



Araştırma Makalesi

Evlerde İç Ortam Partikül Madde Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonlarına Etki Eden Faaliyetler

Bilge KARAKAŞ[✉], Gülen GÜLLÜ

Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800 Ankara

Sunuluş tarihi: 10 Mayıs 2013, Kabul edilme tarihi: 28 Haziran 2013

ÖZET

İnsanlar zamanlarının büyük bir bölümünü kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu nedenle, iç ortam havasının halk sağlığı üzerine etkisi çok büyüktür. Partikül madde (PM), iç ortamda insan sağlığı ile ilgili önemli kirleticilerden biridir. İç ortamdaki partiküller, iç ortam aktiviteleri ve dış ortam olmak üzere genel olarak iki kaynaklıdır. Bu çalışmada farklı tipte sigara kullanımı (ince ve klasik sigara), sigara ve mumun beraber yakımı, mutfak faaliyetleri, mum yakımı, deodorant kullanımı vb. ev içi bazı faaliyetlerin, partikül madde boyut dağılımı ve konsantrasyonuna etkileri değerlendirilmiştir. Bilgilerin elektronik kayıtlarla direkt ve sürekli eldesini sağlayan, havadan taşınan partiküllerin konsantrasyonunu ölçmek için geliştirilmiş olan "Grimm Environmental Dust Monitor (EDM) 107" toz konsantrasyonu ölçüm cihazı kullanılmıştır. Yapılan ölçümler sonunda, mum yakımı deneyi parçacık boyut dağılımı analizinde 0,25 µm aerodinamik çapa sahip partikül madde konsantrasyonu en yüksek oranda gözlemlenmiştir (yaklaşık %37,41). Ev içerisinde mutfak faaliyetleri (ocak kullanımı), mum kullanımı, sigara tüketimi, deodorant kullanımı vb. faaliyetlerin iç ortamda partikül madde konsantrasyonu artışına sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Partikül madde, iç ortam hava, partikül madde boyut dağılımı.

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi'ne aittir.

1. Giriş

İç ortamda insan sağlığı ile ilgili en önemli kirleticiler arasında partikül madde (PM) ve biyoaerosoller bulunmaktadır. Bu iki kirleticinin sağlık etkilerinin partikül madde boyutu ve konsantrasyonlarına, ve birlikte bulunmalarına bağlı olduğu düşünülmektedir (Dockery and Pope, 1994; Williams et al., 2000). Partikül kirliliği hava da bulunan sıvı ve katı zerreciklerin karışımından oluşmaktadır. Partikül maddelerin boyut aralığı çok geniştir. Toz, is ya da duman çıplak gözle görülebilecek kadar koyu renkli ve çapları büyük partiküllerden oluşurken; bulut çekirdeği veya bazı zehirli partiküller ancak elektron mikroskopunda görülecek kadar küçük çaplara sahiptir (Sivaslıgil, 2007).

En önemli kirleticiler arasında yer alan ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın altı yaygın kirleticisinden bir tanesi olan PM (PM_{2.5} ve PM₁₀)'nin kimyasal kompozisyonu, reaksiyon özellikleri, kısa ve uzun aralıkta difüze olma özellikleri farklıdır. EPA'nın sınıflandırmasına göre aerodinamik çapı 0,1 µm'den küçük partiküller *çok (ultra) ince*, 0,1 µm ile 2,5 µm (2,5 µm dahil) arasındaki partiküller *ince* partiküller, 2,5 µm ile 10 µm arasındaki partiküller *kaba (course)* ve 10 µm'den büyük

partiküller ise *çok kaba* partiküller olarak adlandırılmaktadır. PM konsantrasyonu genellikle birim hacimdeki kütle veya parçacık sayısı olarak ifade edilir. PM konsantrasyonu, endüstriyel ortamlarda µg/m³ veya mg/m³ olarak, ofis binalarında ve endüstriyel temiz odalarda ise adet/m³ olarak ifade edilir (ASHRAE, 2003).

Partiküller, boyutlarına göre solunum sisteminin farklı yerlerinde tutulurlar. PM₁₀ üst solunum sisteminde tutulurken, ince ve ultra-ince partiküller ise akciğer alveollerine ulaşabilmektedirler. Bundan dolayı PM'nin sağlık etkilerinin tespit edilebilmesi için partiküllerin boyutu ve yüzeyi, sayısı ve kimyasal bileşiminin bilinmesi büyük bir önem arz etmektedir. PM'nin esas bileşenleri metaller, organik bileşikler, biyolojik orijinli materyaller, iyonlar, reaktif gazlar ve partiküler karbondur. Ultra ince ve ince partiküller sağlık etkisi bakımından kaba partiküllerden daha tehlikelidir (Alptekin, 2007). Dolayısıyla, 1 µm'den küçük aerodinamik çapa sahip partiküllerin kimyasal yapısı insan sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, ev içerisinde mutfak faaliyetleri (ocak kullanımı), mum kullanımı, farklı kalınlıkta sigara tüketimi, deodorant kullanımı vb. faktörlerin PM boyut dağılımı ve konsantrasyonuna etkileri değerlendirilmiştir.

✉ Bilge Karakaş
Tel:(312) 297 78 12, Faks:(312) 299 20 53
E-posta: bilgekarakas@hacettepe.edu.tr

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Örneklem

PM konsantrasyonu endüstriyel ortamlarda $\mu\text{g}/\text{m}^3$ veya mg/m^3 , ofis binalarında ve endüstriyel temiz odalarda ise adet/m^3 olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada elde edilen ince partikül madde ortalama parçacık boyutu konsantrasyonları – partikül cm^{-3} – biriminden değerlendirilmiştir. Yapılmış olan tüm referans deneyler, Ankara İli, Keçiören İlçesi, Subayevleri Semtinde yer alan bir apartmanın 2. katında yer alan bir evde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda, partikül madde boyut dağılımı ve konsantrasyonu ölçümleri 2011 yılı, Aralık ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Deneyler yatak odası ve mutfak olmak üzere iki farklı ortamda yapılmış olup, yatak odasının hacmi yaklaşık 38 m^3 ($4 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 2,7 \text{ m}$), mutfağın hacmi ise yaklaşık 24 m^3 'tür ($2,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 2,7 \text{ m}$). Deneyler sırasında her iki odada da, PM ölçüm cihazı yerden yaklaşık 70 cm yükseklikte bir masa üzerine yerleştirilmiştir. Sigara ve mum yakımı referans deneyleri partikül madde konsantrasyonu ölçüm cihazına yaklaşık 70 cm uzaklıkta gerçekleştirilmiştir. Deodorant kullanımı referans deneyi, deodorantın yukarıya dik açıyla ve PM ölçüm cihazına yaklaşık 1 metre uzaklıkta yapılmıştır. Yemek yapımı deneyinde faaliyet, PM ölçüm cihazından yaklaşık 1,5 metre uzaklıkta, yerden 1,5 metre yükseklikte gerçekleştirilmiştir. Tüm referans deneyler esnasında ortam, deneylere başlanmadan önce yaklaşık 30 dakika süreyle havalandırılmıştır. Yapılan deneylere ait örneklem özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

2.2. PM Ölçümü

İç ortamda bulunan parçacıkların boyutlarını tespit edebilmek için, partikül çaplarını $0,25 \mu\text{m}$ - $32 \mu\text{m}$ aralığında otomatik olarak tayin edebilen, ışık saçılımı prensibine dayanan bir cihaz kullanılmıştır. Bu cihaz elektronik kayıtlı direkt ve sürekli bilgi eldesini sağlayan, havadan taşınan partiküllerin konsantrasyonunu ölçmek için geliştirilmiş olan "Grimm Environmental Dust Monitor (EDM) 107" toz konsantrasyonu ölçüm cihazıdır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. İnce PM Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonu

Sigara Kullanımı. Önceden havalandırılmış ortamda, farklı zifir, nikotin ve karbon monoksit miktarlarına sahip iki farklı tip sigara kullanımı için PM ortalama parçacık boyutu ve konsantrasyonları incelenmiştir. Referans deney iki farklı tip sigara ile gerçekleştirilmiştir. A sigarasının zifir miktarı 1 mg, nikotin miktarı 0,1 mg ve karbon monoksit (CO) miktarı ise 1 mg'dır (ince tip). B sigarasının ise zifir miktarı 10 mg, nikotin miktarı 0,9 mg ve CO miktarı ise 10 mg'dır (kalın tip).

Yapılan ölçümler sonucunda halk arasında ince sigara olarak adlandırılan A sigarasının yanması sonucu sırasıyla $0,25$; $0,30$ ve $0,28 \mu\text{m}$ aerodinamik çapa sahip partikül-

Tablo 1. Referans Deney Örneklem Özellikleri

Deney	Ortam	Süre (dk)
Sigara A (İnce Tip)	Yatak Odası	20
Sigara B (Klasik Tip)	Yatak Odası	20
Tütsü Yakımı	Yatak Odası	27
Deodorant Kullanımı	Yatak Odası	22
Mum Yakımı	Yatak Odası	52
Sigara ve Mum	Yatak Odası	67
Yemek Yapımı	Mutfak	57

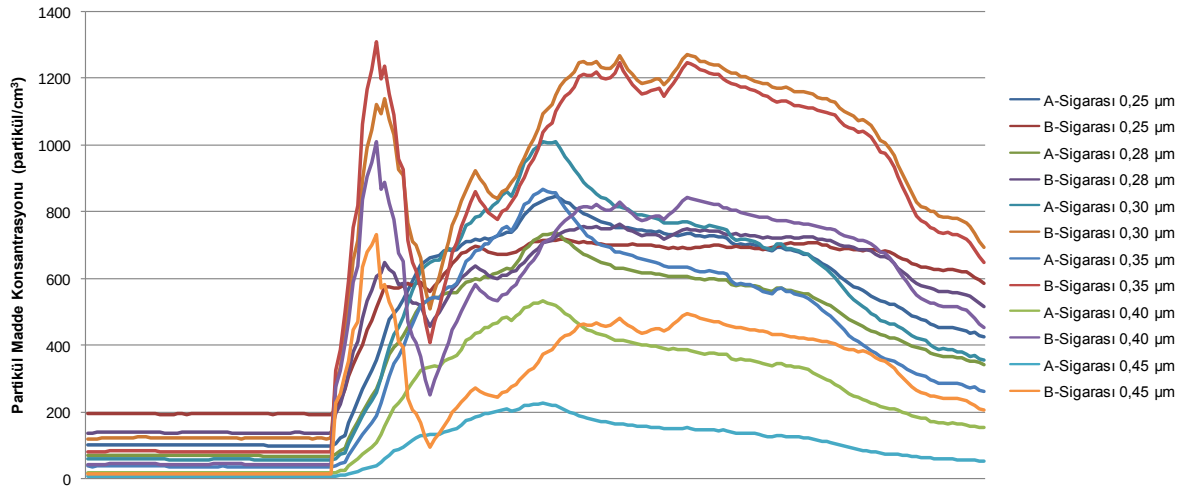
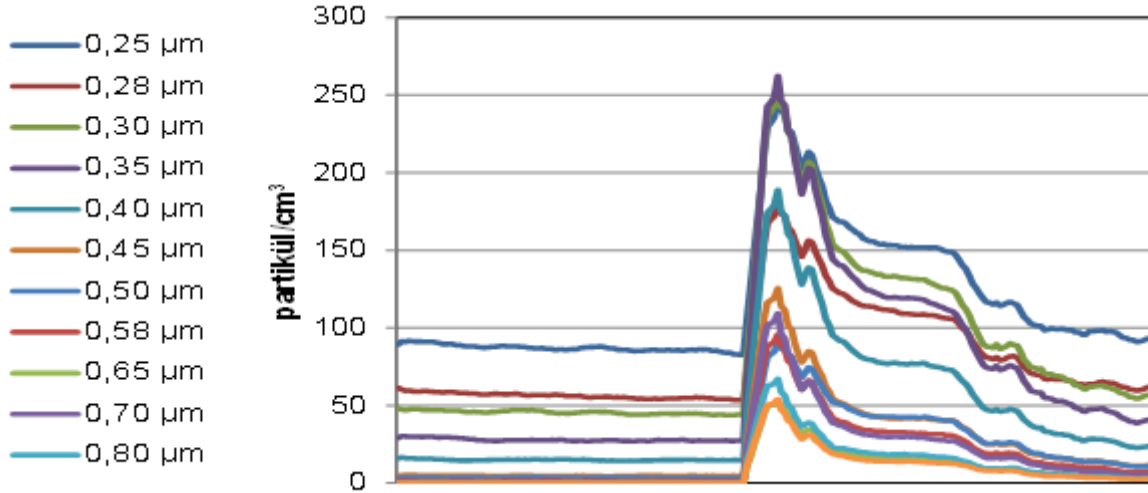
ler daha yüksek tespit edilmiştir. Ortamda sigara yakımına başlanması ile birlikte ince PM konsantrasyon miktarında ciddi artış gözlemlenmiş olup, sigaranın söndürülmesi ile birlikte bu miktar zamanla azalmıştır. Ayrıca, sigaranın söndürülmesinden sonra da ortamdaki ince PM konsantrasyonunun önceki iç ortam hava koşuluna göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir. A sigarası yakımı referans deneyi öncesi, ortamda mevcut partikül madde konsantrasyonu $0,25 \mu\text{m}$ aerodinamik çapa sahip ortalama partikül madde konsantrasyonu için, $100 \text{ partikül cm}^{-3}$, $0,28 \mu\text{m}$ için $66 \text{ partikül cm}^{-3}$, $0,30 \mu\text{m}$ için $56 \text{ partikül cm}^{-3}$ ve $0,35 \mu\text{m}$ için $34 \text{ partikül cm}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir.

A ve B tipi sigara yakımı deneylerinde, aerodinamik çapına göre tespit edilmiş PM'in, deney süresince açığa çıkan tüm parçacık miktarına oranları tespit edilmiş olup, ince PM ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarını gösteren yüzde oranları Tablo 2'de verilmiştir. A sigarasının yanması esnasında ortaya çıkan partiküllerin % 22,26'sı $0,25$ ve % 22,06'sı $0,30 \mu\text{m}$ çapa sahip partiküllerden oluşmaktadır. Deney sırasında anlık en yüksek PM konsantrasyonu $0,30 \mu\text{m}$ aerodinamik çapa sahip partikül maddelerde gözlemlenmiştir (Şekil 1). B sigarasının yanması esnasında ortaya çıkan partiküllerin % 21,14'ü $0,30$ ve % 20,21'i $0,35 \mu\text{m}$ çapa sahip partiküllerden oluşmaktadır (Tablo 2). A sigarası deneyinde gözlemlendiği gibi B sigarasında da ortamda sigara yakımına başlanması ile birlikte ince PM konsantrasyonunda ciddi artış, sigaranın söndürülmesi ile birlikte ortamdaki artmış olan ince PM konsantrasyonunda zamanla yavaş bir azalma gözlemlenmiştir (Şekil 1).

Deodorant Kullanımı. Kapalı oda içerisinde deodorant deneyinde, deodorant kullanımı 70 cm yükseklikte masa üzerinde yer alan partikül madde ölçüm cihazından yaklaşık 1 metre mesafede, yerden 1,5 metre yükseklikte yapılmıştır. Deodorant bir seferde 3-4 saniye süre ile kullanılmıştır. Sırasıyla $0,25$; $0,30$ ve $0,28 \mu\text{m}$ aerodinamik çapa sahip partiküller daha yüksek tespit edilmiştir. Deodorant kullanımı esnasında, ince partikül madde boyut dağılımı ve konsantrasyonlarında büyük oranda anlık yükselme gözlemlenmiştir. Deodorant kullanımına bağlı, PM boyut dağılımı ve konsantrasyonlarındaki değişimi gösteren grafik Şekil 2'de verilmiştir. Deney esnasında ortaya çıkan PM'nin %21,89'u $0,25$ ve %15,98'i $0,30 \mu\text{m}$ çapa sahip partiküllerden oluşmaktadır. Ayrıca,

Tablo 2. Referans Deneyler - İnce PM Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonları Yüzde Değerleri

Referans Deneyler	PM Boyut Dağılım Oranları (%)						
	0,25 μm	0,28 μm	0,30 μm	0,35 μm	0,40 μm	0,45 μm	0,50 μm
A Sigarası (İnce Tip)	22,26	18,18	22,06	17,88	10,86	4,22	2,80
B Sigarası (Klasik Tip)	14,43	13,95	21,14	20,21	13,77	7,53	4,91
Deodorant Kullanımı	21,89	15,03	15,98	13,31	8,47	4,55	4,06
Mum Yakımı	37,41	22,74	21,40	15,44	10,19	4,35	4,24
Sigara ve Mum	10,94	8,12	8,18	5,98	3,71	1,33	0,98
Yemek Yapımı	29,24	20,52	19,35	13,87	7,97	3,28	2,89

**Şekil 1.** A ve B Tipi Sigara - İnce PM Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonları (partikül cm^{-3})**Şekil 2.** Deodorant Kullanımı - İnce PM Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonları (partikül cm^{-3})

deney sırasında en yüksek PM 0,35 μm aerodinamik çapa sahip PM'de gözlemlenmiştir (Şekil 2). Deodorant kullanımı deneyine ait ince PM ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarını gösteren yüzde oranları Tablo 2'de verilmiştir.

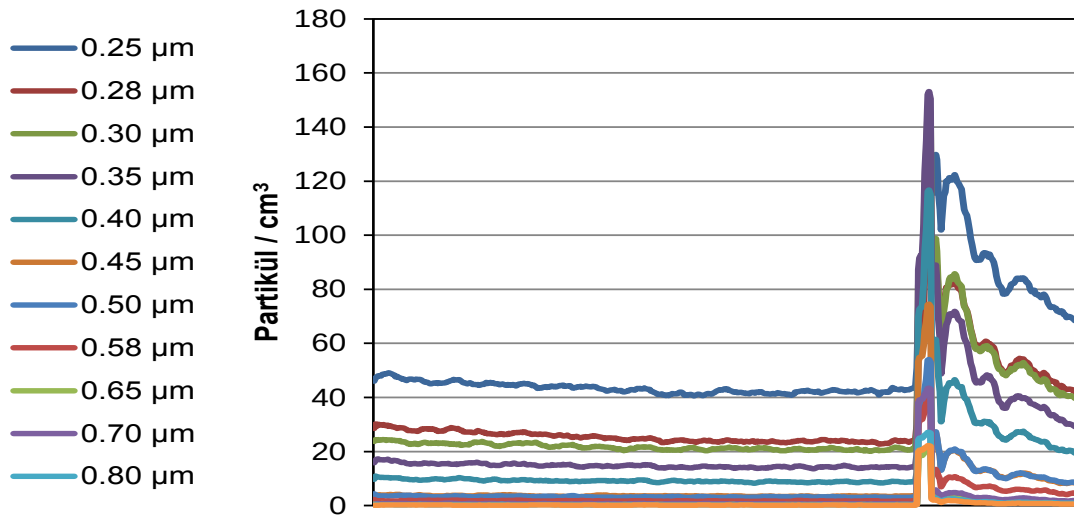
Mum Yakımı. Kapalı oda içerisinde mum yakımı deneyi esnasında sırasıyla 0,25; 0,28 ve 0,30 μm aerodinamik çapa sahip partiküller daha yüksek tespit edilmiştir. Mumun yakılması öncesi ortamda bulunan ortalama PM konsantrasyonu 127 partikül cm^{-3} tür (tüm aerodinamik çapa sahip partiküller). Deney esnasında, mum yaklaşık 25 dakika süre ile yanmıştır. Mumun yakılmasından sonra

geçen süre boyunca, ortamda ince ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarında önemli bir değişiklik gözlemlenmemiş olup, mumun söndürülmesinden itibaren ortamda ince PM fraksiyonlarında büyük miktarda artış gözlemlenmiştir. Mum yakımı deneyine ait ince PM ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarını gösteren grafik Şekil 3'te verilmiştir. Mum yakımı deneyi esnasında ortaya çıkan partiküllerin %37,41'i 0,25 ve %22,74'ü 0,28 μm çapa sahip partiküllerden oluşmaktadır. Ayrıca, deney sırasında en yüksek PM 0,35 μm aerodinamik çapa sahip partiküllerde gözlemlenmiştir (Şekil 3). Deneye ait ince PM ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarını gösteren yüzde oranları ise Tablo 2'de verilmiştir.

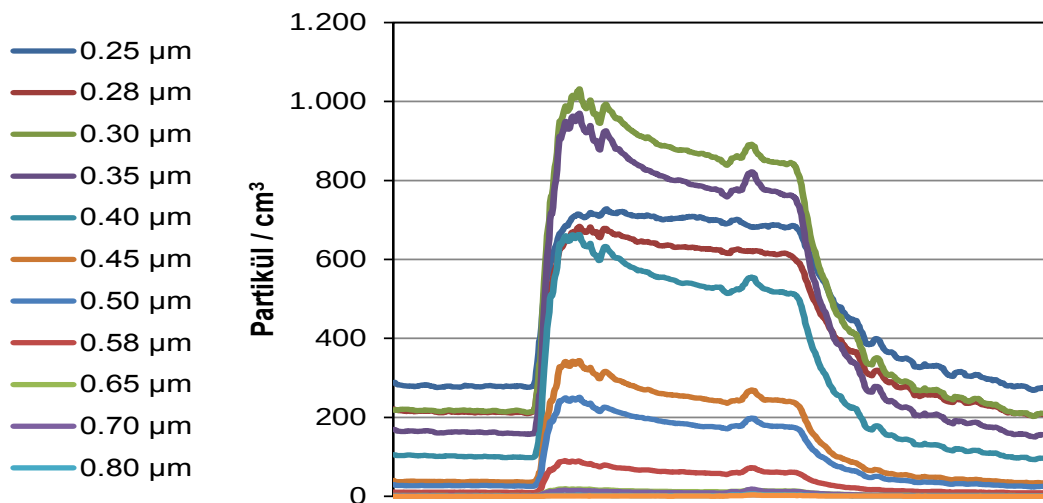
Sigara ve Mum Beraber Yakımı. Söz konusu deneyde mum yakılan ortamda sigara yakılmış ve partikül çap değişimi konsantrasyonu incelenmiştir. Deney öncesi ortam mevcut partikül madde konsantrasyonu ortalama

1055 partikül cm^{-3} ’tür (tüm aerodinamik çapa sahip partiküller). Deneyde, mum yakılması durumunda PM ince ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarında önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Sigara yakılmasının başlanmasında ise ortamda ince fraksiyonlara sahip partikül madde boyut dağılımı ve konsantrasyon miktarlarında hızlı bir artış gözlemlenmiştir. Sigara ve mum yakımı deneyine ait ince PM ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarını gösteren grafik Şekil 4’te verilmiştir.

Deney esnasında ortaya çıkan partiküllerin %10,9'u 0,25 ve % 8,18'i 0,30 μm çapa sahip partiküllerden oluşmaktadır. Ayrıca, deney sırasında en yüksek PM miktarı 0,30 ve 0,35 μm aerodinamik çapa sahip partikül maddelerde gözlemlenmiştir (Şekil 4). Sigara ve mum yakımı deneyine ait ince PM ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarını gösteren yüzde oranları ise Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 3. Mum Yakımı - İnce PM Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonları (partikül cm^{-3})



Şekil 4. Sigara ve Mum Yakımı - İnce PM Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonları (partikül cm^{-3})

Yemek Yapımı. Yemek yapımı deneyi öncesi, ortam mevcut partikül madde konsantrasyonu ortalama 610 partikül cm^{-3} 'tür (tüm aerodinamik çapa sahip partiküller). Deneyde, PM fraksiyonları değişimlerinde önemli miktarda artış gözlemlenmemiş olup, ortamda bulunan en yüksek PM miktarları 0,25; 0,28 ve 0,30 μm partikül çaplarında gözlemlenmiştir. Deneyde, ocak üzerinde sıvı yağ kullanımı ve buhar oluşumunu gerektiren yemeklerin yapılması (pirinç pilavı ve mercimek çorbası) tercih edilmiş olup, ince ortalama parçacık boyutu konsantrasyonlarında önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Yemek yapımı esnasında PM boyut dağılımı ve konsantrasyon değişimi Şekil 5'te verilmiştir.

Analiz edilen ortalama partikül madde boyut dağılımı ve konsantrasyonları %29,24'ü 0,25 μm , %20,52'si 0,28 μm çapa sahip partiküllerden oluşmaktadır. Ayrıca, deney sırasında en yüksek PM boyut dağılımı ve konsantrasyon miktarı sırasıyla 0,25 ve 0,28 μm aerodinamik çapa sahip partikül maddelerde gözlemlenmiştir (Şekil 5). Yemek yapımı deneyine ait ortalama PM boyut dağılımı ve konsantrasyonlarını gösteren yüzde oranları Tablo 2'de verilmiştir.

3.2. Genel Değerlendirme

Sigara Deneyleri. Farklı tip sigara tüketimi deneylerinde, ince ve klasik tip sigaraların açığa çıkardığı ortalama partikül madde boyut dağılımı ve konsantrasyon miktarlarını karşılaştırma fırsatı bulunmuştur. Aerodinamik çapı 0,25; 0,28 ve 0,30 μm olan PM ortalama konsantrasyonu A tipi sigara olarak adlandırdığımız ince sigara tüketiminde, B tipi olarak adlandırdığımız klasik sigara tüketimine göre yüksek gözlemlenmiştir. Aerodinamik çapı 0,35; 0,40; 0,45 ve 0,50 μm olan PM ortalama konsantrasyonlarında ise klasik tip sigara, ince tip sigaraya oranla daha yüksek PM boyut dağılımı ve konsantrasyonuna sahiptir. A ve B tipi sigaralara ait ortalama PM boyut dağılım yüzdeleri Şekil 6'da verilmiştir.

Tüm Deneyler. Yapılan referans deneylerde çeşitli faaliyetlerden kaynaklı ortamdaki ince PM boyutları gözlemlenmiştir. Deneylerin bir kısmı yanma faaliyetleri (mum, sigara yakımı, ocak kullanımı), bir kısmı ısıtma (ocakta sıvı yağ kullanımı) faaliyetleri ve diğer bir kısmı da basınçlı ambalajlarda (deodorant sprey kullanımı) bulunan ürünlerin kullanımından kaynaklı iç ortam hava kalitesindeki değişimi tespit etmeye yardımcı olmuştur.

Ev içerisinde yapılan farklı tip faaliyetlerin sonucunda en yüksek 0,25 μm aerodinamik çapa sahip PM sırasıyla mum yakımı ve yemek yapımı deneylerinde gözlenmiştir. Yakma faaliyeti, ev içerisinde PM boyutlarında önemli değişimlere sebep olabilecek bir faaliyet olup, maddenin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu oluşan kimyasal bir

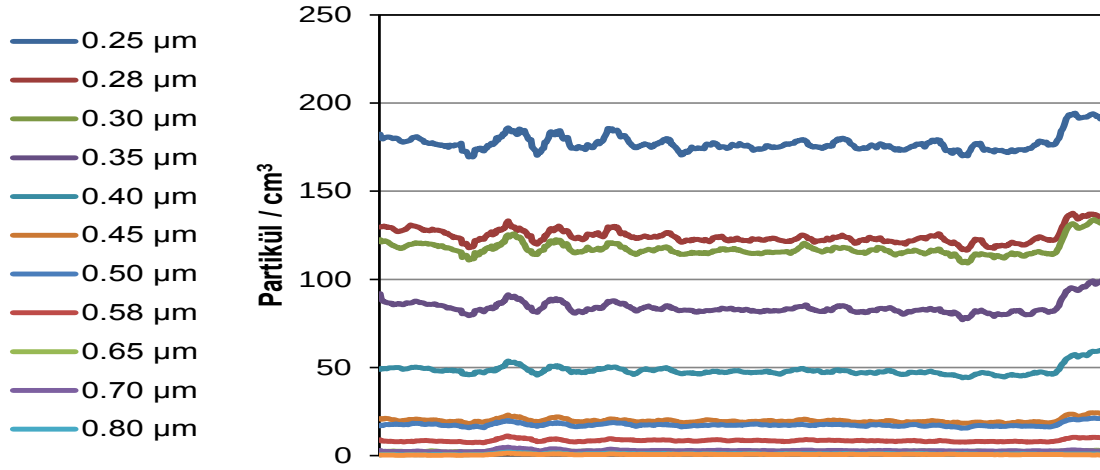
olaydır. Mum, katı halden önce sıvı hale daha sonra da buhar veya gaz haline geçerek hızlı bir yanma biçimine sahiptir. Mumun yanması olayında, açığa çıkan ısı ile bir kısım mum erimekle beraber, mumun büyük bir kısmı artık muma hiç benzemeyen karbondioksit, su buharı ve is dediğimiz yeni ürünlere dönüşür. Yapılan referans deneylere göre, mumun tek başına yakılması durumunda diğer deneylere oranla daha yüksek ortalama ince partikül madde konsantrasyonu yüzde oranına rastlanılmıştır (0,25, 0,28 ve 0,30 μm).

Deneyler arasında, en yüksek 0,35; 0,40; 0,45 ve 0,50 μm çapa sahip ortalama partikül madde konsantrasyon oranlarına, B tipi sigara tüketiminde rastlanılmıştır. Sigara ve sigara dumanının çok miktarda ve değişik özellikte zararlı madde içerdiği bilinmektedir. Sigara dumanı tütün bitkisi yapraklarının tam yanmaması sonucu oluşmaktadır. Sigara dumanının içerdiği maddeler gaz veya tanecik halinde bulunmaktadır. Sigaranın ağız kısmında içe çekilme sırasında oluşan duman "Ana Duman" olarak tanımlanır. Yanan sigaranın ucundan ve ağız kısmından kendiliğinden çıkan duman ise "Yan Duman" olarak tanımlanmaktadır. Sigara dumanının ihtiva ettiği maddeler çeşitli faktörler tarafından etkilenir. Tütünün tipi, yanma sıcaklığı, sigaranın uzunluğu, sigara kağıdının özellikleri (gözenekli yapıda olup olmaması gibi), filtre ve tütüne ilave edilen katkı maddeleri bunların başlıcalarıdır. Sigaranın ucunda sıcaklık 900 °C'ye yükselir. Bu ısı nedeniyle tütün yaprağında bulunan maddeler değişime uğrar ve bir çok yeni madde oluşur. Bunlardan bir tanesi nikotindir. Nikotin sigara dumanında tanecik halinde bulunan ve bağımlılığa yol açan ana maddedir. Karbon monoksit ise sigara dumanında gaz halinde bulunan zararlı maddelerin en önemlisidir ve tütünün tam yanmaması sonucu ortaya çıkar.

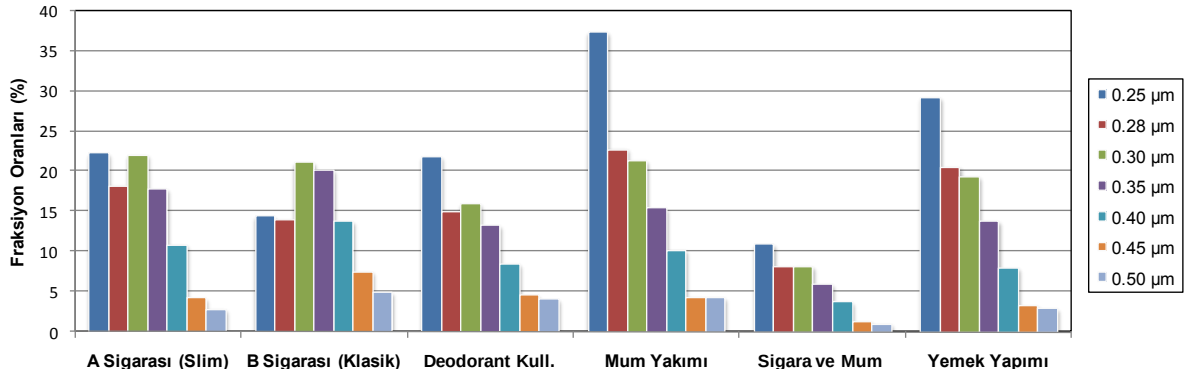
Yapılan tüm referans deneylerin sonucunda, mum yakımı deneyinde, mumun sönmeye başlaması durumunda açığa çıkan PM boyut dağılımı değişimlerinde en yüksek 0,25 μm aerodinamik çapa sahip ortalama PM konsantrasyonu gözlemlenmiş olup, en yüksek 0,35; 0,40; 0,45 ve 0,50 μm aerodinamik çapa sahip PM konsantrasyonu, B tipi sigara tüketiminde gözlemlenmiştir. Deneylere ait ortalama PM boyut aralığı konsantrasyon grafiği Şekil 6'da verilmiştir. Deneyler arasında, analiz edilen en yüksek ortalama PM boyut dağılımı ve konsantrasyon miktarları, mum yakımı deneyinde %37,41'lik oranla 0,25 ve %22,74'lük oranla 0,28 μm çapa sahip partiküllerden oluşmaktadır (Tablo 2).

Teşekkür

Ölçümlerde kullanılan cihaz Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir.



Şekil 5. Yemek Yapımı - İnce PM Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonları (partikül cm^{-3})



Şekil 6. Referans Deneyler - İnce PM Boyut Dağılımı ve Fraksiyon Oranları

Kaynaklar

- ASHRAE, 2003. ASHRAE Handbook CD, Fundamentals-2001, Chapter 9: Indoor Environmental Health, Atlanta, USA.
- Alptekin, O., 2007. Binalarda iç hava kalitesi toz partiküllerinin iç mekan hava kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dockery, D., Pope C.A., 1994. Acute respiratory effects of particulate air pollution, Annual Review Public Health, 15, 107-132.

Sivaslıgil, A., 2007. Gebze Dilovası'nda partikül madde kirliliği; kirlenici kaynakların dökümü ve partikül madde kanserojenik PAH analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gebze.

Williams, R., Creason, J., Zweidinger, R., Watts, R., Sheldon, L., Shy, C., 2000. Indoor, outdoor and personal exposure monitoring of particulate air pollution: The Baltimore elderly epidemiology-exposure pilot study, Atmospheric Environment, 34, 4193-04.



Research Article

Household Activities that Affect Indoor Air Particle Size Distributions and Concentrations

Bilge KARAKAŞ[✉], Gülen GÜLLÜ

Hacettepe University, Department of Environmental Engineering, Beytepe 06800 Ankara, Turkey

Received: May 10, 2013; Accepted: June 28, 2013

ABSTRACT

People spend most of their time in indoor environments, suggesting that there is a significant effect of indoor air quality on the public health. Particle Matter (PM) is one of the major pollutants indoor environment related with human health. Particles in indoor environments can be originated from indoor and outdoor activities. In this study, the effects of some of those activities, including cigarette smoking (slim or classic), candle use alone or combined use of candles with cigarette smoking, deodorant use, and kitchen work, on the concentration of average size of particles were evaluated. Grimm Environmental Dust Monitoring (EDM) 107 system was used to monitor indoor air particulate concentrations. This instrument is able to measure the concentration of airborne particles, and to record electronic data providing direct and consistent information of particle concentrations. The highest proportion (approximately 37.41%) of particle fractions with aerodynamics diameter of 0.25 μm was detected by the experiment performed using candles alone. It was found that such activities at home (smoking indoors, deodorant use and kitchen activities like stove use) increased the fine PM concentration.

Keywords: Particulate Matter, indoor air, particle size distribution.

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.