Zira bir insan günde yaklaşık 2,5 lt suya, 1,5 kg besine ve 10 – 20 m³ temiz havaya gereksinim duyarken açlığa 60 gün, susuzluğa 6 gün, havasızlığa ise sadece 6 dakika dayanabilmektedir [1]. Bu nedenle, önemli yaşam öğesi olan havanın doğal birleşiminin bozulmaması ya da başka bir anlatımla kirletilmemesi gerekir.

Hava kirleticiler, son yıllarda 81 ilimizin değişik bölgelerinde bulunan Hava Kalitesi Gözlem İstasyonlarında (HKGİ) otomatik olarak ölçülmektedir. Bu istasyonların tamamında kükürdioksit (SO₂) ve havada bir süre askıda kalabilen katı ve sıvı her türlü kirleticiyi içeren partikül maddelerin (PM₁₀) ölçümleri yapılmaktadır. PM₁₀, EN 12341 ile tanımlanan 10 µm aerodinamik çaplı geçirgen bir girişten %50 verimle geçen partiküler maddeyi ifade etmektedir [2].

Ülkemizde, bir yıllık sürede Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarının en soğuk aylar olduğu bilinmektedir. Çevre mühendisliğince bu aylar ısınma mevsimi ayları olarak anılmaktadır. Isınma mevsiminde insanlar hava soğuk olduğu için ısınma amaçlı yakıt tüketmektedirler. Isınma amaçlı tüketilen bu yakıtlar ilgili aylarda havayı kirletmektedir. Bu çalışmada, Manisa kentinde son 9 yılın (2009-2017) Aralık ve Ocak aylarında ölçülen günlük PM₁₀ (µg/m³) kirlilik değerlerinin değişimi hava kirliliği ile yakından ilişkisi olan meteorolojik parametrelerden hava sıcaklığı (°C) ve rüzgâr hızının (m/s) Aralık ve Ocak aylarındaki değişimleri ile birlikte incelenmiştir.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDY) ile kirleticilere ait limit değerler, uyarı eşikleri vb. ortaya konmuştur [2]. Avrupa Birliği (AB) tarafından belirlenen limit değerler ile, ülkemiz yönetmeliği limit değerleri karşılaştırması Tablo 1 de gösterilmiştir. HKDY ile hava kalitesini etkileyen PM₁₀ konsantrasyonunun her yıl kademeli olarak azaltılarak 2019 yılı başına kadar AB hava kalitesi sınır değerlerine

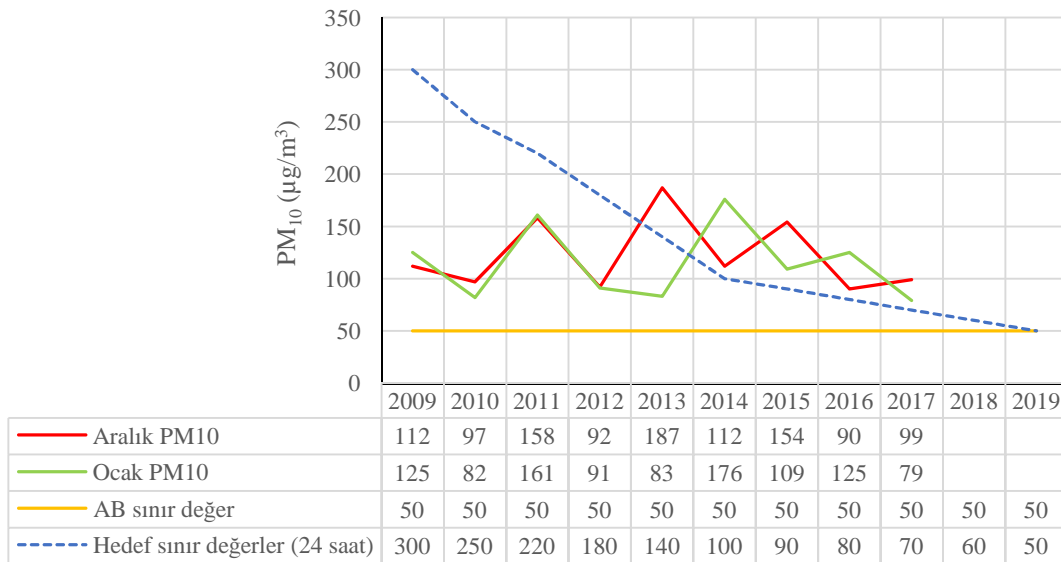
indirilmesi hedeflenmiştir [2]. Diğer taraftan, Dünya Sağlık Örgütü PM₁₀ değerinin 20 µg/m³ olmasını istemektedir [3]. HKDY’de sağlığa çok büyük zararları olduğu bilinen PM_{2,5} parametresine dair bir limit değer belirtilmemiştir [4,5].

2. Araştırma dönemleri PM₁₀ kirliliği

PM₁₀ kirlilik değerinin azaltılması insan sağlığının korunması, SO₂ nin azaltılması ekosistemin ve yine insan sağlığının korunması için büyük öneme sahiptir [6]. Bu azaltma işleminin gerçekleştirilmesi ise ısınma mevsiminde bulunan Aralık ve Ocak aylarında oldukça zordur. Ancak bu iki ayda başarıya ulaşılması halinde diğer aylarda da başarılı olunacağı söylenebilir. Bu çalışmada, 2009-2017 yılları arasında Manisa HKGİ de ölçülen Aralık ve Ocak aylarına ait 24 saatlik PM₁₀ değerleri kullanılmıştır [7]. Çalışma aylarına ait ortalama PM₁₀ değerlerinin (24 Saat) değişimi, hedeflenen sınır değerler ve AB sınır değerleri Şekil 1 de, 2009-2017 yılları ortalama PM₁₀ değişimi, hedeflenen değerler ve AB sınır değerleri ise Şekil 2 de gösterilmiştir.

Tablo 1. AB ve Türkiye PM₁₀ kirlilik sınır değerleri [5].

AB sınır değerleri				Türkiye sınır değerleri											Geçerlilik tarihi
Kirlenici	Süre	Sınır değer (µg/m ³)	Aşma Sayısı (kez/yıl)	Yıllar ve PM ₁₀ sınır değerleri (µg/ m ³)											
				2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
PM ₁₀	24 saat	50	35	300	250	220	180	140	100	90	80	70	60	50	01.01.2019
	Yıllık	40	-	150	132	114	96	78	60	56	52	48	44	40	

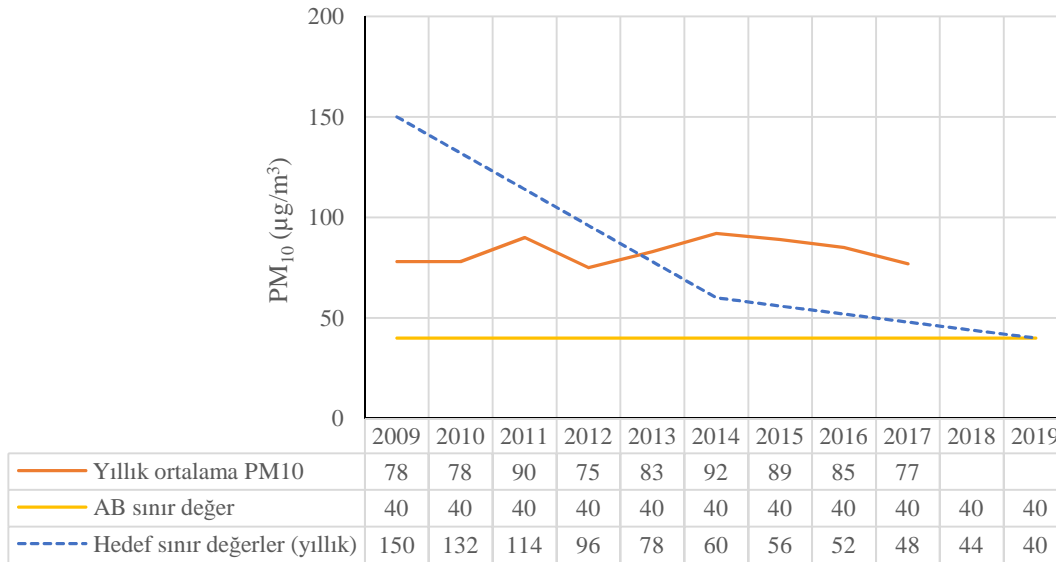


Şekil 1. Manisa’da aylık PM₁₀ kirliliği ve sınır değerler.

Şekil 1’in incelenmesinden anlaşılacağı gibi kentte en büyük PM₁₀ kirliliği 187 µg/m³ ile 2013 Aralık ayında yaşanırken bunu 176 µg/m³ ile 2014 Ocak ayı izlemiştir. Ocak 2017 ayı 79 µg/m³ ile en az kirliliğin yaşandığı aydır. Genel olarak 2013 yılından itibaren PM₁₀ konsantrasyonlarında bir düşüş gözlenmektedir. Ancak bu düşüş 2017 yılı

dâhil olmak üzere halen planlanan hedeflerin üzerindedir. Diğer taraftan 2009-2012 yılları arasında Aralık ve Ocak aylarında gözlenmiş PM_{10} kirliliği hedeflerin altındadır. Bu yıllar için koyulan hedefler amacına ulaşmış gibi görünse de, 2017 yılı itibariyle yıllık hedefin yaklaşık % 30 üzerinde PM kirliliğinin bulunduğu söylenebilir. Ayrıca en az kirli araştırma ayı olarak bulunan Ocak 2017 de, PM_{10} kirliliği $79 \mu g/m^3$ değeri ile Türkiye ortalaması olan $55,2 \mu g/m^3$ değerinden [6] daha büyüktür.

Yıllık olarak PM_{10} değerleri incelendiğinde kirliliğin en yüksek olarak 2014 yılında $92 \mu g/m^3$ ve en küçük olarak ta 2012 yılın da $75 \mu g/m^3$ olarak ölçüldüğü görülmektedir. Ayrıca 2014 yılından itibaren 3 yıl ardı ardına bir önceki yıldan daha düşük değerler gözlenmiştir (Şekil 2). Ancak bu düşüş 3 yıl boyunca yaklaşık %16 lık bir azalmayı göstermektedir. 2019 hedeflerine ulaşılması için 2017 yılı değeri olan $77 \mu g/m^3$ seviyesinden % 48 oranında daha düşüş gereklidir. Bu sebeple, kalan 2 yıl boyunca hava kalitesini arttırmak amacıyla alınan tedbirler arttırılmadıkça ya da mevcut tedbirlerin uygulaması daha sıkı hale getirilmedikçe 2019 yılı hedefine ulaşılmasının mümkün olmayacağı düşünülebilir.



Şekil 2. Manisa’da yıllık PM_{10} kirliliği ve sınır değerler.

3. PM_{10} ile rüzgâr hızı ve sıcaklık ilişkisi

Bu çalışmada, PM_{10} kirliliğinin rüzgâr hızı ve sıcaklık ile değişimi de incelenmiştir. İnceleme ayları olarak araştırma dönemine ait en yüksek ve en düşük PM_{10} kirliliğinin görüldüğü Aralık 2013 ve Ocak 2017 ayları seçilmiştir. Tablo 2 de, 2013 Aralık ayı ile 2017 Ocak ayının günlük rüzgâr hızı (m/s) , hava sıcaklığı ($^{\circ}C$) ve PM_{10} ($\mu g/m^3$) değer çiftleri gösterilmiştir. PM_{10} ölçüm değeri olmayan veya gün içinde saatlik ölçüm yüzdesi %75 in altında kalınan günler (günde 18 kereden az ölçüm alınmış günler) değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Tablo 2 nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ilgili aylar arasında hava sıcaklığı yönünden büyük bir fark görülmez iken, rüzgâr hızı ve özellikle PM_{10} kirliliği birbirinden oldukça farklıdır. Nitekim 2013 Aralık ayı PM_{10} ortalaması $187 \mu g/m^3$ olup 2017 Ocak ayı ortalama değeri olan $79 \mu g/m^3$ ün iki katından daha büyüktür.

t istatistiği; toplum ve örnek ortalamaları, eleman sayıları eşit yada eşit olmayan örnek grupları ortalamaları veya eşleştirilmiş örnek ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı fark olup olmadığının araştırılması yanında toplum ortalaması güven aralıklarının hesaplanmasında da kullanılır. Eleman sayısı farklı iki örneğin ortalaması ile $H_0: \mu_1=\mu_2$ sıfır hipotezinin $H_1: \mu_1\neq\mu_2$ karşıt hipotezine göre test edilmesi istendiğinde, iki örneğin varyanslarının eşit olduğu kabulü ile t istatistiği denklem (1) ile ifade edilir. Hesaplanan t değeri seçilen α anlamlılık düzeyinde $t > t_\alpha$ ise H_0 hipotezi red edilir, $\mu_1\neq\mu_2$ olduğu sonucuna varılır [8, 9, 10].

Tablo 2. 2013 Aralık ve 2017 Ocak aylarına ait günlük ölçüm değerleri [7].

Günler	2013 Aralık günleri			2017 Ocak günleri		
	R.hızı (m/s)	Hava sıcaklığı (°C)	PM ₁₀ (µg/m ³)	R.Hızı (m/s)	Hava sıcaklığı (°C)	PM ₁₀ (µg/m ³)
1	0,7	9,3	140	0,8	-0,3	90
2	0,8	11,2	188	0,6	-1,1	152
3	2,8	10,5	59	0,6	0,4	124
4	2,7	6,7	55	0,6	3,1	171
5	1,6	6,3	117	1,6	10,1	61
6	0,7	3,4	201	3,7	12,4	*
7	1,2	4,1	179	1,8	0,8	*
8	0,9	1,7	122	1,9	-2,4	*
9	0,7	1,1	167	1,0	-3,0	*
10	0,7	1,8	*	1,1	0,2	*
11	1,3	2,3	*	1,4	3,7	68
12	0,6	2,9	*	2,3	9,6	45
13	1,1	1,4	*	0,7	2,5	94
14	0,8	2,6	136	0,8	3,9	96
15	0,6	1,6	178	1,1	10,3	56
16	0,8	2,5	201	0,9	8,6	60
17	2,3	7,2	78	0,9	7,8	71
18	1,3	5,2	125	0,7	7,8	90
19	0,8	3,3	214	1,1	11	90
20	0,6	2,7	267	1,6	7,2	59
21	0,5	3,0	316	1,8	5,7	50
22	0,6	2,4	283	1,6	4,1	69
23	0,6	1,9	249	1,1	3,6	97
24	0,6	1,7	389	0,8	4,3	96
25	0,7	5,6	392	1,7	6,5	48
26	0,6	4,3	240	2,3	3,9	46
27	0,9	7,2	216	2,2	1,1	47
28	1,1	10,8	142	1,9	1,4	56
29	0,8	9,5	164	0,9	1,2	73
30	1,1	7,4	134	1,7	4,1	73
31	1,9	9,0	87	2	3,9	58
\bar{x}	1,04	4,86	187	1,39	4,27	79
S_x	0,61	3,19	88	0,69	4,06	32
N	31	31	27	31	31	26

*: Kayıp veri

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left[\frac{(N_1-1)S_1^2 + (N_2-1)S_2^2}{N_1+N_2-2} \right] \left[\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right]}} \quad (1)$$

\bar{x}_1 = Bir nolu örnek ortalaması

\bar{x}_2 = İki nolu örnek ortalaması

N_1 = Bir nolu örnek eleman sayısı

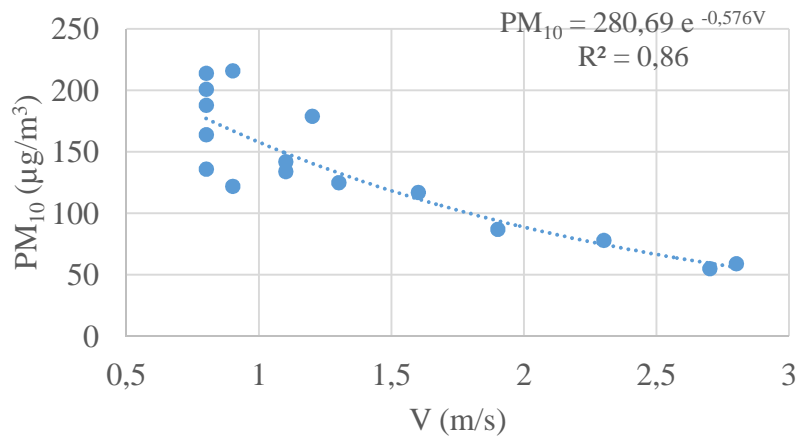
N_2 = İki nolu örnek eleman sayısı

S_1^2 = Bir nolu örnek varyansı

S_2^2 = İki nolu örnek varyansı

2013 Aralık ve 2017 Ocak aylarına ait rüzgâr hızı, sıcaklık ve PM_{10} ortalamaları arasında fark olup olmadığı t istatistiği ile kontrol edilmiş ve sırası ile $t_{Rh} = 2,160$, $t_S = 0,634$ ve $t_{PM} = 5,883$ olarak hesaplanmıştır. Rüzgâr hızı ve sıcaklık t değeri $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde serbestlik derecesi $s.d. = N_1+N_2-2 = 60$ için t tablo değeri ($t_{(0,05/2;60)} = 2,000$) ile kıyaslandığında; rüzgâr hızı ortalamaları arasında % 95 önem seviyesinde anlamlı bir fark olduğu ancak sıcaklık ortalamaları farkının anlamlı olmadığı ($p=0,529$) sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan, PM_{10} ortalamaları t_{PM} değeri $\alpha = 0,01$ anlamlılık düzeyinde serbestlik derecesi $s.d. = N_1+N_2-2 = 51$ için t tablo değerinden ($t_{(0,01/2;51)} = 2,680$) oldukça büyüktür. Bu sonuçlar ilgili aylar arasında hem PM_{10} ve hem de rüzgâr hızı ortalamalarının birbirlerinden sırasıyla % 99 ($p=0,000$) ve % 95 ($p=0,035$) önem seviyesinde farklı olduğunu, dolayısıyla rüzgâr hızının PM_{10} kirliliğinin azalmasında etkili olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan, özellikle rüzgâr hızının $V \geq 2$ m/s olduğu günlerde PM_{10} kirlilik değerinin çok azaldığı görülmektedir. Rüzgâr hızının PM_{10} kirliliğini azaltmada önemli olup olmadığını; ayrıca hangi hızlardan itibaren bu etkinin önemli olduğunu belirlemek için Aralık 2013 ve Ocak 2017 aylarına ait günlük rüzgâr hızı – PM_{10} değer çiftleri $V < 0,8$ m/s ve $V \geq 0,8$ m/s olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. 0,8 m/s değerinin seçilmesinde rüzgâr hızı ile PM_{10} değerleri ikilisi için hesaplanan korelasyon katsayısından yararlanılmıştır. Araştırma aylarına ait olmak üzere her iki hız grubu için rüzgâr hızı(m/s) ve PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ilişkisini tanımlayan en uygun regresyon denklemleri hesaplanmıştır. Araştırma aylarında rüzgâr hızının $V < 0,8$ m/s olduğu grupta iki değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunmaz iken, $V \geq 0,8$ m/s olduğu grup için % 99 güven düzeyinde anlamlı ancak ters yönlü bir ilişki bulunmuştur (Şekil 3). Başka bir anlatımla rüzgâr hızının $V < 0,8$ m/s olduğu günlerde PM_{10} kirliliği kent atmosferinde arzu edilmeyen düzeylere ulaşır insan sağlığını tehdit etmektedir. Benzer sonuçlara farklı illeri konu alan diğer araştırmacılar tarafından da ulaşılmıştır [11, 12].



Şekil 3. Rüzgâr hızı- PM_{10} ilişkisi.

4. PM₁₀ sınır değeri aşılın gün sayısı analizi

AB tarafından uygulanan bir diğer hava kalitesi ölçütü de bir yıl içerisinde limit değerin aşıldığı gün sayısıdır. HKDY de bu değer PM₁₀ kirliliği için 35 kez/yıl olarak yer almaktadır. Araştırma dönemini kapsayan yılların Aralık ve Ocak aylarında o yıla ait hedef değerlere göre PM₁₀ kirliliğinin aşıldığı gün sayıları Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. PM₁₀ kirliliği aşılın gün sayıları

Yıllar	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Aralık	0	0	12	3	17	12	22	9	12
Ocak	0	0	9	3	5	23	17	8	11

Çalışma verileri incelendiğinde sınır değerlerin aşılmasında rüzgâr hızı ve rüzgârlı gün sayısının etkili olduğu görülmektedir. Örneğin sınır değerinin 17 gün olarak aşıldığı Aralık 2013 ayında ortalama rüzgâr hızı 1,04 m/s hesaplanırken $V > 2$ m/s ile esen rüzgârlı gün sayısı sadece 3 gün olmuştur. Buna karşın sınır değerin 5 gün aşıldığı 2013 Ocak ayında ortalama rüzgâr hızı 1,42 m/s hesaplanmış ve aynı ay içerisinde hızları 2,0 m/s ile 3,2 m/s arasında değişen rüzgârların görüldüğü gün sayısı ise 8 gün olarak belirlenmiştir. Aynı yıl içerisindeki her iki aya ait rüzgâr hızları arasında denklem (1) ile hesaplanan t değeri $t = 2,263$ olarak hesaplanmış ve rüzgâr hızı ortalamaları farkı % 95 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p=0,027 < 0,050$). Diğer bir ifade ile ortalama rüzgâr hızı arttıkça PM₁₀ hedef sınır değerlerin altında kalan gün sayısı da azalmaktadır.

Manisa'da PM₁₀ kirliliğinin sınır değerleri aşan gün sayısı ile ülkemizin havası kirli diğer kentleri kıyaslandığında benzer durumlar görülmektedir. Örneğin PM₁₀ sınır değerlerinin aşıldığı gün sayısı Düzce'de 2013 Aralık ayında 17 gün ve Ocak 2014 ayında 21 gün; yine Ocak 2014 de Denizli merkez de 18 gündür [5]. AB sınır değeri olan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri Samsun merkezde 1 yılda 210 gün aşılrken, Ankara Sincan da 2014 yılında 161, Ankara Dikmen'de 141 gün aşılmıştır. Başka bir anlatımla, Dikmen'de yaşayan insanlar 2014 yılında sadece 224 gün temiz hava solumuşlardır [5].

5. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışmada, Manisa'da 2009-2017 yılları arasında Aralık ve Ocak ayları PM₁₀ kirliliğinin değişimleri incelenmiştir. 2008 yılında yürürlüğe giren HKDY ile 01.01.2019 tarihine kadar PM₁₀ değerlerinin kademeli olarak AB limit değeri olan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerine indirilmesi hedeflenmiş ise de, geçtiğimiz yıllar içerisinde kentteki PM₁₀ kirliliğinde ciddi bir azalma yaşanmamıştır. PM₁₀ kirliliği değerleri 2017 yılı itibariyle halen AB limit değerlerinin yaklaşık 2 katı üzerindedir ve kalan iki yıl içerisinde 2019 yılı için planlanan hava kalitesi değerlerine ulaşılması neredeyse imkânsızdır. Bu durumun sebebi olarak HKDY de 2009 ile 2013 yılları arasında hedeflenen sınır değerlerin o yıllar için gözlenen mevcut kirlilik değerlerinin çok üzerinde tutulması gösterilebilir. Zira 10 yıllık bir plan içerisinde ilk 5 yılında hava kalitesini artırma çabaları için bir sebep bırakılmamıştır. Manisa'da PM₁₀ kirliliği rüzgâr hızının etkisi altında azalmaktadır. Rüzgâr hızının $V \geq 0,8$ m/s olduğu günlerde özellikle de hızın 2,0 m/s geçmesi halinde PM₁₀ kirliliği kent atmosferinden taşınmaktadır. Aralık ve Ocak aylarında rüzgâr hızı $V < 0,8$ m/s olduğu günlerde sınır

değer aşılmakta ve aşılma gün sayısı 15'i geçmektedir. İyi bir hava kalitesi genel olarak temiz yakıt kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve hava kalitesini iyileştirme planlarının ciddiyle uygulanması ile sağlanabilir. Ayrıca partikül maddenin rüzgârla taşınımını sağlayacak, hakim rüzgar yönünün ve rüzgar hızını etkileyebilecek unsurların çevresel etkilerinin de düşünüldüğü (yüksek katlı binalar gibi) şehir planlamalarının hava kirliliğini azaltacak ikincil önlemler olarak düşünülmesinde yarar görülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Varınca, K.B., Güneş, G., Ertürk, F., Hava kirleticilerinin insan sağlığı ve iklim değişikliği üzerine etkileri, **Bildiriler kitabı, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu** (UHAKS 2008), 161–168, Konya, (2008).
- [2] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Hava Kalitesinin Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Ankara, (2008).
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.12188&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=hava%20kalitesi>
- [3] World Health Organization (WHO), Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, (2006).
- [4] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi, Ankara, (2013).
<http://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/GNG2013-37HavaKalitesiDegerl.pdf>
- [5] TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Hava kirliliği raporu, (2017).
https://www.tmmob.org.tr/sites/www.tmmob.org.tr/files/en_son_onarilan_hava_k.pdf
- [6] Tosun, E., Güllü, G., 2010-2016 yılları arasında Türkiye’de gözlenen kentsel hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, **Bildiriler kitabı, VII. Ulusal Hava Kirliliği Ve Kontrolü Sempozyumu**, 639–650, Antalya, (2017).
- [7] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Hava Kalitesi İzleme Ağı, (2018).
<http://www.havaizleme.gov.tr>
- [8] Chattopadhyay, S., Gupta, S. ve Saha, R.N., Spatial and Temporal Variation of Urban Air Quality: A GIS Approach, **Journal of Environmental Protection**, 1, 3, 264-277, (2010).
- [9] Yurtsever, N., **Deneysel istatistik metotlar**, TC Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 121, (1984).
- [10] Bayazıt, M., **Çok değişkenli istatistik analiz ve hidrolojide uygulamaları**, Su Vakfı, (2006).
- [11] Kara, G., Kentsel hava kirleticilerine meteorolojinin etkisi: konya örneği, **S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi**, 27, 3, 73-86, (2012).
- [12] Yılmaz, A., The Effects of Climate Parametres on Air Pollution Parametres: Bolu Province Sample, **Journal of Current Researches on Social Sciences**, 2, 7, (2017).