

Laboratuvar Ortamındaki Hava Kirletici Madde Düzeylerinin Pasif Örneklemeye Yöntemi ile İncelenmesi

Elif Gözde Temür¹⁺ ve Sibel Çukurluoğlu^{2*}

¹Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye

²Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye

*Yazışılan yazar: scukurlooglu@pau.edu.tr

+Konuşmacı: egtemur@kucuker.com

Sunum/Bildiri: Sözlü

Özet – Laboratuvarlarda uygulanan deneysel çalışmalar sırasında kimyasal maddeler kullanılmakta, analizler sırasında çeşitli işlemler yapılmakta ve iç ortam hava kirletici maddeler oluşabilmektedir. İç ortam hava kirletici maddeler arasında yer alan azot dioksit ve ozon laboratuvar kimyasalları, enstrümantal analiz cihazları gibi elektronik cihazlardan kaynaklanabilmektedir. Kapalı ortamlarda uzun zaman geçirilmesi nedeniyle iç ortam hava kalitesinin sağlık üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Solunum yoluyla alveollere dek ulaşabilen iç ortam hava kirletici maddeler çalışma ortamında bulunan kişilerin sağlığı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebilmektedir. Bu nedenle iç ortam hava kirletici maddelerin düzeylerinin aktif ve/veya pasif örneklemeye yöntemleri kullanılarak belirlenmesi önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında laboratuvar ortamında oluşan azot dioksit ve ozon düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Radiello® pasif örnekleyiciler kullanılarak örneklemeler gerçekleştirilmiştir. Radiello® pasif örnekleyicilerdeki azot dioksit kimyasal-adsorplama kartuşları trietanolamin ile kaplanmış gözenekli polietilen malzemeden ve ozon örneklemesinde kullanılan kartuşlar ise 4-4'-dipiridiletilen ile kaplanmış silika jel parçacıkları ile doldurulmuş kapaklı politetrafloretilen tüplerden oluşmaktadır. Kartuşlar difüzyon gövdelerine yerleştirilerek destek plakasına tutturulmuş ve 8 saatlik pasif örneklemeler yapılmıştır. Örneklemeye süresi sonunda örnekler için ekstraksiyon işlemleri uygulanmış ve Hach Lange DR5000 spektrofotometre kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler – Hava kalitesi, iç ortam, azot dioksit, ozon, Radiello®

I. GİRİŞ

Yakıtların yakılması sonucu oluşan hava kirletici maddeler, binalarda bulunan ve mobilya, kimyasal ürün gibi nesnelere tarafından salınan organik bileşikler ve biyolojik proseslerle ortaya çıkan kirleticiler iç ortam hava kirletici maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bu kirleticiler; küllük oksitler, partikül maddeler, karbon monoksit, azot oksitler, uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler, radon, polenler, küfler, böcekler, virüsler ve bakteriler gibi biyolojik unsurlardır ([1], [2]).

Azot oksitler, yanma işlemi sırasında yüksek sıcaklıklarda oluşmaktadır. Azot oksitlerin % 90-95'ini oluşturan azot monoksit oksijen, ozon ve uçucu organik bileşik gibi oksitleyiciler tarafından havada hızla oksitlenerek azot dioksit oluşturmaktadır. Oksidasyon süreci iç ortamda genellikle çok daha yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Azot dioksidin en önemli iç ortam kaynakları sigara dumanı ve gaz, odun, yağ, gazyağı ve soba kullanımı, fırın, mekan ve su ısıtıcıları ve şömineler gibi kömür yakma cihazlarıdır. Atmosferik ortamda doğal ve antropojenik kaynaklardan dışarıya atılan azot dioksit iç ortam konsantrasyonlarını da etkilemektedir [3].

Ozon atmosferde fotokimyasal etkileşimler ile oluşmakta ve doğal olarak bulunmaktadır. Ozon yüksek oranda atmosferik reaktivliğe sahiptir [4].

Fotokopi makineleri ve lazer yazıcılar gibi ofis ekipmanlarının çalışmaları sırasında ozon oluşmaktadır. Atmosferik ozon konsantrasyonu, iç ortam havalandırma oranı, iç ortamda bulunan ozon kaynakları, ozonun iç

ortamdaki yüzeyler tarafından tutulma oranı ve havadaki ozon ile diğer kimyasal maddeler arasındaki reaksiyonlar iç ortam ozon konsantrasyonunu etkileyen faktörlerdir [5].

İç ortam hava kalitesi kirletici kaynaklar, alanın havalandırma oranı ve hava bileşimi gibi etkenlere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir [1].

İnsanlar atmosferde ve iç ortamda bulunan hava kirletici maddelere maruz kalmaktadır. Kişilerin iç ortamlarda daha fazla zaman geçirdikleri dikkate alındığında atmosferik ortamdan iç ortamlara geçen hava kirletici maddelere ve iç ortam hava kirletici maddelere maruziyet oranları artmaktadır [3].

Azot dioksit solunum sistemini tahriş edici bir etki göstermektedir. Bronşları ve alveolleri etki altına almaktadır. Solunum yolu enfeksiyonlarına karşı direnci azaltmakta ve astım hastalarında akciğer fonksiyon değişikliklerine neden olmaktadır [6].

Ozon akciğerlerde iltihaplanmaya neden olabilir ve akciğer lezyonu akciğer hastalıklarının başlamasıyla da gün geçtikçe şiddetlenebilir. Ozona uzun süre maruz kalmak akciğer fonksiyonlarını azaltmaktadır [7].

İç ortam hava kirletici maddelerin örneklenmesi amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan pasif örneklemeye yönteminde pasif örnekleyicilerin kolay taşınması, kullanılması ve depolanması, kimyasal analizlerinin kolay olması gibi özellikleri bu yöntemin tercih edilmesindeki önemli sebepler olarak gösterilmektedir [8].

Pasif örnekleme yönteminde örnekleme periyodunun sonuna kadar örnekleyici hava kirlenici maddeleri toplamaya devam etmektedir. Bu nedenle örneklenen kirlenici madde konsantrasyonu örnekleyici üzerinde toplanan miktara ve örnekleyicinin hava kirlenici maddeye maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir [9].

II. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında pasif örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Radiello® pasif örnekleyiciler ile laboratuvar ortamında oluşan azot dioksit ve ozon düzeylerinin belirlenmesi amacıyla örnekleme gerçekleştirilmiştir.

Örnekleme Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Örnekleme süresi 8 saat olarak belirlenmiştir.

A. Azot Dioksit ve Ozon Örnekleme Yöntemi

Radiello® pasif örnekleyicilerdeki, azot dioksit kimyasal-adsorplama kartuşları trietanolamin ile kaplanmış gözenekli polietilen malzemeden ozon örneklemede kullanılan kartuşlar ise 4-4'-dipiridiletlen ile kaplanmış silika jel parçacıkları ile doldurulmuş kapaklı politetrafloretlen tüplerden oluşmaktadır. Kartuşlar difüzyon gövdelerine yerleştirilerek destek plakasına tutturulmuş ve örnekleme başlatılmıştır.

B. Azot Dioksit ve Ozon Analiz Yöntemi

Azot dioksit ve ozon örnekleri için ekstraksiyon ve analiz işlemleri Radiello® kılavuzunda (2006) belirtilen şekilde gerçekleştirilmiştir.

Azot dioksit örnekleme sonucunda trietanolamin üzerinde kimyasal adsorpsiyon ile tutulmakta ve nitrit iyonuna dönüşmektedir. Örnekleme süresi sonunda örnekler için ekstraksiyon işlemleri uygulanmıştır.

Ekstraksiyon işlemi sırasında kapaklı tüpler içerisinde bulunan her örnekleyiciye deiyonize su eklenerek vorteks işlemi uygulanmıştır. Kartuş ekstraksiyon çözeltisine sülfanilamid reaktifi eklenerek karıştırılmıştır. Daha sonra N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride reaktifi eklenmiş ve karıştırılmıştır.

0,1-20 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanan sodyum nitrit kalibrasyon çözeltileri için de örnekler uygulanan işlemler gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon çözeltileri ve tüm örnekler için spektrofotometrede (Hach Lange DR5000) 537 nm dalga boyunda ölçümler yapılmıştır.

Ozon örnekleme sonucunda 4-4'-dipiridiletlen 4-piridilaldehide dönüşmektedir. Örnekleme süresi sonunda örnekler için ekstraksiyon işlemleri uygulanmıştır.

Ekstraksiyon işleminin başlangıcında örnekleyici içerisindeki silika jel analiz tüpüne boşaltılmış ve üzerine 3-methyl-2-benzothiazolinone hidrazone hydrochloride çözeltisi eklenmiştir. Renk oluşumu gerçekleştikten sonra örnekler 13 mm çaplı 0,45 µm gözenek çaplı şırınga filtrelerden geçirilmiştir.

4-piridilaldehit çözeltisi hazırlanarak 1:2-1:100 seyreltme aralığında kalibrasyon çözeltileri hazırlanmıştır. Kalibrasyon çözeltileri ve örnekler için spektrofotometre ile 430 nm dalga boyunda ölçümler yapılmıştır.

C. Sıcaklık Ölçümleri

Örnekleme döneminde pasif örnekleme gerçekleştirilirken iç ortam sıcaklık değerleri de ölçülerek kaydedilmiş ve azot dioksit ve ozon konsantrasyonları ile istatistiksel ilişkileri incelenmiştir.

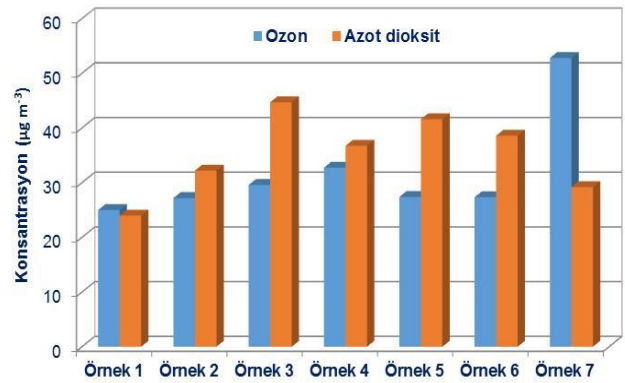
III. SONUÇLAR

Laboratuvar ortamındaki ozon ve azot dioksit konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla Radiello® pasif örnekleyiciler kullanılarak 7 örnekleme gerçekleştirilmiştir.

Örnekleme döneminde ortalama ozon konsantrasyonu $31,7 \pm 9,6 \mu\text{g m}^{-3}$ ve azot dioksit konsantrasyonu ise $35,3 \pm 7,3 \mu\text{g m}^{-3}$ olarak belirlenmiştir.

Minimum ve maksimum ozon konsantrasyonları sırasıyla 24,9 ve $52,8 \mu\text{g m}^{-3}$ 'tür.

Azot dioksit için minimum konsantrasyon $23,9 \mu\text{g m}^{-3}$ olarak belirlenirken, maksimum konsantrasyon ise $44,7 \mu\text{g m}^{-3}$ olarak bulunmuştur (Şekil 1).

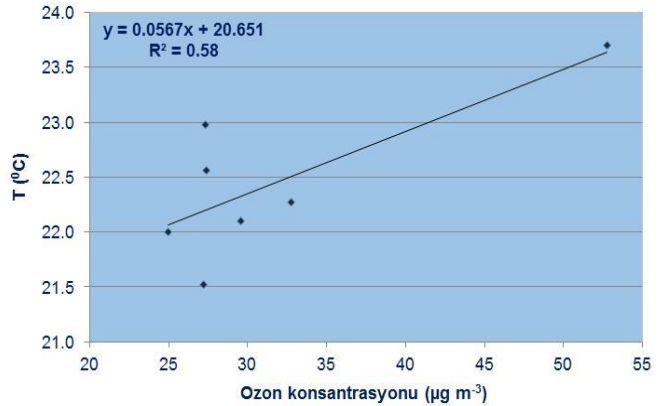


Şekil 1. Ozon ve azot dioksit konsantrasyonlarının değişimi

Örnekleme sırasında ortam sıcaklık değerleri de kaydedilmiştir.

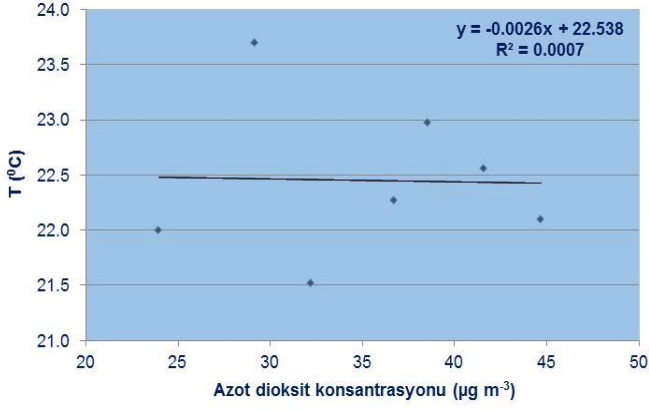
Örnekleme döneminde sıcaklık değerleri 21,5 ile $22,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığında değişmiş, ortalama sıcaklık $22,5 \pm 0,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir.

Ozon konsantrasyonları ile sıcaklık değerleri arasında çok güçlü bir istatistiksel ilişki ($R^2= 0,58$) belirlenmemiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ozon konsantrasyonları ile sıcaklık arasındaki istatistiksel ilişki

Sıcaklık değerleri ile azot dioksit konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki ($R^2= 0,0007$) gözlemlenmemiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Azot dioksit konsantrasyonları ile sıcaklık arasındaki istatistiksel ilişki

IV. TARTIŞMA

Örnekleme döneminde ortalama ozon ve azot dioksit konsantrasyonlarının sırasıyla 31,7 ve 35,3 µg m⁻³ olduğu belirlenmiştir.

Örnekleme döneminde ortalama sıcaklık 22,5 °C olarak belirlenmiştir.

Sıcaklık değerleri ile ozon konsantrasyonları arasında güçlü olmayan bir istatistiksel ilişki gözlemlenirken, azot dioksit konsantrasyonlarının sıcaklık ile değişmediği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Yazarlar 2018FEBE061 nolu proje ile ISAS 2019 sempozyumuna katılım desteğinden dolayı Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- [1] K. R. Smith, J. M. Samet, I. Romieu, and N. Bruce, "Indoor air pollution in developing countries and acute lower respiratory infections in children," *Thorax*, 55, 518-532, 2000.
- [2] J. J. Zhang, and K. R. Smith, "Indoor Air Pollution: A Global Health Concern," *British Medical Bulletin*, 68, 209-225, 2003.
- [3] WHO (2010), WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants, [Online]. Available: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf
- [4] A. Ribas, and J. Penuelas, "Temporal Patterns of Surface Ozone Levels in Different Habitats of the North Western Mediterranean Basin," *Atmospheric Environment*, 38, 985-992, 2004.
- [5] C. J. Weschler, "Ozone in Indoor Environments: Concentration and Chemistry," *Indoor Air*, 10, 269-288, 2000.
- [6] S. Bootdee, P. Chalemrom, and S. Chantara, "Validation and Field Application of Tailor-Made Nitrogen Dioxide Passive Samplers," *International Journal Environmental Science and Technology*, 9, 515-526, 2012.
- [7] I. B. Tager, J. Balmes., F. Lurmann, L. Ngo, S. Alcorn, and N. Kunzli, "Chronic exposure to ambient ozone and lung function in young adults," *Epidemiology*, 16, 751, 2005.
- [8] H. Tang, T. Lau, and B. Brassard, "A New All-Season Passive Sampling System for Monitoring SO₂ and NO₂ in the Atmosphere," *Air and Waste Management Association*, 529-537, 1998.
- [9] S. Krupa, M. Nosal, and D. L. Peterson, "Use of Passive Ambient Ozone (O₃) Samplers in Vegetation Effects Assessment," *Environmental Pollution*, 112, 303-309, 2001.