

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKESİ KAPALI ALANLARDA ORTAM PM_{2,5} SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Z. Cansu AYTURAN^{1(*)}, Fatma KUNT², Çiğdem ULUSOY³, Şükrü DURSUN¹, Özgül
ÇİMEN MESUTOĞLU⁴

¹ Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Selçuklu/ Konya

² Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği
Bölümü, Selçuklu/Konya

³ Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama
Bölümü, Selçuklu/Konya

⁴ Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Merkez/Aksaray

ÖZET

Hava kirliliğinden başta insanlar olmak üzere, tüm canlılar olumsuz etkilenir. Hava kirliliği çeşitli faaliyetler sonucu havanın doğal yapısının bozulması ve sağlık açısından zararlı bir hale gelmesidir. Bu konuda yapılan birçok çalışmada havanın nitel ve nicel özelliklerinin araştırılmasında temel prensip, kirletici salınımları ve bu salınımların kaynaklarının belirlenmesidir. Partikül madde (PM), kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri değişiklik gösteren, insan sağlığına zararlı hava kirleticilerden biridir ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından karsinojenik bir hava kirletici olarak kabul edilmiştir. Partikülün ince fraksiyonu olan ve çapı 2,5 mikrondan küçük olan tozların solunum sisteminde akciğerlerin alveollerine kadar ulaşabilmesi ve buradan dolaşım sistemine karışabilmesinden dolayı insan sağlığına zararlı etkisi daha fazladır. Kapalı ortamlarda çalışanların hava kirleticilerine maruziyeti çalışanların sağlığı açısından dikkate alınması gereken çok önemli bir konudur. Özellikle Tıp Fakültesi'nin de içinde bulunduğu Selçuk Üniversitesi Kampüsü'nün kapalı alanlarında bu etkinin daha da yoğun olarak görüleceği aşıkardır. Kampüs içinde belirlenen 9 nokta için yapılan ölçümlerde özellikle hastane içindeki bekleme salonlarında yüksek konsantrasyonlarda PM_{2.5} kirleticisine rastlanmıştır. Bu çalışmada eğitim/öğretim faaliyetlerinin yapıldığı kapalı alanların yanı sıra büyük bir insan yoğunluğunun bulunduğu kapalı alanların solunabilir ortam hava kalitesi araştırılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Partikül Madde, PM_{2.5}, Hava Kalitesi, Ortam Toz, Kapalı Alan

ABSTRACT

Air pollution negatively affects all living organisms and particularly human being. Air pollution is the deterioration of natural presence of air because of various activities and becoming the dangerous for health. The main principle of investigation qualitative and quantitative features of air is determining the pollution and pollution sources according to previous studies about air pollution. Particulate matter is one of the hazardous air pollutants which have different chemical

(*) zcozturk@selcuk.edu.tr

and physical characteristics. World Health Organization has declared that particulate matter is a carcinogenic air pollutant in 2013. Particularly, fine particles fraction which have diameters smaller than 2.5 micro meters are more harmful because it penetrates the pulmonary alveoli and gets into the cardiovascular system. Exposure of people working in indoor areas to the air pollutants is the most important issue should be considered with respect to health of workers. It is certain that this exposure will be seen intensively in Selçuk University campus area because of the Medical Faculty. High PM_{2.5} concentrations are found in waiting rooms of the hospital according to the measurements from 9 points selected in campus area. In this study, respirable air pollution of indoor areas in which huge human population is present was investigated right along with the areas in which education activities are made.

1. GİRİŞ

Partikül madde (PM), rüzgâr, deniz ve volkanlar gibi doğal kaynaklardan veya antropojenik kaynaklı aktivitelerden ortaya çıkan ve bir gaz içerisindeki ince katı veya sıvı maddelerin oluşturduğu süspansiyon olarak tanımlanır ve literatürde genel olarak aerosol olarak geçer (Seinfeld ve Pandis, 2006; Özdemir vd., 2010). Hava ortamındaki PM boyutları çok çeşitli olabilmektedir. Genel olarak, aerodinamik çap açısından sınıflandırılırlar. Kaba taneciklerin aerodinamik çapı 2.5-10 µm; ince taneciklerin ise; 0.1-2.5 µm'dir. Partikül maddelerin boyutu, onların havadaki süspansiyon süresini belirlemektedir. PM₁₀ ve PM_{2.5}, sırasıyla aerodinamik çapı 10 ve 2.5 µm'den küçük partiküllerin kütlelerini temsil etmektedir. PM_{2.5} atmosferde haftalarca ya da aylarca kalabilirken, PM₁₀ birkaç saat içerisinde çökerek atmosferden uzaklaşabilmektedir. (WHO, 2005).

NO₂, PM_{2.5} 'in önemli bir fraksiyonunu oluşturan nitrat aerosollerinin ana kaynağıdır. Motorlu taşıtlardan atmosfere verilen kirleticilerden en büyük paya sahip olanlar azotlu bileşiklerdir (NO, NO₂, NO_x) (Dumanoglu ve Bayram, 2013). Partikül madde'nin insan sağlığına ciddi zararları vardır. Akciğerler tarafından en derin noktalara kadar solunabilecek olan küçük partiküller PM_{2.5} olarak adlandırılırlar. PM_{2.5} bronşların en derin noktalarına kadar solunabilmekte ve akciğerler içerisinde gaz değişimine etki edebilmektedirler. Partiküllere kronik maruziyet kardiyovasküler ve solunum yollarında hastalık oluşturma riski taşımakta ve ilaveten akciğer kanseri riskini de arttırmaktadır.

Türkiye'nin değişik bölgelerinde PM ve bileşenlerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Eğitim-öğretim faaliyetleri gerçekleştiren yerlerde yapılan çalışmalar; Şanlıurfa'da 2 adet kampüs alanı havasında iç ve dış ortam partikül madde ölçümleri yapılmıştır (Kuş, 2007). Argun ve arkadaşları Konya ilinin merkezinde bulunan kafe, bilardo salonu ve internet kafe gibi kapalı alanlarda PM_{2.5} ölçümleri yapmışlardır (Argun, 2012). Ayrıca, Kore'de yapılan bir çalışmada, seçilen 55 adet okulun sınıf ve laboratuvarlarında iç ortam PM ve diğer hava kalitesi parametrelerinin ölçümleri mevsimsel olarak yapılmıştır (Yang vd., 2009). PM 'nin hangi kaynaklardan oluştuğu PM 'nin kontrolü için gerekirken, konsantrasyonlarının belirlenmesi ise sağlık ile etkileşiminde dikkat edilmesi gereken unsurlardan biridir. Diğer çalışmalar ise; İzmir'in kentsel ve yarı kırsal alanlarında paralel olarak pozitif matris bileşeni ve kimyasal kütle dengesi yöntemleri kullanılarak PM'nin elementel bileşimi ve kaynak dağılımı çalışılmıştır (Yatkin ve Bayram, 2007, 2008). 2001 ve 2002 yıllarının Nisan ayları arasında, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer alan ve deniz kıyısında bulunan

kırsal bir alan olan Erdemli'de PM₁₀ 'un kaynakları ile ince ve kaba bileşenlerinin kimyasal analizi araştırılmıştır (Koçak vd., 2009). Ankara'da yapılan bir çalışmada ince ve kaba aerosoller örneklenmiş, iz elementler ve başlıca iyonlar ile kimyasal bileşimi etkileyen faktörler araştırılmıştır (Yatin vd., 2000).

Bu çalışma kapsamında Konya Selçuk Üniversitesi Yerleşkesi kapalı alanlarında ölçümler gerçekleştirilmiş, ölçüm saati ve insan yoğunluğunun PM_{2.5} kirliliğine olan etkisi değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma alanı

Bu çalışma Konya'da önemli bir yer kaplayan Selçuk Üniversitesi Kampüs alanı için gerçekleştirilmiştir. Her geçen sene büyüyen ve gelişen kampüs alanında kırktan fazla amaca hizmet eden birçok bina bulunmaktadır. Kampüste öğrenim gören öğrenci sayısı 85.000'in üzerindedir ve Türkiye'nin en büyük üçüncü kampüsüdür.

Kampüs alanı içerisinde çeşitli bankaların şubeleri, PTT hizmet birimi, öğrencilerin yararlanabileceği spor tesisleri, alışveriş ve restoran dükkanları, barınma amaçlı yurtlar gibi çok sayıda imkân bulunmaktadır (Şekil 2).

2.2. Veri temini

Selçuk Üniversitesi yerleşkesi kapalı alanlarda ölçümü yapılan ortam PM_{2.5} seviyesinin belirlenmesi için Thermo Scientific Personal DataRAM pDR-1000AN Monitör marka-modeli, pasif, gerçek zamanlı kişisel aerosol monitör/veri kayıt cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz ile S.Ü. kampüsü kapalı alanlarında belli noktalarda PM_{2.5} ölçümleri yapılmıştır. Cihazın resmi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Thermo Scientific Personal DataRAM pDR-1000AN Monitör marka-model, pasif, gerçek zamanlı kişisel aerosol monitör/veri kayıt cihazı (URL 1)

Cihaz atmosferik ortamda asılı bulunan, insan tarafından solunabilir boyuttaki katı ve sıvı maddeleri sürekli olarak ölçme ve kaydetme özelliğine sahiptir. Cihaz bir hava pompasına ihtiyaç duymadan doğrudan havada mevcut partiküllerin ölçümü esasına dayanmaktadır. Ölçüme başlanmadan önce temiz hava bulunan bir ortamda cihazın içinde bulunduğu odacık içinde, önce 0.01 µm gözenekli filtreden geçirilen hava ile kalibre edilir. Cihaz kalibrasyon ortamında kendini denetleme özelliğine sahiptir. Cihaza, ölçüm noktasında elde edilen veriler farklı dosyalarda kaydedilebilmekte, elde edilen maksimum konsantrasyon anında gözlenebilmekte ve elde edilen değerler bilgisayar ortamına alınabilmektedir. Cihaz pil ile, elektrikle ve şarj edilebilir batarya ile kullanılabilir. Şarj cihazının doluluğu ekrandan görülebilmektedir. Cihazın hafızası 13,000 veriyi kaydedebilme özelliğinde, bu veriler silinerek anında yeni veriler kaydedilebilmektedir (URL 1).

2.3. Ölçüm noktaları

Çalışma kapsamında iç ortam ölçümleri için 9 adet nokta belirlenmiştir. Bu noktalar PM2.5 maruziyetinin fazla olabileceği alanlar dikkate alınarak seçilmiştir. Özellikle Tıp Fakültesi içinde yer alan bekleme salonları ve ameliyathane koridorlarının yanı sıra, bir sınıfta ve alışveriş merkezi içerisinde ölçümler yapılmıştır. Belirlenen bu noktaların 7 tanesi Tıp Fakültesinin içerisinde, diğerleri alışveriş merkezi içinde ve Mühendislik Fakültesi içinde yer alan bir sınıfta gerçekleştirilmiştir. Kapalı alan ölçümlerinin yapıldığı binalar Şekil 2'de verilen kampüs haritasında işaretlenmiştir.



Şekil 2. Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs Alanı ve İç Ortam Ölçümlerinin Yapıldığı Binalar (URL 2)

3. SONUÇLAR

Selçuk Üniversitesi kampüs alanı içerisinde yer alan üç bina içinde gerçekleştirilen iç ortam ölçümlerinin yapıldığı yerler, ölçüm tarihi, ölçüm sayısı ve konsantrasyon değerleri Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Kapalı alan PM_{2.5} ölçüm sonuçları

ÖLÇÜM YERİ	TARİH	ÖLÇÜM SAYISI	KONSANTRASYON (mg\m ³)
Ç-4 (Çevre Mühendisliği Bölümü Sınıfı)	27.02.2017	8	0.025 (ortalama değer)
Gökkuşluğu (Alışveriş Merkezi)	27.02.2017	16	0.278 (ortalama değer)
Poliklinikler Giriş (Hastane Bölümü)	27.02.2017	1	0.195
D Blok Bekleme Alanı (Hastane İçi)	27.02.2017	1	0.145
Ameliyathane Bekleme Koridoru (Hastane İçi)	27.02.2017	1	0.109
B Blok Bekleme Alanı (Hastane İçi)	27.02.2017	1	0.119
Poliklinikler B Blok Giriş (Hastane İçi)	27.02.2017	1	0.21
E Blok Bekleme Alanı (Hastane İçi)	27.02.2017	1	0.146
Acil Bekleme Salonu (Hastane İçi)	27.02.2017	1	0.102

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kapalı alan PM_{2.5} konsantrasyon ölçüm sonuçları incelendiğinde (Tablo 1) en yüksek konsantrasyon değerlerinin kampüs alanı içerisinde bulunan alışveriş merkezinde tespit edildiği görülmektedir. Ölçümler öğrenci yoğunluğunun fazla olduğu bir dönemde, öğle saatlerinde ve kış aylarında gerçekleştirilmiştir. Birçok kafe, restoran ve dükkânın bulunduğu bir alan olan Gökkuşğunda partikül madde konsantrasyonunun yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Kapalı alan PM_{2.5} kirliliğinin ana kaynağının insan aktivitesi ile restoran ve kafelerde kullanılan bazı teçhizatlar olduğu düşünülebilir. Bunun yanı sıra hastane içinde birçok farklı noktada yapılan ölçümlerde de nispeten yüksek konsantrasyonlarla karşılaşmıştır. Hastane içinde mesai saatleri boyunca insan yoğunluğu sürekli devam etmektedir. Bu nedenle özellikle bekleme alanlarındaki PM_{2.5} konsantrasyonlarının 100 µg/m³’den daha yüksek seviyelerde seyrettiği görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınır değerlerine göre hastane binalarında 25 µg/m³ ‘den yüksek konsantrasyonlar insan sağlığı açısından tehlike arz etmektedir (Lombay vd., 2015). Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi iç ortamında ölçülen değerlerin WHO’nun belirttiği sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu değerlerin hastalar, hasta yakınları ve hastane çalışanları açısından tehlikeli olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra Çevre Mühendisliği Bölümü sınıflarından birinde de düzenli aralıklarla ölçümler yapılmıştır. Elde edilen değerlere bakıldığında sınıf ortamında insan sağlığını etkileyebilecek konsantrasyonlarda PM_{2.5}’ a rastlanmamıştır. Sınıf ortamındaki kişi sayısının en fazla 50-60 kişi olduğu varsayılırsa çok yüksek konsantrasyonlar beklenmemektedir.

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Konya İli Selçuk Üniversitesi kampüs alanındaki 9 adet kapalı ortamda PM_{2.5} ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi kampüs alanı için iç ortam PM_{2.5} konusunda yapılan ilk çalışma niteliğindedir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ile iç ortam

PM_{2.5} kirliliği kaynaklarının belirlenmesi ölçüm saati ve ölçüm günü gibi faktörlerin bu kirliliği nasıl etkilediğinin anlaşılması sağlanmıştır. Çalışma sırasında sadece tek bir dönem ölçüm yapıldığından, mevsimsel farklılıkların iç ortam hava kalitesine etkisinin incelenmesi açısından daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Partikül madde kirliliği yüksek seviyelere ulaştığında bronşlardan geçebilme özelliğine sahip olduğu için ciddi solunum sistemi zararlarına sebebiyet verebilir. Ayrıca partikül maddelere tutunan ağır metaller ve hidrokarbonlar gibi farklı kirleticilerin toksik etkileri de vardır. Daha detaylı sonuçlara ulaşılabilmesi açısından ölçümlerin daha uzun süreyle yapılması ve paralelinde de elde edilen PM_{2.5} konsantrasyonlarının metal muhtevasının düzenli olarak izlenmesi bu konuda daha detaylı çıkarımlar yapılabilmesini sağlayacaktır.

Teşekkür: Yazarlar, BAP-16401091 ve BAP-17704010 projeleriyle çalışmaya sağladığı maddi destek sebebiyle Selçuk Üniversitesi BAP'a teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Argun, Y. A., Dursun, Ş. ve Argun, M. E., 2012. Indoor Air Quality Of Some Social Areas In Konya City Center, Turkey, International Symposium on Sustainable Development (ISSD 2012), 30 May-1 June 2012, Sarajevo, Bosna Hersek, pp.1-11.
- Dumanoğlu, Y. ve Bayram, A., 2013. İzmir'de Kent Merkezi ve Yakın Çevresinde Ölçülen Ozon ve Azot Dioksit Seviyelerinin Zamansal Değişiminin İncelenmesi, *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi* 2, 65 – 73.
- Koçak, M., Mihalopoulos, N. ve Kubilay, N., 2009. Origin and source regions of PM₁₀ in the Eastern Mediterranean atmosphere, *Atmospheric Research* 92, 464–474.
- Kuş, M., 2007. Şanlıurfa ilindeki yükseköğretim kurumları dersliklerinde iç hava kalitesinin incelenmesi ve modellenmesi, Mastır Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Lomboy, M.T.C., Quirrit, L.L., Molina, V.B., Dalmacon, G.V., Schwartz, J.D., Suh, H.H., Baja, H.S., 2015. Characterization of particulate matter 2.5 in an urban tertiary care hospital in the Philippines, *Building and Environment* 92 (2015) pp. 432-439.
- Özdemir, H., Borucu, G., Demir, G., Yiğit, S. ve Ak, N., 2010. İstanbul'daki Çocuk Oyun Parklarında Partikül Madde (PM_{2,5} ve PM₁₀) Kirliliğinin İncelenmesi, *Ekoloji* 20, 77, pp. 72-79.
- Seinfeld, J.H., Pandis, S. N., 2006. Atmospheric chemistry and physics, from air pollution to climate change, 2nd edition, John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- URL 1, Air Quality Equipment Particulate Monitors http://www.geotechenv.com/particulate_monitors.html, Erişim Tarihi: 29 Ağustos 2017.

- URL 2, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı - Vaziyet Planı, https://www.selcuk.edu.tr/yapi_isleri_ve_teknik/birim/web/sayfa/ayrinti/1496/tr, Erişim Tarihi: 3 Eylül 2017.
- WHO, 2005, Air Quality Guidelines Global Update 2005, World Health Organization, ISBN 92 890 2192 6.
- Yang, W., Sohn, J., Kim, J., Son, B., Park, J., “Indoor air quality investigation according to age of the school buildings in Korea”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 90, pp. 348-354, 2009.
- Yatin, M., Tuncel, S., Aras, N.K., Olmez, I., Aygun, S., Tuncel, G., 2000. Atmospheric trace elements in Ankara, Turkey: 1. factors affecting chemical composition of fine particles. *Atmospheric Environment*, 34, 1305-1318.
- Yatkin, S., Bayram, A., 2007. Elemental composition and sources of particulate matter in the ambient air of a metropolitan city, *Atmospheric Research*, 85, 126-139.
- Yatkin, S., Bayram, A., 2008. Source apportionment of PM₁₀ and PM_{2.5} using positive matrix factorization and chemical mass balance in İzmir, Turkey, *Science of the total Environment*, 390, 109-123.