

BALIKESİR İL MERKEZİNDE KONUTLARDA İÇ/DIŞ ORTAM PARTİKÜL MADDE (PM) KONSANTRASYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Lokman Hakan TECER
Nadir İLTEN
Ayşe Tülay SELİCİ

ÖZET

İç ortam hava kirliliği, iç ortamda oluşan kirleticilerin ve dış ortamdan iç ortama giren kirleticilerin etkisiyle oluşabilmektedir. İç ortam hava kalitesini; Yapı malzemeleri, yapı kullanım alanları, insanların aktiviteleri, ısınma, sıcak su üretimi, pişirme gibi birçok parametre etkilemektedir. Bunun yanında, sızıntı ve havalandırma gibi nedenlerle dış ortamdaki kirlilik iç ortama taşınarak iç hava kalitesini düşürmektedir. İç ve dış ortamlarda bulunan PM konsantrasyonları önemli kirleticilerdendir. Değişik boyutlarda bulunabilen partikül maddeler, insan ve çevre sağlığını tehdit edecek seviyelere ulaşabilmektedirler. Bu çalışmada, Balıkesir İl Merkezinde bulunan 29 adet konutta 2008-2009 yıllarında iç ortam PM ölçümleri yapılmıştır.

Aynı zamanda dış ortam PM konsantrasyonları, il merkezindeki için hava kalitesi izleme istasyonundan PM değerlerinin mevsimlik değişimleri ve İç/Dış ortam oranları tespit edilmiştir. Bu oranlarının değişimi istatistiksel analizlerle incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Buna göre; iç ortamlarda günlük PM ortalama konsantrasyonları yazın 23.59, kışın ise 202.44 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ölçülmüştür. İç/Dış ortam oranları ise özellikle kış mevsiminde 1'e yakın bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İç hava kalitesi, PM, İç/Dış oranı

ABSTRACT

High air contaminant levels in the indoor environment come from either the ambient air or from indoor sources.

Building materials, construction areas, people's activities, heating, hot water supply, cooking and various parameters affect indoor air quality. In addition, indoor air quality reduces by displacement mechanism such as air transportation from outside to inside like leakage and air transport. PM is one of the most important air pollutants in ambient and indoor air. Particulate matter that can be found in various sizes, can reach levels that threaten the health of humans and environment. In this study, measurements of the PM₁₀ concentrations were conducted in 29 homes between 2008 and 2009 in the center of Balıkesir. An outdoor PM values was taken air quality station in the city center and indoor PM values for the seasonal variations and indoor/outdoor ratios were determined. PM concentration was measured 23.59 and 202.44 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ during summer and winter, respectively. Indoor/outdoor ratios were close to 1, especially during the winter season.

Key Words: Indoor air quality, PM, indoor/outdoor ratio.

1.GİRİŞ

İç ortam hava kirliliği, iç ortamda oluşan kirlilik ve dış ortamdan iç ortama giren kirleticilerin etkisiyle oluşabilmektedir [1,2].

Pek çok insan, özellikle küçük yaştaki çocuklar ile yaşlılar ve hasta insanlar zamanının büyük bir kısmını iç ortamlarda geçirirler [3]. İç hava kalitesi, iç ortam havasının temizliği ile ilgili olup, insanın rahatlığını ve sağlığını etkileyen ısı olmayan tüm parametreleri kapsar [4]. İç ortam havası; biyolojik kaynaklı bakteri, mantar, küf, virüs, polen ve onların parçalarından oluşan biyoaerosoller ve yemek pişirme, sigara içimi, ısıtma ve soğutma sistemleri, bina yapı malzemeleri ve mobilyalardan kaynaklanan biyolojik olmayan toz ve diğer kirleticiler nedeniyle kirletilebilmektedir [5].

İç hava kalitesini etkileyen parametreler arasında kişisel karakteristikler, yapı karakteristikleri, ısıtma karakteristikleri ve mutfak karakteristikleri bulunmaktadır. İç ortamda yaşayan insanların sayısı, yaşı, cinsiyeti, mesleği, gelir durumu, sigara kullanımı ve kronik rahatsızlıkları iç hava kalitesiyle ilgilidir. Yapının kullanım alanı, yapı bileşenleri, izolasyon durumu, fan ve klima kullanımı iç hava kalitesini etkilemektedir. Yapının ısıtma şekli ve ısıtma için kullanılan yakıtların da iç hava kalitesine önemli bir etkisi olmaktadır. Mutfaklarda pişirme için kullanılan yakıt ve sıcak su üretme sistemi iç havada kirleticilerin oluşmasında önemli rol oynamaktadır [6].

Partiküller; tozlar, dumanlar, sis, dumanlı sis, virüs, bakteri, mantar sporları ve polenleri içeren bioaerosoller, kaba, ince, görünebilir veya görünemez, teneffüs edilebilir ve solunabilir olarak sınıflandırılırlar [7]. Normal bir insan saatte yaklaşık $0,5 \text{ m}^3$ havayı teneffüs eder, çalışan bir insan ise saatte $8-9 \text{ m}^3$ havayı solur. Solunan bu hava virüslere, bakterilere ve zararlı kirleticilere taşıyıcılık yapmaktadır [8]. İç ortam partikül konsantrasyonlarının iç ve dış kirlilik kaynaklardan ortaya çıktığı kabul edilir. Bununla birlikte her iki kaynak, hava değişim oranı, dış hava kirliliği, iç ortamdaki aktivite tipi ve partikülün çapı gibi birçok değişkene bağlıdır [9].

İç ortam havasında bulunan partikül maddelere maruz kalma sağlık problemlerine sebep olabilir. İnce partiküller, akciğerin iç kısımlarına kadar ilerleyebildiklerinden, insan sağlığına büyük tehdit oluştururlar. Solunabilen partiküler madde, solunum yolları yüzeyleri ile temasa geçerek birikir [10]. Ancak bu partikül maddelerin bir kısmı, vücudun koruma mekanizması çok güçlü olduğundan zamanla solunum, salgı gibi akciğerlerin kendi kendisini temizleme özelliğine bağlı olarak elimine edilirler. Bir kısmı da solunum yoluyla akciğerlerdeki alveollere kadar ulaşırlar ve "pnömokonyoz" adı verilen akciğer hastalıklarına neden olurlar [10-15].

Balıkesir ilinin büyük bir kısmı Güney Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. Balıkesir ilinin merkez ilçe nüfusu 2009 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre yaklaşık 259.000'dir [16]. Balıkesir'de yıllık ortalama sıcaklık $14.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarındaki ortalama sıcaklık $8.97 \text{ }^\circ\text{C}$ civarındadır. Kış döneminde etkili olan yüksek basınç ve diğer meteorolojik faktörler hava kirliliğinin daha yoğun yaşanmasına sebep olmaktadır [17].

Balıkesir ili genelinde kış döneminde etkili olan sis olayı aynı zamanda nem oranının %95–100 civarına ulaşabildiğini de göstermektedir. Kış dönemindeki yüksek basınç, aşırı enerji kaybı, düşük sıcaklık nedeni ile fazla yakıt tüketimi ve bunların beraberinde görülen sis olayı hava kirliliği üzerinde etkilidir [18]. Endüstriyel faaliyetler ve trafik gibi etkenler de hava kirliliğinin diğer kaynaklarını oluşturmaktadır.

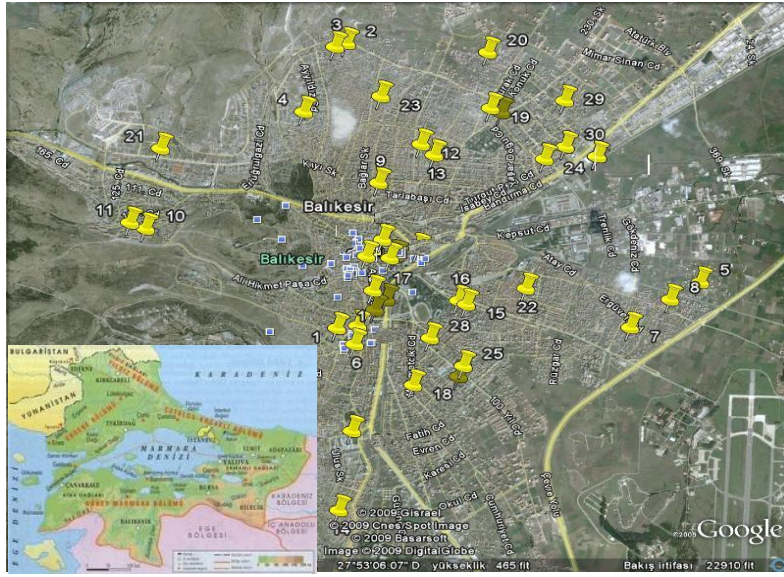
Bunun yanı sıra nüfus artışı, topoğrafik yapı ve meteorolojik şartların da etkisiyle hava kirliliği kış aylarında kendisini iyice hissettirmektedir. Özellikle kentin çanak şeklindeki yapısı, kış aylarında hakim rüzgarların azalması, yüksek basınç ve hava sıcaklığının düşmesi hava kirliliğini arttırmaktadır [19]. Kentlerde dış ortam hava kirliliğinin iç ortam hava kalitesini etkilediği bilinmektedir. Çalışmada, Balıkesir'de iç ortam hava kalitesi için bir gösterge olan PM konsantrasyonlarının yaz ve kış aylarında ölçülerek iç ortam hava kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır.

2.YÖNTEM

İç ortamda PM konsantrasyonları 29 evde 5 gün süreyle 24 saat sürekli ölçülmüştür. PM konsantrasyonlarının yaz ve kış mevsimlerine göre farklılıklarını belirleyebilmek için, ölçümler yaz sezonu 14 Temmuz 2009–03 Eylül 2009, kış sezonu 03 Ocak 2010-05 Mart 2010 tarih aralıklarında yapılmıştır. Balıkesir İl Merkezinde farklı 29 noktada yapılan örnekleme noktaları Şekil 1’de gösterilmiştir.

İç ortam PM₁₀ konsantrasyonlarının belirlenmesinde, ışık saçılımı (light-scattering) metoduna göre çalışan UCB Particle Monitor kullanılmıştır. Bu yöntemle ince partiküller düşük konsantrasyon aralıklarında ölçülebilmektedir. Cihaz ölçüme başlamadan önce 1 saat kapalı kutusunda kalibre edilmiştir. Dış ortam PM₁₀ değerleri, iç ortam ölçümlerinin yapıldığı tarihler dikkate alınarak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın istasyonlarından alınmıştır [20].

Örneklemenin yapıldığı 29 adet konut Balıkesir İl Merkezinden seçilmiştir. Kirleticilerin kaynak bölgelerini ayırabilmek ve karşılaştırma yapabilmek için 3 farklı sosyo-demografik yapı özelliklerine göre örnekleme noktaları seçilmiştir. Ayrıca seçilen bölgelerde bulunan mikro çevrelerin konumu (trafiğin yoğun olduğu, caddenin üzerinde ve uzağında olması), sigara kullanımı, ısıtma amaçlı kullanılan yakıt türü (doğalgaz, fuel oil, kömür) ısınmada kullanılan cihazlar, mutfakta kullanılan yakıt (LPG, doğalgaz, elektrik) bilgileri de dikkate edilmiştir. UCB monitörler, evlerin mutfaklarına ve yaklaşık 1,5-2 m yüksekliğe yerleştirilmiştir. Balkon kapı ve camından uzak, ocak tipi yakma sistemlerine 1 m mesafeye monte edilmiştir. Ev halkına ölçümü doğrudan etkileyebilecek faaliyetler konusunda bilgileri verilerek belirlenen bir ölçüm prosedürüne uymaları istenmiştir.



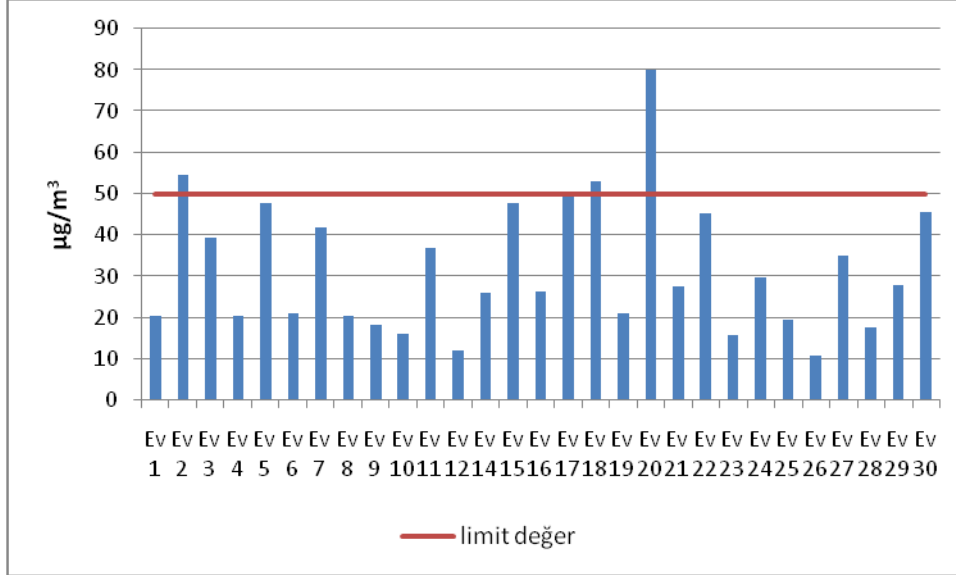
Şekil 1. Balıkesir (Merkez) Haritası

3. SONUÇLAR

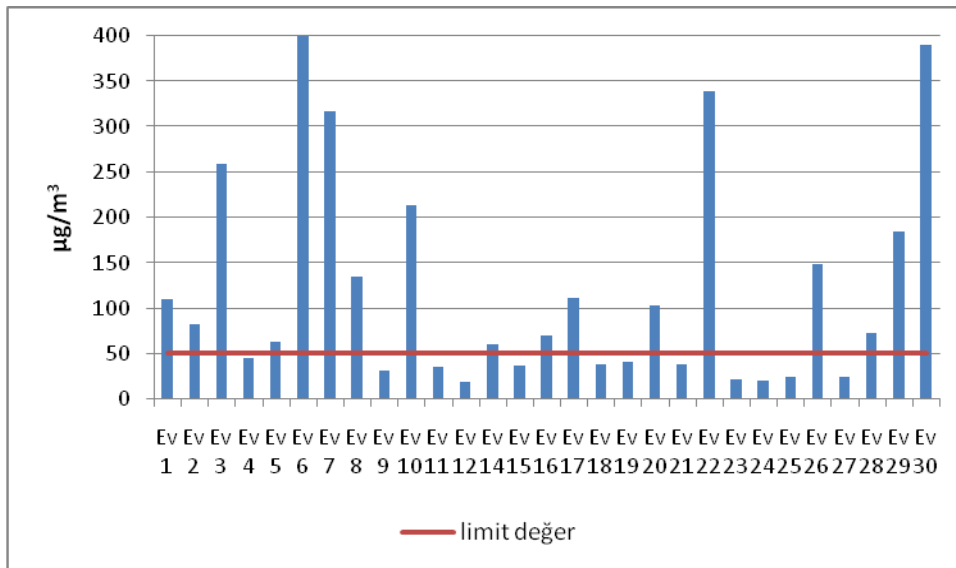
3.1. İç Ortam PM Konsantrasyonları

PM konsantrasyonlarının belirlendiği evlerde ısınma kaynağı olarak % 47.0 doğalgaz, %23.0 odun-kömür, % 20.0 kömür kullanılmaktadır. Isınmada %42 kombi, %35 soba, % 14 kalorifer, % 9 karma sistemler bulunmaktadır. Pişirmede evlerde kullanılan enerji türü ise %53 LPG, %47 doğalgazdır.

Yaz aylarında iç ortamlarda ölçülen PM konsantrasyonlarının ortalaması $23.59 (\pm 10.02)$, minimum 16.00 ve maksimum $246.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken, kış aylarındaki ortalama değer $202.44 (\pm 125.95)$, minimum 10.57 ve maksimum $500.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Yaz ve kış aylarında ölçümü yapılan PM konsantrasyonlarının 24 saatlik ortalama değerleri Şekil 2 ve 3'de gösterilmiştir. Grafiklerden de anlaşılacağı gibi kış aylarında iç ortamlarda yüksek PM konsantrasyonları ölçülmüştür.



Şekil 2. Yaz Aylarında Ölçülen PM Konsantrasyon Değerleri



Şekil 3. Kış Aylarında Ölçülen PM Konsantrasyon Değerleri

3.2. İç ve Dış Ortam Karşılaştırılması PM Konsantrasyonları

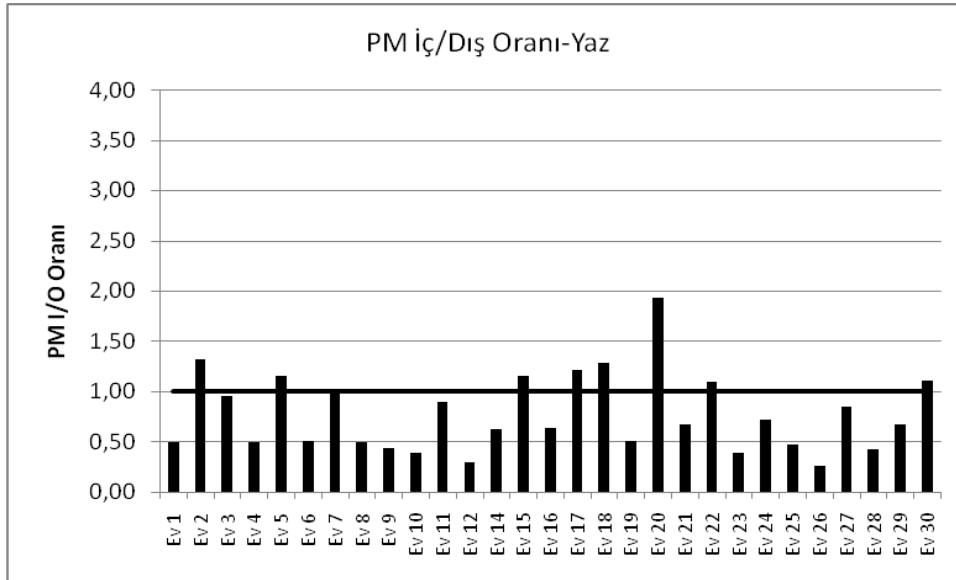
İç ve dış ortamlardaki PM_{10} seviyeleri arasındaki ilişkileri belirlemenin en temel şekli İç Ortam/Dış Ortam (Indoor/Outdoor, I/O) oranlarının belirlenmesidir. Yaz ve kış aylarında ölçümü yapılan PM'nin I/O oranları belirlenerek iç ve dış ortam değerleri arasındaki ilişki tespit edilmiştir.

I/O PM oranları yaz ve kış aylarında değişiklik göstermiştir. Konutlarda iç/dış PM oranlarının yaz ve kış mevsimindeki değişimler, sırasıyla Şekil 4 ve 5'de gösterilmiştir. Yaz döneminde I/O oranının 1'in

üzerinde ölçüldüğü evler ile kış döneminde ölçülen evler farklı bölgelerdedir. Kış döneminde iç ortamda daha yüksek PM konsantrasyonlarının ölçüldüğü evlerde; mutfak metrekarelerinin ortalamadan (14 m^2) daha küçük olduğu, ısınma için genelde kömür ve pişirme için LPG kullanıldığı görülmüştür. Kış mevsiminde havanın soğuk olması nedeniyle havalandırmanın yeterince yapılamaması iç ortamlarda PM birikmesine neden olarak gösterilebilir. Yaz aylarında ise bu evler için kapı ve pencerelerin daha uzun sürelerde açık bırakılması, dış ortamlardan iç ortama kirletici akışlarının olduğunu düşündürmektedir.

Asya Ülkelerinde yapılan çalışmada, iç ortamlarda PM konsantrasyonları daha yüksek bulunmuştur. Özellikle yola yakın evlerde trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin iç ortam havasını etkilediği belirlenmiştir. Asya ve batı ülkelerindeki evlerde iç ortam kirliliği mutfaklarda pişirmeden kaynaklanabileceği, mutfaklarda oluşan kirliliğin oturma odalarına kadar ulaştığı belirlenmiştir [21-23].

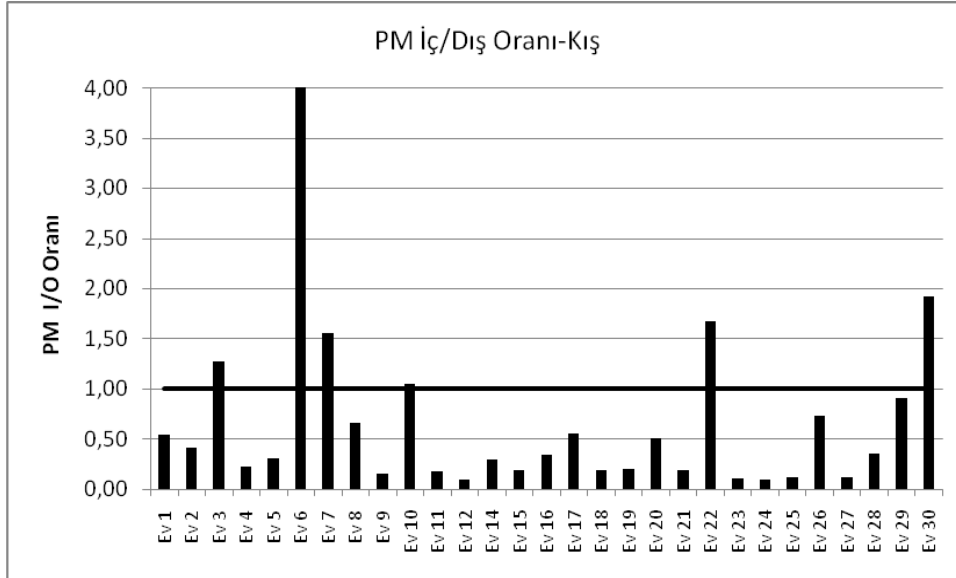
İsviçre’de sigara içilen ve içilmeyen evlerde ölçümü yapılan 24 saatlik ortalama PM_{10} konsantrasyonları sırasıyla 60 ve $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olup, yaz/kış oranları 1.00’den küçük bulunmuştur. Evlerin ısınması için kullanılan fosil yakıtlar, endüstriyel prosesler, yüksek motor emisyonları, atmosferik durgunluğun yüksekliği, alçak seviyelerde oluşan inversiyonun etkili olabileceği belirtilmektedir. Sigara içilen evlerdeki PM_{10} konsantrasyonunun içilmeyen evlere göre oranı 1.49 olarak belirlenmiştir [24].



Şekil 4. Konutlarda İç/Dış PM Oranları (Yaz)

İç ortam PM konsantrasyonlarının dış ortama göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için t testi yapılmıştır. 29 evde ölçülen 5 günlük ortalama PM konsantrasyonlarının iç ve dış ortamlarda ölçülen değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Yaz aylarında PM konsantrasyonu iç ortamlarda genellikle dış ortamlardan düşük bulunmuştur. Ancak birkaç evde dış ortam konsantrasyonunu aşmıştır. Kış aylarında ise dış ortam PM konsantrasyonları genelde iç ortamlarda ölçülenden, birkaç ev hariç, küçük olmuştur. Kışın camların kapalı tutulmasının bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Kocaeli’nde endüstri ve şehir merkezinde bulunan 15 adet evde yaz aylarında PM_{10} iç ve dış ortamda sırasıyla 45.5 ± 24.4 ve $59.9 \pm 18.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür. Kış aylarında ise 56.9 ± 24.3 ve $102.3 \pm 50.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür. Yaz aylarında kapı ve camların açık olması sebebiyle dış ortam havası ile iç ortam havası birbirine yakın bulunmuştur [25].



Şekil 5. Konutlarda İç/Dış PM Oranları (Kış)

Amerika'da iç ortamda PM_{10} konsantrasyonu $23.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bulunmuştur [26]. Birmingham'da iç ortamda PM_{10} konsantrasyonu $16.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tespit edilmiştir [27]. Asya kıtasında bulunan Tayvan'da 60 adet evde iç ortam ve dış ortam ortalama PM_{10} konsantrasyonları sırasıyla 82.8 ve $107.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir [28]. Hong Kong'ta 50 adet evde iç ve dış ortam PM_{10} konsantrasyonları sırasıyla 78.8 ve $73.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tespit edilmiştir [29].

Bangladesh'in kırsal alanlarında evlerin iç ortamlarında PM değerleri tespit edilmiştir. Mutfakta ve oturma odalarında ölçümler yapılmış ve LPG kullanan mutfaklarda PM değerleri diğer yakıtlara göre (tahta, bitki kabuğu, vs.) daha yüksek bulunmuştur. LPG kullanan mutfaklarda PM_{10} konsantrasyonu $133 (\pm 48) \mu\text{g}/\text{m}^3$, oturma odalarında $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Dış ortam kirlilik değeri ise $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir. İç ortam kirliliği dış ortama göre daha yüksek tespit edilmiştir. Mutfağın bina içerisindeki yeri, havalandırma şartları ve kullanılan yakıt cinsinin PM_{10} konsantrasyonlarını etkileyebileceği düşünülmektedir [30].

Kaba partiküller ($>2.5 \mu\text{m}$) evlerin temizlenmesi, süpürme gibi aktiviteler esnasında oluşmaktadır [31]. Halı, mobilya ve yer döşemesi gibi yatay yüzeylerde biriken PM'lerin yeniden askıda kalmasına yol açmaktadır [32].

4. TARTIŞMA

İç ortamlarda evlerde ölçülen PM konsantrasyonları kış aylarında yaz aylarında ölçülenden daha yüksek çıkmıştır. Kış aylarında evlerin %59'unda iç ortam PM konsantrasyonu $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı tespit edilmiştir.

I/O oranının birçok evde 1.00 sınır değerinin altında olması iç ortamın PM açısından dış ortama göre daha temiz olduğunu göstermektedir. Evlerde yemek pişirilmesi, sigara içilmesi, düşük havalandırma hızı ve çeşitli aktiviteler partikül maddenin birikmesine yol açmaktadır. I/O oranı 1.00'in üzerinde olan evlerin mutfak metrekaresi ortalama değer olan 14.00m^2 'nin altında bulunmuştur. Bu evlerde ısınma için kömür, pişirme için ise LPG kullanıldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada, iç ortam PM konsantrasyonlarının seviyesi araştırılarak dış ortam katkısı belirlenmeye çalışılmıştır. Özellikle trafik, sigara içilmesi, ısınmada, pişirmede ve su ısıtmada kullanılan yakıt türleri, evlerin metrekaresi gibi özelliklerin de araştırılarak daha kesin saptamalara ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Wallace, L., 1996. Indoor Particles: A Review . Journal of the Air & Waste Management Association, 46(2),98-126.
- [2] Chao Y.C., Wong K.K., 2001. Residential indoor PM10 and PM2,5 in Hong Kong and elemental composition. Atmospheric Environment 36, 265-277.
- [3] Byrne M. Aerosol exposed. Chem Brit;1998;23-6.
- [4] ASHRAE, 1989, Standard 62- 1989- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- [5] Güllü, G., Menteşe S., İç Ortam Havasında Biyoaerosol Düzeyleri, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi,359-365.
- [6] Bulgurcu, H., İlten N., Kuş M., Türkiye’de Yapılan İç Hava Kalitesi Çalışmalarının İncelenmesi, Soğutma Dünyası,48,66-74,2010.
- [7] ASHRAE, 2003, ASHRAE HandbookCD, 2001 Fundamentals, Chapter 12: Air Contaminants, Atlanta, USA.
- [8] Korkmaz, A., 2007, Hastane iklimlendirme sistemlerinde filtre seçimi ve filtrenin önemi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 98, 27-30.
- [9] Branis, M., Rezacova, P., Domasova, M., 2005, The effect of outdoor air and indoor human activity on mass concentrations of PM10, PM2.5, and PM1 in a classroom, Environmental Research, 99, 143-149.
- [10] Yeşilyurt, C., Akcan, N., 2007, Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri ve Örneklem Kriterleri, T.C. Sağlık Bakanlığı, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, http://www.shm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava_metot.pdf.
- [11] Pope, C.A III, 1991. Respiratory hospital admissions associated with PM10 pollution in Utah, Salt Lake, and Cache Valleys. Archives of Environmental Health, 46(2), 90–97.
- [12] Choudhury, A.H., Gordian, M.E., Morris, S.S., 1997. Associations between respiratory illness and PM10 air pollution. Archives of Environmental Health, 52, 113–117.
- [13] Gönüllü, M.T., Bayhan H., Avşar Y., Arslankaya E., YTÜ Şevket Sabancı Kütüphane Binası İç Ortam Havasındaki Partiküllerin İncelenmesi.
- [14] Clayton, C.A., Perritt, R.L., Pellizzari, E.D., Thomas, K.W., Withmore, R.W., 1993. Particle total exposure assessment methodology (PTEAM) study: distributions of aerosol and elemental concentrations in personal, indoor, and outdoor air samples in a southern California community. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 3, 227–250.
- [15] Monn, C.H., Fuchs, A., Hogger, D., Junker, M., Kogelschatz, D., Roth, N., Wanner, H.U., 1997. Particulate matter less than 10 µm (PM10) and fine particles less than 2.5 µm (PM2.5): relationships between indoor, outdoor and personal concentrations. The Science of the Total Environment, 208, 15–21.
- [16] DİE 2008, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü
- [17] Balıkesir Valiliği Sitesi "www.balikesir.gov.tr
- [18] Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü – Günlük Klimatolojik Veriler
- [19] Balıkesir Valiliği İl Halk Sağlığı Müdürlüğü “ SO2 ve PM’ye ait günlük hava kirliliği değerleri
- [20] www.havaizleme.gov.tr
- [21] WHO (World Health Organization), (1987), Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series No:23, Denmark.
- [22] Chao, Y.H., Tung, C.W., Burnett, J., 1998. Influence of different indoor activities on the indoor particulate levels in residential buildings. Journal of Indoor & Built Environment 7, 110-121.
- [23] To, W.M., Yeung, L.L., Chao, Y.H., 2000. Characterisation of gas-phase organic emission from hot cooking oil in commercial kitchens. Journal of Indoor & Built Environment 9, 228-232
- [24] Phillips, K., Howard, D.A., Bentley M.C., Aluan, G., 1999. Assessment of environmental tobacco smoke and respirable suspended particle exposures for nonsmokers in Basel by personal monitoring. Atmospheric Environment 33, 1889-1904.
- [25] Pekey, B., Bozkurt, Z.B., Pekey, H., Doğan, G., Zararsız, A., Efe, N., Tuncel, G., 2010. Indoor/outdoor concentrations and elemental composition of PM10/PM2.5 in urban/industrial areas of Kocaeli City, Turkey. Indoor Air 20, 112-125.
- [26] Haller, L., Claiborn, C., Larson, T., Koenig, J., Norris, G., Edgar, R., 1999. Airborne particulate matter size distribution in an and urban area. Journal of the Air and Waste Management Association 49, 161-168.

- [27] Jones, N.C., Thorton, C.A., Mark, D., Harrison, R.M., 2000. Indoor/outdoor relationships of particulate matter in domestic homes with roadside, urban and rural locations. Atmospheric Environment 34, 2603-2612.
- [28] Elemental Composition of residential indoor PM10 in the urban atmosphere of Taipei. Atmospheric Environment 28, 3139-3144.
- [29] Tung, C. W., Chao, Y.H., Burnett, J., Pang, S.W., Lee, Y.M., 1999. A territory wide survey on indoor particulate level in Hong Kong. Builds and Environment 34, 213-220.
- [30] Begum BK, Paul SK, Hossain MD, Biswas SK, Hopke PK. Indoor air pollution from particulate matter emissions in different households in rural areas of Bangladesh. Build Environ 2009; 44:898-903
- [31] APEG, 1999. Source Apportionment of airborne particulate matter in the United Kingdom. Airborne particulates Expert Group, Department of the Environment, Transport and the Regions, London.
- [32] Corsi, R.L., Chiang C., 2000. The effect of vacuuming on indoor air particulate matter. Proceeding of A&WMA's 93rd Annual Conference and Exhibition on Indoor Air Quality Issues in Educational/Public/Federal Facilities. Air and Waste Management Association Salt Lake City, UT, USA. AB-7a.

ÖZGEÇMİŞ

Lokman Hakan TECER

1993 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı Üniversite'de 1996 yılında Yüksek Lisansını tamamladı. 2000 yılında Yıldız Teknik Üniversite'sinde doktora "İstanbul Kentinin hava kirliliğinin modellenmesi" konusunda yaptığı tez çalışmasıyla tamamladı. Doçentlik Unvanını ise 2009 yılında aldı. Cumhuriyet Üniversitesi'nde başladığı akademik hayatına, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'nde 2005 yılına kadar devam etti. 2005-2012 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi'nde çalışmalarına devam etti. Halen Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği'nde görev yapmaktadır.

Nadir İLTEN

Lisansını, Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği'nde 1983 yılında, Yüksek lisans ve dokorasını, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde 1986 ve 1992 yıllarında tamamladı. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Termodinamik Anabilim Dalı'nda, 1984-1994 yılları arasında Arş.Grv, 1994-2011 yılları arasında Yrd.Doç. Dr. olarak görev yaptı. Halen, aynı yerde 2011 yılından beri Doç.Dr. olarak görev yapmaktadır. Termodinamik, yanma, hava kirliliği, iç hava kalitesi konularında çalışmaktadır.

Ayşe Tülay SELİCİ

1990 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 2006 Yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden mezun olarak Çevre Yüksek Mühendisi unvanını aldı. Halen, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim dalında doktora öğrencisi ve 2004 yılından beri Balıkesir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğünde görev yapmaktadır.