

METEOROLOJİK KOŞULLARIN HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ: ANKARA İLİ ÖRNEĞİ

Kahraman OĞUZ , Muhammet Ali PEKİN

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara
koguz@mgm.gov.tr , mapekin@mgm.gov.tr

ÖZET

Atmosferde toz, duman, gaz ve saf olmayan su buharı şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insanlar ve canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyecek ve/veya maddi zararlar meydana getirecek miktarlara yükselmesi, “Hava Kirliliği” olarak nitelenmektedir. Sıcaklık, nem, yağış miktarı, dikey ve yatay hava akımları gibi meteorolojik koşulların hava kirliliği üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, Ankara (Keçiören) ilinde görülen hava kirliliği üzerine meteorolojik koşulların etkileri incelenmiştir. Çalışma periyodu olarak 2013 ve 2014 yılları seçilmiştir. Hava kirliliği parametreleri (PM10 ve SO₂) ve meteorolojik parametreler (Sıcaklık, Rüzgar hızı, Bağıl nem ve Basınç) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından işletilen hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilmiştir. Elde edilen veriler, tablo ve grafiksel olarak analiz edilmiş ve aralarındaki bağıntıyı gösteren korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Sonuçlar detaylı olarak bir arada yorumlanmış ve değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, Meteoroloji, PM10 ve SO₂

INVESTIGATION OF EFFECT OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON AIR POLLUTION: ANKARA CITY EXAMPLE

ABSTRACT

Air pollution is the introduction of dust, smoke, gas, impure water vapor or other harmful materials into the Earth's atmosphere, possibly causing disease, death to humans, damage to other living organisms. It is known that meteorological conditions such as temperature, humidity, precipitation and vertical and horizontal air flow are effective on air pollution. In this study, effect of meteorological conditions on air pollution in Ankara (Kecioren) city has been investigated. The study period was selected as 2013 and 2014 years. Air pollutant parameters (PM10 ve SO₂) and meteorological parameters (Temperature, Wind speed, Relative humidity and Pressure) were obtained from air quality stations controlled by Ministry of Environment and Urbanization. Obtained data analysed as table and graphically. Correlation coefficients showing relations were calculated. Finally, results were interpreted and evaluated in detail.

Keywords: Air pollution, Meteorology, PM10 and SO₂

1. GİRİŞ

Hava kirlenmesi, “Çeşitli doğal veya yapay nedenler ile doğal olarak havanın bileşiminde bulunmayan bazı maddelerin havanın bileşimine katılması veya normalde havanın bileşiminde bulunan bazı maddelerin yine çeşitli doğal ve yapay nedenler ile yüksek miktarlara erişmesi sonucunda, kişilerin sağlıklarını ve bitki ile hayvanların yaşam ve gelişimlerini olumsuz yönde etkileyen hava durumu” olarak tanımlanmaktadır. Tanımda verildiği gibi çeşitli nedenler ile kirlenen hava otopürasyon dediğimiz çeşitli kimyasal reaksiyonlarla ayrışarak, rüzgarlarla dağılarak, toprak, deniz ve göller üzerine çökerek kendi kendini temizleme yeteneğine sahip bulunmaktadır.

Hava kirliliği, çeşitli kaynaklardan atmosfere salınan hava kirleticilerinin, atmosferik sınır tabakada meteorolojik faktörlerin ve yüzey topoğrafya özelliklerinin etkileriyle birlikte oluşmaktadır. Rüzgar hızı, yönü, sıcaklık, basınç, nem gibi meteorolojik faktörlerle birlikte, yüzey pürüzlülük özellikleri de hava kirleticilerin dağılımı için önemlidir. Atmosferik hava kirliliğinde meteorolojinin en önemli rolü; dağılım, taşınım ve atmosferden ayrılma aşamalarında etkili olmasıdır.

Hava kirliliği üzerinde etkili meteorolojik parametrelerin önemlilerinden birisi yeryüzünden ışıma ve yüksek basınç koşulları altında meydana gelen sıcaklık terselmesidir (İnversiyon). Bu durumda kirletici unsurlar yükselerek dağılamadığından hava kirliliğine yol açarlar. Sıcaklık terselmesi ışımanın arttığı, havanın açık, sakin yada hafif rüzgarlı olduğu yüksek basınç koşulları altında genellikle kış aylarında gerçekleşir (Karadağ 1999).

Bu çalışmada, 2013-2014 periyodu arasında Keçiören örnekleme noktasında ölçülen SO₂ ve PM10 kirleticilerinin meteorolojik parametrelerle (sıcaklık, rüzgar hızı, bağıl nem ve basınç) olan ilişkileri belirlenmeye çalışılmış ve tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Keçiören coğrafi konum olarak; 40.007 enlem ve 32.856 boylam koordinatlarındadır (Şekil 1). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi 2014 verilerine göre 872.025 kişi ile Ankara'nın nüfus bakımından en büyük ikinci ilçesi konumundadır. Türkiye'nin de en kalabalık ilçelerinden biridir ve nüfusu pek çok ilden daha fazladır.

Keçiören'in meteorolojik verileri, tipik Orta Anadolu iklim özellikleri taşımaktadır. Keçiören ilçesi karasal iklim özellikleri taşımasına rağmen güneyinde sert step iklimi gözlenir. Meteoroloji kaynaklarına göre 1954-2013 yılları arasında;

- Toplam yağış ortalaması yıllık 33.5 kg/m², olup en yüksek yağış miktarı 11.06.1997 tarihinde 88.9 kg/m²,
- En yüksek kar kalınlığı 05.01.2002 tarihinde 30 cm,
- En hızlı rüzgar 27.04.1965 tarihinde 122.4 km/sa,
- En düşük sıcaklık 22.02.1985 tarihinde -21.5 derece,

- En yüksek sıcaklık ise 27.07.2012 tarihinde 41 derece olarak görülmüştür (Keçiören Belediyesi, 2015-2019 dönemi stratejik planı).



Şekil 1. Ankara-Keçiören ilçesinin konumu.

Bu çalışmada kullanılan hava kirliliği ve meteoroloji verileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Resmi Web sitesinden alınmıştır. Verileri kullanılan Keçiören istasyonu, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün bahçesinde, şehrin en yoğun yerleşim yerlerinden birinde bulunmaktadır. Ancak istasyon, ilçenin yüksek bir konumda bulunması ile özellikle yakınında ki yoğun trafikli caddelerden fazla etkilenmemektedir.

Keçiören istasyonunda ölçümü yapılan parametrelerden; PM10 parametresinde kış dönemi ortalamalarında limit aşımı görülmemekte olup, yıllık ortalamalarda 2013 yılı itibarıyla limit aşımı başlamaktadır. Yılda en fazla 35 kez aşılabilen günlük ortalama değerler, yine 2013 yılında (86 aşım ile) aşılmıştır. Ayrıca 2011 yılında 1. Uyarı seviyesi 1 kez, 2012 yılında 1. Uyarı seviyesi 6, ikinci uyarı seviyesi ise 3 ve 3. Uyarı seviyesi 2 kez aşılmıştır (Ankara Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu, 2013).

Bu çalışmada, Keçiören ilçesinde ölçülen kirletici konsantrasyonlarının (PM10 ve SO₂) ve meteorolojik parametrelerin 2013 ve 2014 yılları için değişimleri aylık olarak incelenmiş ve değişim grafiği yorumlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda kirletici konsantrasyonunun bazı aralıklarda sınır değerlerin üzerine çıktığı

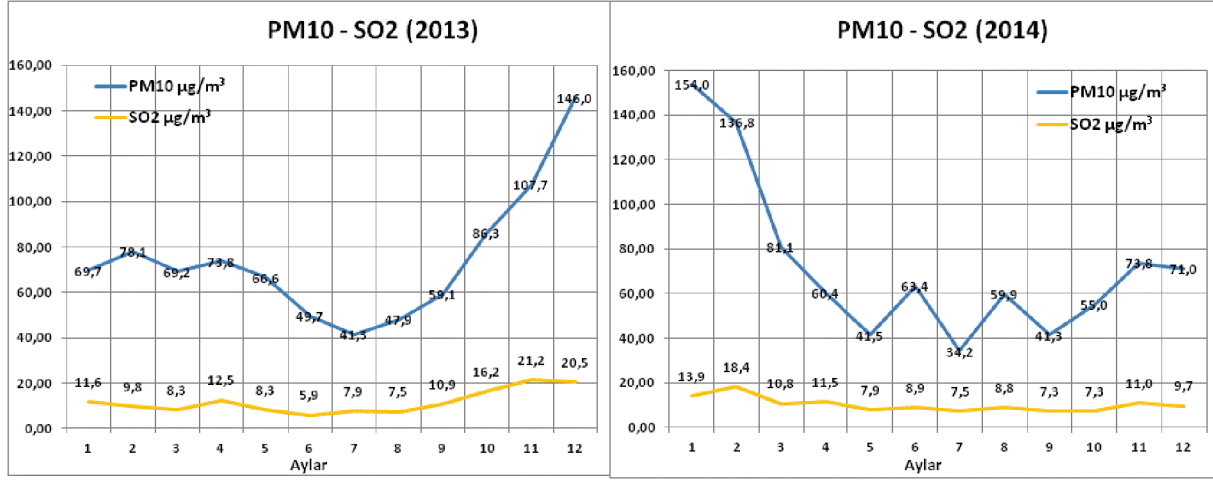
belirlenmiştir. Bunun yanında, PM10-SO2 arasında ve aynı zamanda bu kirletici parametrelerle meteorolojik parametreler arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

3. SONUÇLAR

Keçiören ilçesinde ölçülen kirletici konsantrasyonlarının ve meteorolojik parametrelerin 2013 ve 2014 yılları aylık ortalama değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Aynı zamanda PM10 ve SO2 değerlerinin aylık değişimleri Şekil 2’de gösterilmiştir. Verilen değerler incelendiğinde PM10 ve SO2 değerlerinin sonbahar mevsimiyle birlikte artışa geçtiği ve kış mevsiminde maksimum değerini aldığı görülmektedir. Sonbahar mevsiminde başlayan ısınma amaçlı yakıtların kirletici gazlarının atmosfere salımı bunda etken olmuş olabilir. Değerlerin 2014 yılı ilkbahar mevsimiyle birlikte düşüşe geçtiği görülmektedir (Şekil 2). Ayrıca meteorolojik özellikler kirletici parametrelerin seyrelmesinde yada enverziyonla birlikte yoğunlaşmasında etkilidir. Bölgedeki trafik durumu da konsantrasyonlar üzerinde önemlidir.

Tablo 1. Keçiören’de Ölçülen Kirletici Konsantrasyonlarının ve Meteorolojik Parametrelerin Aylık Ortalamaları

	Aylık	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Rüzgar Hızı (m/s)	Bağıl Nem (%)	Basınç (mbar)
2013	Ocak	69,66	11,59	3,99	2,25	66,85	1024,90
	Şubat	78,07	9,76	7,97	2,30	60,46	1025,01
	Mart	69,17	8,29	10,62	2,65	49,87	1021,69
	Nisan	73,79	12,54	16,28	2,45	50,29	1024,82
	Mayıs	66,60	8,35	24,35	2,51	38,93	1023,34
	Haziran	49,71	5,93	27,01	2,69	38,25	1022,19
	Temmuz	41,27	7,86	29,00	2,89	36,59	1023,01
	Ağustos	47,89	7,47	29,89	2,61	34,12	1024,57
	Eylül	59,13	10,91	22,96	2,17	37,17	1026,04
	Ekim	86,30	16,20	15,31	2,13	42,36	1033,72
	Kasım	107,71	21,24	12,35	2,18	50,37	1030,53
	Aralık	145,98	20,48	-0,20	2,17	57,81	1038,46
2014	Ocak	154,01	13,91	4,25	1,87	71,92	1033,49
	Şubat	136,78	18,35	9,17	1,98	51,20	1030,66
	Mart	81,14	10,78	11,12	2,58	45,32	1025,03
	Nisan	60,35	11,51	17,14	2,64	44,28	1022,95
	Mayıs	41,48	7,91	21,71	2,45	54,96	1022,94
	Haziran	63,41	8,91	24,62	2,40	50,02	1023,96
	Temmuz	34,22	7,48	26,42	2,42	41,20	1010,93
	Ağustos	59,92	8,81	8,34	2,01	71,71	1013,57
	Eylül	41,33	7,30	17,08	2,10	57,87	1008,31
	Ekim	54,96	7,27	10,44	1,90	71,11	1014,88
	Kasım	73,82	10,99	3,36	1,79	71,92	1016,40
	Aralık	71,05	9,73	1,88	2,21	85,55	1015,17



Şekil 2. PM10 ve SO2 Konsantrasyonlarının 2013-2014 Yılı Değişim Grafiği

2013 ve 2014 yılları için PM10 ve SO2 verileri arasındaki korelasyon mevsimsel olarak dikkate alınarak ilişkilendirilmiş ve korelasyon katsayıları Tablo 2’de verilmiştir. Elde edilen veriler, 2013-2014 yılı sonbahar mevsimleri hariç, PM10 konsantrasyonunun SO2 konsantrasyonundan bağımsız olarak geliştiğini göstermektedir. Sonbahar mevsiminde ise ilişkinin pozitif yönde ve orta seviyededir. Bu sonuç, sonbahar mevsiminde yakıt emisyonlarıyla beraber PM10 ve SO2 parametrelerinin artışa geçtiğini ve ilişkinin az olduğu yada olmadığı dönemlerde ise uzak kaynaklardan bölgeye taşınımın olabileceğini işaret etmektedir.

Tablo 2. PM10 ile SO2 Arasındaki Korelasyonlar

	Mevsimler	PM10-SO2
2013	Kış	0,13
	İlkbahar	0,15
	Yaz	0,11
	Sonbahar	0,56
2014	Kış	0,38
	İlkbahar	0,38
	Yaz	0,09
	Sonbahar	0,41

Bunun yanında, PM10 ile her bir meteorolojik parametre arasındaki ilişki Tablo 3’de gösterilmiştir. 2013-2014 periyodu boyunca Keçiören’de ölçülen PM10 değişimine en çok rüzgar hızı ve basıncının kış mevsiminde etkilediği, ancak bu ilişkinin zayıf olduğu ($r = -0,29$ ve $0,29$) görülmektedir. Rüzgar hızının arttığı durumlarda konsantrasyonun azalması beklenen bir durumdur çünkü artan rüzgar hızı ile kirleticilerin taşınımı ve seyrelmesi daha çok olmaktadır. Nem ve sıcaklığın PM10 konsantrasyonu değişimine etkisi ise çok azdır.

Tablo 3. PM10 ile Meteorolojik Parametreler Arasındaki Mevsimsel Korelasyonlar (R)

	Mevsimler	PM10-Sıcaklık	PM10-Rüzgar Hızı	PM10-Bağıl Nem	PM10-Basınç
2013	Kış	0,08	-0,26	0,00	0,29
	İlkbahar	0,10	-0,10	-0,13	0,00
	Yaz	0,05	0,12	-0,03	-0,22
	Sonbahar	-0,13	-0,21	-0,11	0,19
2014	Kış	-0,07	-0,29	0,08	0,29
	İlkbahar	-0,23	-0,14	0,04	-0,03
	Yaz	0,02	-0,04	-0,07	0,14
	Sonbahar	-0,22	-0,28	0,20	0,25

Beyazıt ve Bali (1996) tarafından yapılan çalışmada SO₂ kirleticisinin sıcaklık ve nisbi neme bağlı değişiminin kuvvetli ilişkisi bulunmuştur. 2013-2014 döneminde bu ilişki Keçiören’de kış mevsiminde orta seviyede ($r=-0,51$) ve negatif yönde bulunmuştur. Diğer meteorolojik parametrelerle SO₂ arasında mevsimsel bazda önemli bir ilişki bulunamamıştır.

Tablo 4. SO₂ ile Meteorolojik Parametreler Arasındaki Mevsimsel Korelasyonlar (R)

	Mevsimler	SO2-Sıcaklık	SO2-Rüzgar Hızı	SO2-Bağıl Nem	SO2-Basınç
2013	Kış	-0,33	-0,07	-0,02	0,19
	İlkbahar	0,02	0,03	-0,09	0,30
	Yaz	-0,20	-0,02	0,23	0,11
	Sonbahar	-0,25	-0,11	-0,05	0,17
2014	Kış	0,36	-0,02	-0,51	-0,10
	İlkbahar	0,00	-0,13	-0,23	0,19
	Yaz	-0,05	-0,08	-0,06	-0,02
	Sonbahar	-0,22	-0,11	0,03	0,29

Bu çalışma kapsamında, SO₂ ve PM10 detaylı bir şekilde incelenmiş ve benzer çalışmaların sonuçlarıyla mukayese edilmiştir. Atmosferdeki kimyasal reaksiyonlar radyasyon, sıcaklık ve nem gibi meteorolojik şartlardan etkilenmektedir. Kentsel hava kirleticilerinin kentlerin coğrafi, jeolojik ve meteorolojik şartları ile ilişkisi olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada kriter hava kirleticilerinin meteorolojik parametrelerle ilişkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda hava kirliliğinin özellikle ısınma kaynaklı yakıtların kullanıldığı sonbahar ve kış mevsiminde diğer yerlerde olduğu gibi Keçiören’de de arttığı tespit edilmiştir. PM10 için en çok ilişkinin kış mevsiminde rüzgar hızı ve basınç ile çok az oranda olduğu, SO₂ için ise yine kış mevsiminde bağıl nem ile orta seviyede olduğu tespit edilmiştir.

4. KAYNAKLAR

-Ankara Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu, 2013.

-Beyazıt, N. ve Bali, U. (1996) Sivas'ta hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerle ilişkisinin araştırılması. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bursa, 551-559.

-Karadağ, A. (1999) Meteorolojik ve klimatolojik verilere göre İzmir'de hava kirliliği ve beşeri etkenlerin rolü. Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, İzmir, 134-142.

-Keçiören Belediyesi, 2015-2019 Dönemi Stratejik Planı.