

KENT (ÇORLU) VE SANAYİ (ÇERKEZKÖY) BÖLGESİ ATMOSFERLERİNDE PM KÜTLE KONSANTRASYONLARININ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Lokman Hakan TECER^{1(*)}, Merve FIÇICI¹, Sait SOFUOĞLU², Cengiz ÖZMETİN³

¹ Tekirdağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çorlu/Tekirdağ

² İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü, İzmir

³ Balıkesir Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Balıkesir

ÖZET

Atmosferdeki katı/sıvı parçacıklar olarak bilinen partikül kirleticiler solunan hava ile birlikte akciğerde alveollere kadar ulaşabilmeleri nedeniyle önem taşır. Ayrıca partikül maddelerin görüş mesafesine, dünya iklimine ve asit depolanmasına etkisi göz ardı edilemez. Bu nedenle partikül kirleticiler üzerine geçmişten bu yana pek çok çalışma mevcuttur. Bir bölgenin partikül madde çalışmaları o bölgede olan ortalama konsantrasyonlarının ölçülmesiyle başlar. Kaynakların belirlenmesi, sağlık etkilerinin tespiti gibi amaçlarla devam eder.

Bu çalışmada 2008 yılından sonra hızlı göç alan ilçelerden biri olan Çorlu ilçesi kentsel istasyon olarak ve çevresinde Türkiye'nin en büyük sanayilerine sahip olan Çerkezköy ilçesi endüstriyel istasyon olarak seçilerek PM kirliliği araştırılmıştır. İki bölgede aynı dönemlerde (Haziran 2015 – Haziran 2016) Dichotomous PM örnekleme cihazı ile örnekler toplanmıştır. Toplanan örneklerin kütle konsantrasyonları mevsimsel, aylık ve günlük periyotlarda incelenmiştir.

Kentsel istasyon olan Çorlu ilçesinde çalışma dönemi boyunca ortalama ince ve kaba PM konsantrasyonu sırasıyla $23,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $13,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Endüstriyel istasyon olan Çerkezköy ilçesinde ise aynı dönemde ince ve kaba PM konsantrasyonları sırasıyla $21,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $12,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dir. Çorlu ilçesinde en yüksek ortalama PM_{fine} konsantrasyonuna Ağustos ayında, $\text{PM}_{\text{coarse}}$ konsantrasyonuna ise Aralık ayında rastlanmıştır. Aynı şekilde Çerkezköy ilçesi için ise en yüksek ortalama PM_{fine} ve $\text{PM}_{\text{coarse}}$ konsantrasyonuna Aralık ayında rastlanmıştır. Her iki bölgede uzun dönemli değişimlerinin incelenmesi amacıyla yaz dönemi ve kış dönemi olarak iki döneme ayrılmıştır. Beklenildiği gibi her iki ilçe içinde kış ayarında ölçülen ince ve kaba PM fraksiyonları yaz dönemine oranla daha yüksek bulunmuştur.

ABSTRACT

Particulate pollutants, known as solid / liquid particles in the atmosphere, are important to reach the alveoli in the lung together with the air that is inhaled. In addition, the visibility of particulate matter, the world climate and acid storage can not be ruled out. For this reason, there have been many studies related to particle pollutants. The studies of a particle's particulate matter is the measurement of its average concentration in that region.

(*) Lhtecer@hotmail.com

The Çorlu county, which is one of the fastest immigrating cities in 2008, has been defined as the urban station, and the Çerkezköy Industrial station, which is one of the biggest organizational cities of Turkey. In the same period in the two regions (June 2015 - June 2016), the sample is collected with the Dichotomous PM sampling device. The mass concentrations of the collected samples were measured on a seasonal, monthly and daily basis.

The average fine and coarse PM concentrations during the study period of urban stations were measured as 23,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 13,70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. The fine and coarse PM concentrations in Çerkezköy province are 21,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 12,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. The highest PM concentrations in Corlu and Cerkezkoy are measured in August and December, respectively. To determine of long-term changes in both regions were studied two seasons (winter and summer). As expected, the fine and coarse PM fractions measured in winter were found to be higher than in the summer period.

1. GİRİŞ

Gelişen endüstri, yoğun nüfus artışı ile birlikte önemli bir problem haline gelen hava kirliliği tüm ülkeler için halk sağlığını tehdit eden boyutlara ulaşmıştır. Yapılan çoğu araştırmada solunum ve kalp rahatsızlıklarında hastanelere olan başvurulardaki artışlarda aerosollerin olumsuz etkisinin yüksek olduğu rapor edilmektedir (Katsouyanni ve ark, 2011). Bu durum partikül maddelerin spesifik bir konu olarak araştırılmasını beraberinde getirmiştir. Partikül madde üzerine yapılan çalışmaların öncelikli nedeni sağlık üzerine olan etkileridir. Ancak partikül maddelerin görüş mesafesine, dünya iklimine ve asit depolanmasına etkisi göz ardı edilemez. Tüm bu etkiler göz önünde tutulduğunda PM çalışmaları özellikle kentsel ve endüstriyel bölgelerde önem kazanmaktadır. Genel olarak kent atmosferlerinde gözlenen partiküler madde seviyesi ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir ve pek çok bölgede PM çalışmaları rutin olarak günlük ortalama değerlerin ölçülmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar partikül sayı/boyut dağılımlarına odaklanmıştır. 2015 yılında yayınlanan bir çalışmada 4 Avrupa şehrinde (Kopenhag, Leipzig, Londra ve Helsinki) kentsel, kırsal ve yol kenarları baz alınarak her şehir için bu üç karakteristik bölgede partikül sayısı boyut dağılımının zamansal ölçümleri ve istatistiksel model çalışmaları yapılmıştır (Clemens von Bismarck-Osten ve ark., 2015). Yine 2014 yılında yapılan benzer bir çalışmada kentten uzakta olan ve endüstriyel bir ortamdaki 2 farklı noktada aerosol boyut dağılım modelleri ayrıca aerosol kütle konsantrasyonları ortaya çıkarılmıştır (Taiwo ve ark., 2014).

Bu çalışmada 2008 yılından sonra hızlı göç alan Çorlu ilçesi kentsel istasyon olarak ve Türkiye'nin en büyük sanayi bölgelerinden biri olan Çerkezköy ilçesi endüstriyel istasyon olarak seçilmiştir. Her iki merkeze birer adet örnekleme cihazı yerleştirilmiş ve bir yıl boyunca (Haziran 2015 – Haziran 2016) partikül madde örnekleri toplanmıştır. Toplanan örneklerin kütle konsantrasyonları tayin edilmiş ve günlük, aylık mevsimsel periyotlarda karşılaştırılmıştır.

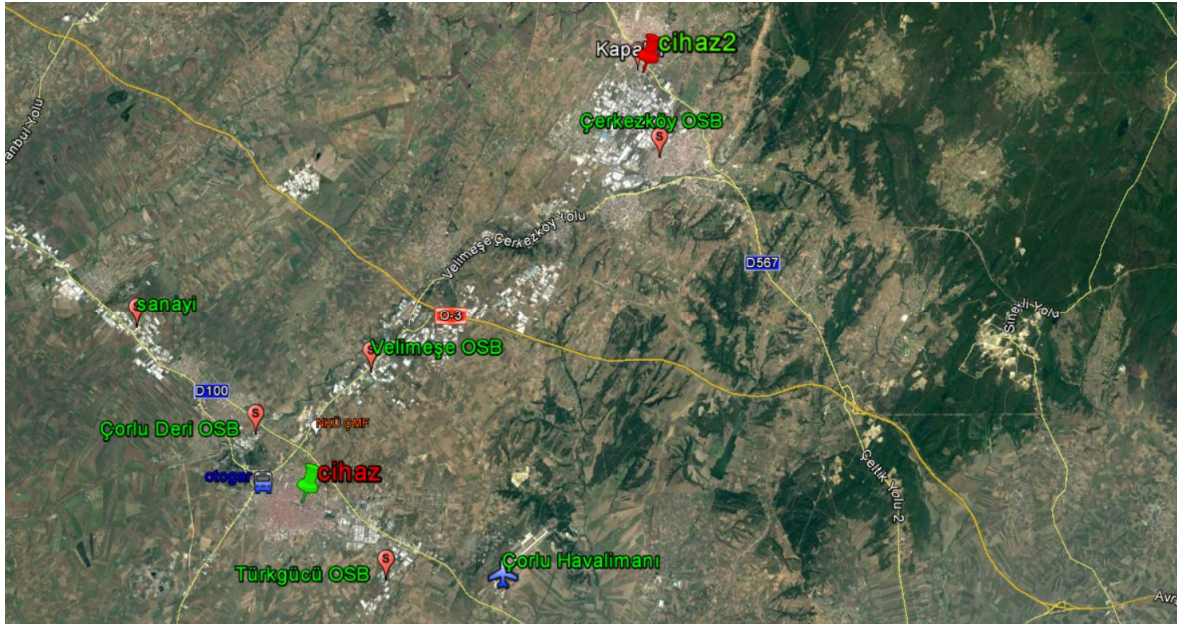
2. MATERYAL VE METOD

Marmara bölgesinde yer alan Çorlu ve Çerkezköy ilçeleri Tekirdağ iline bağlıdır. İki ilçe arasındaki mesafe 21,17 km'dir. İlçelerin çevreleri çeşitli OSB alanlarıyla çevrili olmasına rağmen Çorlu ilçesi almış olduğu göç nedeniyle ve Çerkezköy ilçesine oranla sanayiden daha uzak olması gibi

sebeplerle çalışma kapsamında kentsel istasyon olarak tanımlanmıştır. Çerkezköy OSB'nin yer aldığı Çerkezköy ilçesi ise ilçe etrafının sanayiye daha yakın olması sebebiyle endüstriyel istasyon olarak tanımlanmıştır.

Partikül madde örnekleme yeri seçimi EPA “Guidance for Network Design and Optimum Site Exposure for PM_{2,5} and PM₁₀” (EPA, 1997) raporu göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Rapordaki kriterler göz önüne alınarak 2 adet Dichotomous PM aktif örnekleme cihazı şehir merkezinde ve sanayi bölgesinde Şekil 1’de gösterilen noktalara yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma bölgesi, Çorlu – Çerkezköy

Çalışmada, 10 µm’den ve 2,5µm’den küçük partikül maddelerin örneklenebilmesi ve miktarlarının gravimetrik olarak tayininin yapılabilmesi için Sıralı Toz Örnekleme Cihazı (Thermo Scientific Marka 2025iD Model) kullanılmıştır. Cihaz, atalet kuvvetlerinin çarpma etkisi prensibine göre farklı boyutlardaki parçacıkları ayırabilmektedir.

Örnekleyicide, Partikül maddeler 37mm çaplı 2µm gözenek çaplı politetrafloroetilen (PTFE) membran filtrelerde toplanmışlardır. Filtreler cihaza yerleştirilmeden önce nem etkisinden korunması amacıyla 24 saat desikatörde bekletilerek plastik petri kutularına alınmış ve cihaza yerleştirilmiştir. Ölçüm sonucunda yine nem etkisinden korunması amacıyla desikatörde 24 saat bekletilmiştir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada Haziran 2015 – Haziran 2016 tarihleri arasında günlük toplanan PM_{2,5}, PM_{2,5-10}, PM₁₀ kütle konsantrasyonları gravimetrik olarak tayin edilmiştir. Örneklerin toplandığı tarih aralığı

çalışmada “Çalışma Dönemi” olarak adlandırılmıştır. Uzun dönemli değişimlerin incelenmesi için Çalışma Dönemi “Yaz Dönemi (Haziran 2015 – Ekim 2015)” ve “Kış Dönemi (Kasım 2015 – Nisan 2016)” olarak 2 ayrı periyoda ayrılmıştır. Çalışma döneminde Çorlu ve Çerkezköy ilçelerine ait $PM_{2,5}$, $PM_{2,5-10}$, PM_{10} kütle konsantrasyonları istatistik analizleri Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre Kentsel alanda PM_{fine} , PM_{coarse} , PM_{10} ortalama konsantrasyonları $23,35 \mu g/m^3$, $13,70 \mu g/m^3$, $37,05 \mu g/m^3$ iken Sanayi bölgesinde PM_{fine} , PM_{coarse} , PM_{10} ortalama konsantrasyonları $21,74 \mu g/m^3$, $13,33 \mu g/m^3$, $35,07 \mu g/m^3$ ’tür.

Tablo 1. Çorlu ve Çerkezköy ili için partikül madde tanımlayıcı istatistikleri

$\mu g/m^3$	Çorlu (Kentsel)					Çerkezköy (Sanayi)				
	Ort.*	Min.*	Mak.*	Medya n	Std. Sapma	Ort.*	Min.*	Mak.*	Medya n	Std. Sapma
$PM_{2,5}$	23,35	2,31	156,05	20,60	13,47	21,74	2,63	119,12	18,20	14,04
$PM_{2,5-10}$	13,70	1,30	354,52	9,65	22,01	13,33	1,29	362,57	9,96	20,06
PM_{10}	37,05	9,79	378,75	31,87	26,55	35,07	5,99	379,65	29,85	26,59
$PM_{2,5}/PM_{10}$	0,65	0,06	0,96	0,69	0,16	0,63	0,04	0,97	0,64	0,13

*Ort: Ortalama, Min: Minimum, Mak: Maksimum

Çorlu ve Çerkezköy ilçeleri için Kış dönemi yılın bölgedeki en soğuk günleri ve insanların ısınma amaçlı yakıt kullanmalarının başladığı günler göz önüne alınarak 01.11.2015 – 30.04.2016 tarihleri arası olarak belirlenmiştir. Yaz dönemi (Yaz) ise 05.06.2015 – 31.10.2015 tarihleri arasını kapsamaktadır. Kış döneminde ortalama $PM_{2,5}$, $PM_{2,5-10}$ ve PM_{10} konsantrasyonları Kentsel alan için sırasıyla $22,12 \pm 15,90 \mu g/m^3$, $17,73 \pm 27,94 \mu g/m^3$, $39,85 \pm 33,17 \mu g/m^3$ iken Sanayi bölgesinde bu ortalamalar sırasıyla $23,50 \pm 16,00 \mu g/m^3$, $16,42 \pm 9,06 \mu g/m^3$, $39,91 \pm 22,47 \mu g/m^3$ ’tür. Çorlu ilçesinde Yaz döneminde $PM_{2,5}$ fraksiyonu ortalama konsantrasyonu kış dönemine oranla daha yüksek iken $PM_{2,5-10}$ fraksiyonu kış döneminde daha yüksektir. Sanayi bölgesi için ise $PM_{2,5}$ ve $PM_{2,5-10}$ kirlenmelerinin ortalama konsantrasyonu kış döneminde yaz dönemine oranla daha yüksektir. (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2. Çorlu ve Çerkezköy ili için partikül madde tanımlayıcı istatistikleri, Yaz Dönemi

$\mu g/m^3$	Çorlu (Kentsel)					Çerkezköy (Sanayi)				
	Ort.*	Min.*	Mak.*	Medyan	Std. Sapma	Ort.*	Min.*	Mak.*	Medyan	Std. Sapma
$PM_{2,5}$	25,42	3,94	65,28	24,51	9,54	20,21	5,23	66,36	17,39	10,84
$PM_{2,5-10}$	10,29	1,30	154,81	8,21	13,80	10,54	1,29	362,57	7,17	28,91
PM_{10}	35,70	13,81	194,17	34,24	17,62	30,75	9,61	379,65	25,75	31,12
$PM_{2,5}/PM_{10}$	0,72	0,20	0,96	0,74	0,12	0,70	0,04	0,97	0,71	0,12

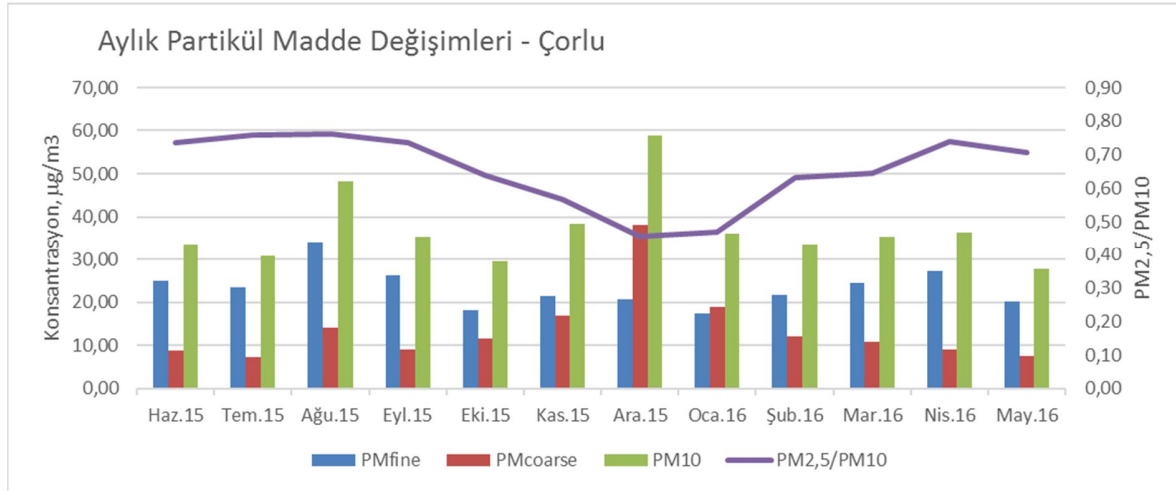
*Ort: Ortalama, Min: Minimum, Mak: Maksimum

Tablo 3. Çorlu ve Çerkezköy ili için partikül madde tanımlayıcı istatistikleri, Kış Dönemi

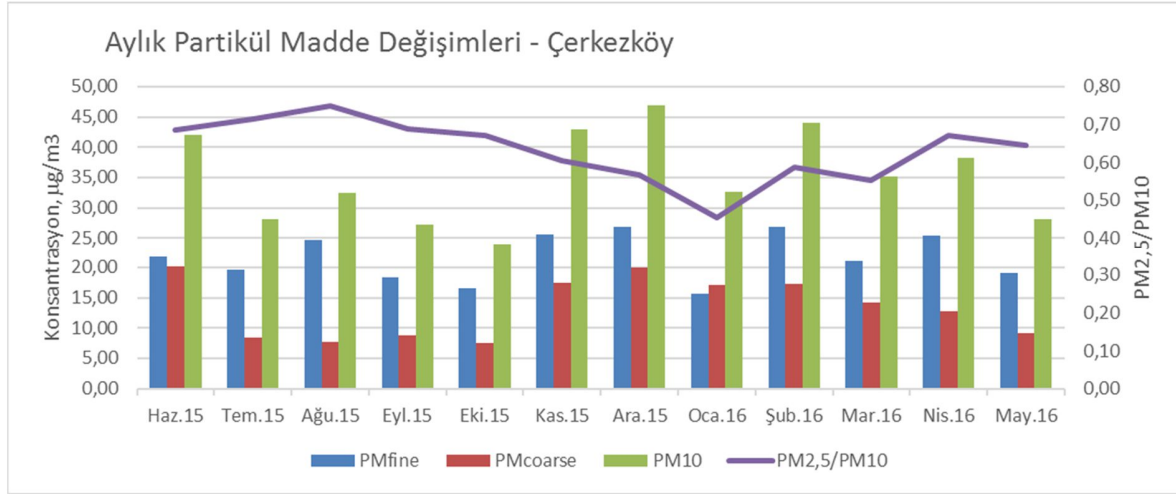
µg/m ³	Çorlu (Kentsel)					Çerkezköy (Sanayi)				
	Ort*	Min*	Mak*	Medya n	Std. Sapma	Ort.*	Min.*	Mak.*	Medya n	Std. Sapma
PM _{2,5}	22,1 2	2,31	156,0 5	18,52	15,90	23,5 0	2,63	119,1 2	19,37	16,00
PM _{2,5-10}	17,7 3	2,73	354,5 2	12,46	27,94	16,4 2	1,84	49,03	14,70	9,06
PM ₁₀	39,8 5	9,79	378,7 5	32,85	33,17	39,9 1	5,99	142,2 6	34,24	22,47
PM _{2,5} /PM ₁₀	0,58	0,06	0,92	0,58	0,16	0,57	0,21	0,88	0,58	0,13

*Ort: Ortalama, Min: Minimum, Mak: Maksimum

Çorlu (Kentsel) ve Çerkezköy (Sanayi) ilçeleri için çalışma dönemi boyunca ölçülen PM'lerin aylık değişimleri Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre Kentsel alanda en yüksek PM_{2,5} ortalama konsantrasyonu Ağustos ayında, en yüksek PM_{2,5-10} ortalama konsantrasyonu ise Aralık ayında gözlenmektedir. Sanayi bölgesi için PM_{2,5} ortalama konsantrasyonu en yüksek Aralık ayında, PM_{2,5-10} ortalama konsantrasyonu ise en yüksek Haziran ayında ölçülmüştür.



Şekil 2. Aylık partikül madde değişimleri, Çorlu



Şekil 3. Aylık partikül madde değişimleri, Çerkezköy

İlçelerdeki hava kirliliğinin düzeyinin değerlendirilebilmesi için, gerçekleştirilen çalışmanın Türkiye genelinde ve Dünya’da kentsel alanlarda yapılan çalışmalarla karşılaştırılması Tablo 4 ’te verilmiştir.

Buna göre; Türkiye’de pek çok endüstriyel bölgeden daha düşük PM konsantrasyonları ölçülmüştür. Karşılaştırılması yapılan dünyadan diğer kentlere göre daha kirli ve daha temiz olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Çeşitli bölgelerde ölçülen PM konsantrasyonları

BÖLGE	ÖLÇÜLEN KONSANTRASYON, µg/m³		KAYNAK
	PM _{2,5}	PM ₁₀	
Çorlu – Tekirdağ	23,35 ± 13,47	37,05 ± 26,55	Bu çalışma
Çerkezköy - Tekirdağ	21,74 ± 14,04	35,07 ± 26,59	Bu çalışma
Avcılar – İstanbul	39,80 ± 25,70	43,30 ± 30,00	Polat G., 2011
Büyüçekmece - İstanbul	32,56 ± 13,60	41,11 ± 20,76	Karaca F., 2005
Zonguldak	29,38 ± 15,32	53,23 ± 29,89	Süren P., 2007
İzmir	64,40 ± 38,50	80,00 ± 30,20	Yatkin S. ve Bayram A., 2007
Barselona - İspanya	18	27	Pérez, N. ve ark., 2016
Karaçi - Pakistan	75	437	Shahid, I. ve ark., 2016
Navarra – Kuzey İspanya	15,38	25,91	Aldabe, J. ve ark., 2011
Kuzey Fransa	32,5 ± 17,8	-	Ledoux, F. ve ark., 2016
Çengdu – Güneybatı Çin	99,5	156,6	Huang, W. ve ark., 2015
Agra - Hindistan	154,2 ± 68,0	104,9 ± 47,1	Kulshrestha, A. ve ark., 2009
Cardiff, Galler	14,1	37,9	Mohammed, G. ve ark., 2017

4. TARTIŞMA (VE ÖNERİLER)

Genel olarak iki istasyondaki PM değerleri benzer aralıkta ölçülmüştür. Çerkezköy’de kış dönemi PM_{2,5} ortalama konsantrasyonu daha yüksek bulunmuşken yaz döneminde Çorlu’da PM_{2,5} ortalama konsantrasyon değerleri daha yüksektir. Bu durum yaz aylarında Çorlu’da taşımının daha fazla olduğunu işaret etmektedir. Ortalama PM₁₀ değerler Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)’nin yıllık 40 µg/m³ olan ortalama değerinden daha düşük bulunmuştur. Ancak ölçülen PM₁₀’ların maksimum konsantrasyonlarına bakıldığında; yaklaşık her iki istasyonda da 378,75 (Çorlu) – 379,65 (Çerkezköy) µg/m³ değerinde ölçüldüğü görülmüştür. Bu durum bazı günlük PM seviyesinin çok arttığını göstermektedir. Bir yıl boyunca günlük sınır değer olan 50 µg/m³’ü geçen günlerin sayısı Çorlu’da 54, Çerkezköy’de 67 gündür. Bu günlerde olumsuz meteorolojik koşulların, trafik ve endüstrinin olumsuz katkılarının fazla olabileceği düşünülmektedir. Hava kalitesinin iyileştirilmesi her iki ilçe için de gerekli görülmektedir. Trafik akışının düzenlenmesi, sanayi faaliyetlerinin daha az kirletici üreten teknolojilerle desteklenmesi azaltım strateji olmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK Proje No. 114Y576) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Katsouyanni K., Gryparis A., Samoli E. 2011. Short-Term Effects of Air Pollution on Health, Encyclopedia of Environmental Health, 51-60.
- U.S. EPA. 1997. Guidance for Network Design and Optimum Site Exposure for PM_{2.5} and PM₁₀, Report Number EPA-454/R-99-022, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, <http://www.epa.gov/ttn/amtic/pmstg.html>.
- von Bismarck-Osten, C., Birmili, W., Ketzel, M., & Weber, S. 2015. Statistical modelling of aerosol particle number size distributions in urban and rural environments–A multi-site study. Urban Climate, 11, 51-66.
- Taiwo, A. M., Beddows, D. C., Shi, Z., & Harrison, R. M. 2014. Mass and number size distributions of particulate matter components: Comparison of an industrial site and an urban background site. Science of the Total Environment, 475, 29-38. AEA, 2010. UK Emissions of Air Pollutants 1970 to 2008. UK Emissions Inventory Team, Department for Environment, Food and Rural Affairs. http://ukair.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat07/100903092_5_2008_Report_final270805.pdf.
- Polat G. 2011. İstanbul Atmosferindeki Farklı Boyutlardaki Partikül Maddenin Metal İçeriğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

- Karaca, F. 2005. Büyükçekmece bölgesine taşınan aerosollerdeki metal konstrasyonlarının incelenmesi ve modellenmesi (Doctoral dissertation, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Süren, P. 2007. Zonguldak kent merkezi atmosferik partikül madde kirliliğinin; PM_{2.5} ve PM₁₀ boyut dağılımı, kaynak ve metalik kompozisyon temelinde incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Yatkin, S. and Bayram, A. 2007. Elemental composition and sources of particulate matter in the ambient air of a Metropolitan City. *Atmospheric Research*, 85 (1), 126-139.
- Pérez, N., Pey, J., Reche, C., Cortés, J., Alastuey, A., & Querol, X. 2016. Impact of harbour emissions on ambient PM₁₀ and PM_{2.5} in Barcelona (Spain): Evidences of secondary aerosol formation within the urban area. *Science of The Total Environment*, 571, 237-250.
- Shahid, I., Kistler, M., Mukhtar, A., Ghauri, B. M., Ramirez-Santa Cruz, C., Bauer, H., & Puxbaum, H. 2016. Chemical characterization and mass closure of PM₁₀ and PM_{2.5} at an urban site in Karachi–Pakistan. *Atmospheric Environment*, 128, 114-123.
- Aldabe, J., Elustondo, D., Santamaría, C., Lasheras, E., Pandolfi, M., Alastuey, A., Querol, X. and Santamaría, J. M. 2011. Chemical characterisation and source apportionment of PM_{2.5} and PM₁₀ at rural, urban and traffic sites in Navarra (North of Spain). *Atmospheric Research*, 102 (1-2), 191-205.
- Ledoux, F., Kfoury, A., Delmaire, G., Roussel, G., El Zein, A., & Courcot, D. 2017. Contributions of local and regional anthropogenic sources of metals in PM_{2.5} at an urban site in northern France. *Chemosphere*, 181, 713-724.
- Huang, W., Long, E., Wang, J., Huang, R., & Ma, L. 2015. Characterizing spatial distribution and temporal variation of PM₁₀ and PM_{2.5} mass concentrations in an urban area of Southwest China. *Atmospheric Pollution Research*, 6(5), 842-848.
- Kulshrestha, A., Satsangi, P. G., Masih, J., & Taneja, A. 2009. Metal concentration of PM_{2.5} and PM₁₀ particles and seasonal variations in urban and rural environment of Agra, India. *Science of the Total Environment*, 407(24), 6196-6204.
- Mohammed, G., Karani, G., & Mitchell, D. 2017. Trace Elemental Composition in PM₁₀ and PM_{2.5} Collected in Cardiff, Wales. *Energy Procedia*, 111, 540-547.