

İÇ ORTAM BİYOLOJİK KİRLİLİĞİN MEKANSAL DEĞİŞİMİ VE DIŞ ORTAMIN ETKİSİ

Sibel MENTEŞE
Abbas YOUSEFI RAD
Münevver ARISOY
Gülen GÜLLÜ

ÖZET

Bu çalışmada döneminde Ankara ilinde bir kreş, bir işyeri, bir ilkokul, bir ev iç ortam havasında ve paralel olarak dış ortam havasında biyoaerosol örnekleme gerçekleştirilmiştir. Bu mekanlardan ve de dış ortamlarından bakteri ve mantar örnekleri eşzamanlı olarak toplanmıştır. Ölçümler 5 gün süre ile günde üç örnek olacak şekilde farklı periyotlarda yapılmıştır. Çalışmada ayrıca, iç-dış ortam sıcaklık ve bağıl nem değerleri de eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Çalışma ile bakteri ve mantar seviyelerinin iç ve dış ortamdaki seviyeleri belirlenerek, iç ortam hava kompozisyonu ile dış ortamınki arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Genel olarak tüm örnekleme noktaları dikkate alındığında bakteri konsantrasyonu geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. Günlük veriler dikkate alındığında iç ortam/dış ortam (I/D) konsantrasyon oranı bakteriler açısından 0.1 ile 20.2 arasında değişirken; mantarlar açısından 0.3 ila 12 arasında değişmiştir. Çalışma geneline bakıldığında ise bakteri yönünden i/d oranının 1'in üzerinde olduğu gün sayısı ve 5 günlük ortalama i/d oranı açısından en yüksek olan örnekleme noktaları, sırasıyla kreş, ev, ilkokul ve işyeri örnekleme noktaları iken, mantar yönünden bu sıralama ilkokul, kreş, ev ve işyeri olarak gözlenmiştir. İç ortamdaki bakteri ve mantarların seviyesinin artışına dış ortamdan içeriye hava girişi, iç ortamda uygun olmayan sıcaklık-nem koşullarının bulunması ve bakteri mantarların çoğalmasına neden olan besinlerin içeride bolca bulunması gösterilebilir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaerosol, iç ortam hava, dış ortam hava, bakteri, mantar.

ABSTRACT

In this study bioaerosol sampling was done in a kindergarten, a workplace, a primary school, a house in Ankara city in parallel with outdoor sampling. Bacteria and mold samples were collected from these environments and from their outdoors simultaneously. Measurements were done during 5 days and three samples were collected in different periods of a day. Levels of bacteria and molds in both indoor environments and outdoors were determined and assessment of relationship between composition of indoor air and outdoor air was purposed. When all the sampling sites were taken into account, in general, bacteria concentrations were varied on a large scale. When daily data were considered, ratio of indoor air concentration to outdoor air concentration (I/O) was varied between 0.1 and 20.2 for bacteria count and between 0.3 and 12 for mold count. Sampling sites, in which the highest day number of I/O>1 cases were observed and the highest average I/O ratio seen during five days period throughout the study were kindergarten, house, primary school, and workplace for bacteria count and primary school, kindergarten, house and workplace for mold count, in a descending order. Penetration of outdoor air to indoor air, inadequate temperature-relative humidity conditions in indoors, and abundant substrate existence in indoors, which enables bacteria and mold propagation, may increase levels of bacteria and molds in indoors.

Key Words: Bioaerosol, indoor air, outdoor air, bacteria, mold.

GİRİŞ

İnsanlar zamanlarının büyük bir bölümünü ev, işyeri ve okul gibi kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu nedenle, iç ortam havasının halk sağlığı üzerinde çok büyük bir etkisi vardır. İnsan popülasyonlarının yaşamları boyunca kaçınılmaz olarak vakitlerini geçirdikleri mekanlar olan okullar, işyerleri ve evler iç ortam hava kalitesinin belirlenmesi gereken önemli yaşam alanlarıdır. Bu alanlardan ilkokul ve kreşler, çocukların ve öğrencilerin zamanlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri yerlerken; işyerleri ve evler ise insanların günlük en az 8'er saatlerini geçirdikleri çalışma ve ikamet yerleridir. Bu mekanlardan kreşler ve ilkokullar hassas grup olarak nitelendirilen çocukların o yaş aralığında bağışıklık sistemlerinin henüz gelişmemiş olması ve solunum seviyelerinin daha alçakta olması nedeniyle ayrı bir önem arz etmektedir.

Bakteri, mantar, mantar sporları, virüsler ile polen ve onların fragmentlerini içeren biyolojik kökenli havadan kaynaklı tüm organik tozlar genel olarak biyoaerosol olarak adlandırılmaktadır [1,2]. Bu biyolojik canlılar kendi başlarına sağlık riski oluşturmakla beraber; bu canlıların metabolizma ürünleri olan endotoksinler, ekzotoksinler ve mitotoksinler de insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Biyoaerosollerin çeşitli hastalıklara neden olduğu belirlenmiştir: kronik alerjik rinit, astım ve hipersensitiv pnömani gibi [3]. Bu hastalıklar haricinde, henüz tam olarak sebep olduğu etkenler kesinleşmediği için semptom olarak kalan hasta bina sendromu da son zamanlarda en çok dikkat çeken konulardan biridir. İç ortam hava kalitesinin kötü olduğu binalarda uzun süre vaktini geçiren kişilerde çeşitli semptomlar ve kirlenici kaynağın yoğunluğuna bağlı olarak da bazen hastalıklar gözlenebilmektedir. Problemlere neden olan bu binalara "hasta bina" denilmektedir [4]. Problemleri binalardan kaynaklanan sağlık sorunlarını bina ile ilişkili hastalıklar, iş ile ilişkili hastalıklar ve belirtiler ile hasta bina sendromu olarak sınıflandırabiliriz [3,5].

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda *Penicillium* spp. ve *Aspergillus* spp.nin de dahil olduğu pek çok mantar türü ve sporları ile iç ortam hava kalitesi problemleri ve hasta bina sendromu arasında ilişki olduğu belirtilmektedir [6-8]. Mantarlar da, insanların iç ortam havasında hoşlandığı gibi yüksek nem seviyelerine ve geniş sıcaklık aralıklarına gereksinim duymakla beraber, birçok ortamda büyüyebilirler [9,10]. *Penicillium* spp. ve *Aspergillus* spp.nin ürettiği mitotoksinler hasta bina sendromu ile ilişkili birçok semptomla ilişkilendirilmektedir [11]. *Penicillium* spp., hem iç ortamda hem de dış ortamda sıklıkla görülebilmektedir [12-14].

İç ortam hava kalitesi; dış hava kompozisyonu, iç ortam faaliyetlerinin türüne, iç ortamda bulunan hava hacmine ve kirleniminin üretim veya yayılma hızına bağlı olarak değişmektedir [15,16]. Dış hava ile temasın az olduğu, yapay havalandırmanın yapıldığı büyük binalarda da iç hava kalitesinin düşük olduğu tespit edilmiştir [17]. İç ortam havasındaki biyoaerosol seviyeleri, dış ortam havasından giriş ile de değişebilmektedir [18]. Bu nedenle, mikrobiyal büyümeyi etkileyen temel faktörler olan; dış ortam havasının sıcaklık ve bağıl nem değerleri, iç ortam havasındaki biyoaerosollerin seviyesinde rol oynayabilmektedir [19].

Bu çalışmada, Ankara İli'ndeki bir ilkokul, bir kreş, bir işyeri ve bir evde Şubat-Mart 2008 döneminde toplanan iç ve dış hava örneklerinin biyoaerosol yönünden seviyeleri tespit edilerek dış ortam biyoaerosol seviyelerinin iç ortam seviyeleri ile olan ilişkisi incelenmiştir.

İÇ ORTAMDA BİYOLOJİK KİRLİLİĞİN BELİRLENMESİ

Ankara İli'ndeki bir ilkokul, bir kreş, bir işyeri ve bir evin de bulunduğu dört örnekleme noktasından Şubat-Mart 2008 döneminde iç ve dış hava biyoaerosol örnekleri toplanmıştır. İlkokul hariç diğer tüm örnekleme noktalarından 5 günlük örnekleme süresi sonunda toplam olarak 45 iç ortam biyoaerosol örneği ve 15 dış ortam biyoaerosol örneği toplanmıştır. İlkokuldan ise 4 günlük örnekleme süresi sonunda 36 iç ortam ve 12 dış ortam biyoaerosol örneği alınmıştır. Biyoaerosollerden bakteri ve mantarlar için farklı besiyerleri kullanılmıştır. Bakteri örnekleri plate-count ve %5-kanlı agar üzerine toplanırken, mantar örnekleri ise sabouraud-dextrose agar üzerine toplanmıştır. İç ortam örnekleri, insan solunum mesafesi olan 1.5 m yükseklikten ve ortamın merkezinden alınırken; dış ortam örnekleri

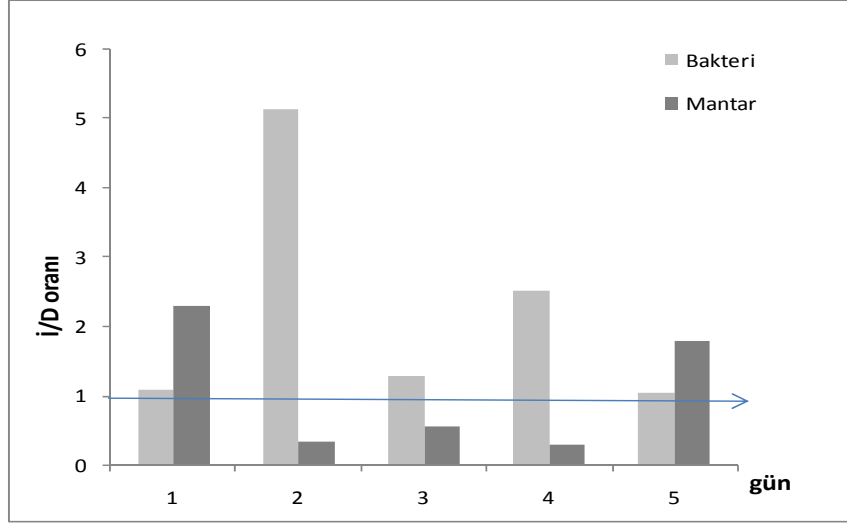
bina gibi yapılardan en az 1 m uzaktan ve 1.5 m yükseklikten alınmıştır. Hava örnekleri, impaktör vasıtasıyla aktif olarak besiyerleri üzerine toplanmıştır. Örnekleme süresi sonunda ağız kapalı olan besiyerleri laboratuara götürülerek inkübatöre yerleştirilmiştir. Bakteriler için standart olan 37 °C'de 48 saat; mantarlar için ise 25 °C'de 4-7 günlük inkübasyon koşulları uygulanmıştır. İnkübasyon periyodu sonrasında bakterilerin sayımı (CFU m⁻³) ve tür tayini işlemleri yapılmıştır. Mantarların sayımı (CFU m⁻³) yapıldıktan sonra, morfolojik yapılarına göre standart taksonomik atlaslar kullanılarak mikroskop altında tür tayini yapılmıştır.

SONUÇ

Biyoaerosol çalışması neticesinde, bakteri konsantrasyonlarının ve mantar konsantrasyonlarının geniş bir aralıkta değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm örnekleme noktaları dikkate alındığında, bakteri seviyelerinin 0 ila 1766 CFU/m³ arasında değiştiği; benzer şekilde, mantar konsantrasyonların da 0-1536 CFU/m³ arasında değiştiği gözlenmiştir. Çalışmada en yaygın olan bakteri türlerinin sırasıyla, *Micrococcus* spp., *Staphylococcus auricularis* ve *Bacillus* spp. olduğu, ayrıca *Staphylococcus*'un diğer türleri de çalışmada daha az sıklıkla da olsa gözlenmiştir. En yaygın gözlenen mantar türleri ise sırasıyla, *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Exophiala* spp. ve *Aspergillus* spp.'dir. Bu mantar türlerinin haricindeki türlere de seyrek olarak rastlanılmıştır. *Penicillium* spp., iç ortamda en yaygın gözlenen mantar türüdür [20,21]. *Penicillium* türü mantarların bronşiyal astıma neden olan en önemli ajanlardan biri olduğu bilindiğinden, iç ortamda yüksek seviyelerde tespit edildiği durumlarda endişe duyulmaktadır [22]. Polonya'da yapılan bir çalışmada endüstriyel bir bölgeye yakın normal ve küf problemi olan evler ile işyerlerinde bakteri ve mantar seviyeleri ile türleri tespit edilmiştir. *Micrococcus* türleri evlerin tamamında gözlenmiş ve tüm bakteri türleri içerisinde %36'lık bir gözlenme sıklığı olduğu hesaplanmıştır. Normal evlerde *Penicillium* türlerinin gözlenme sıklığı ise %3-50 arasında değişirken; küf problemi olan evlerde %90 civarında olmuştur [23].

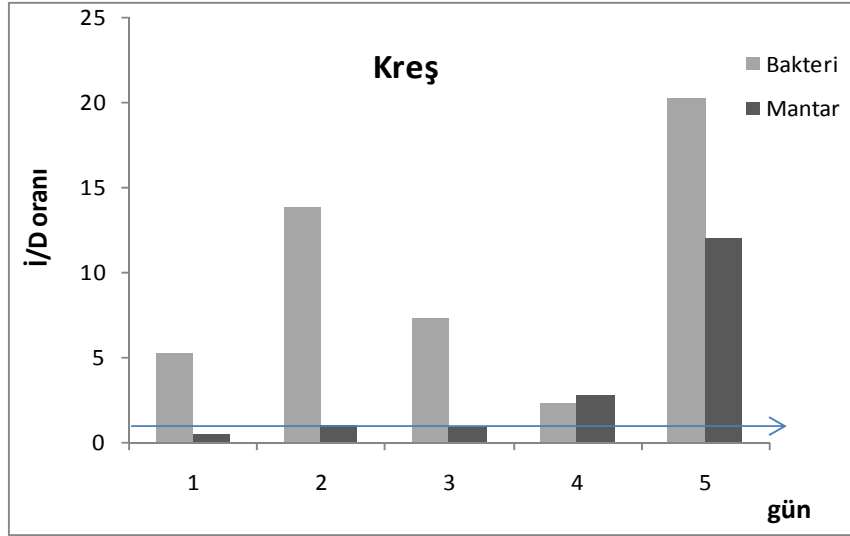
Örnekleme yapılan işyeri, ilkokul, kreş ve ev örnekleme noktalarından alınan paralel iç ve dış ortam biyoaerosol örneklerinden elde edilen bakteri ve mantar konsantrasyonlarının iç ortam ile dış ortam arasındaki oranları (İ/D) mekansal olarak Şekil1-4'de verilmiştir. İç ortam hava kirliliğinin varlığından bahsedilebilmesi için, örneklemenin yapıldığı gündeki iç ortam ve dış ortam konsantrasyonları arasında bir gradyan olup olmadığına bakmak gerekmektedir. Bu oran bize iç ortamdaki bakteri ve/veya mantar konsantrasyonuna dış ortam hava kompozisyonunun katkısının olup olmadığını göstermektedir.

Şekil 1'de işyeri örnekleme noktasında yapılan biyoaerosol örnekleme çalışmasının sonuçlarına göre hesaplanan i/d oranlarının örnekleme yapılan beş günlük zamanda değişimi bakteri ve mantar seviyeleri yönünden gösterilmektedir. Şekle göre, bakteri yönünden i/d oranı 5 günlük süre boyunca 1'in üzerinde bulunmuştur. İ/D oranı bakteri için 1.03 ile 5.11 arasında değişmiştir. Mantar yönünden ise 1'in altında olan (2., 3. ve 4. günler) i/d oranlarına rastlanmakla beraber, 1'in üstünde olduğu günler (1. ve 5. günler) de tespit edilmiştir.



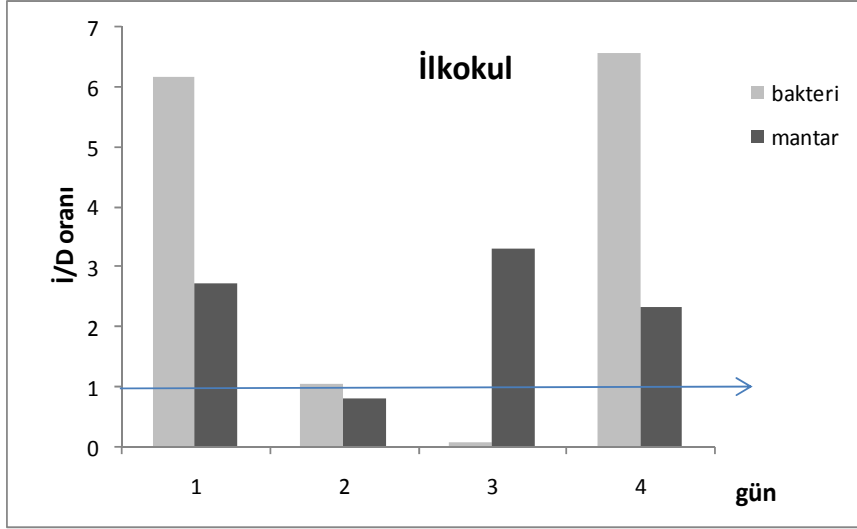
Şekil 1. İşyeri Örnekleme Noktasında Tespit Edilen İ/D Oranlarının Günlük Değişimi.

Şekil 2'de kreş örnekleme noktasında yapılan biyoaerosol örnekleme çalışmasının sonuçlarına göre hesaplanan i/d oranlarının örnekleme yapılan beş günlük zamanda değişimi, bakteri ve mantar seviyeleri yönünden gösterilmektedir. Şekle göre, bakteri yönünden i/d oranı 5 günlük süre boyunca 1'in çok üzerinde bulunmuştur. Bakteri için i/d oranı 2.26 ile 20.22 arasında değişmektedir. Mantar yönünden ise bu oran, 0.48 ile 12 arasında değişmektedir. İ/D oranının 1'in altında olduğu 1., 2. ve 3. günler ile 1'in üzerinde olduğu 4. ve 5. günler tespit edilmiştir.



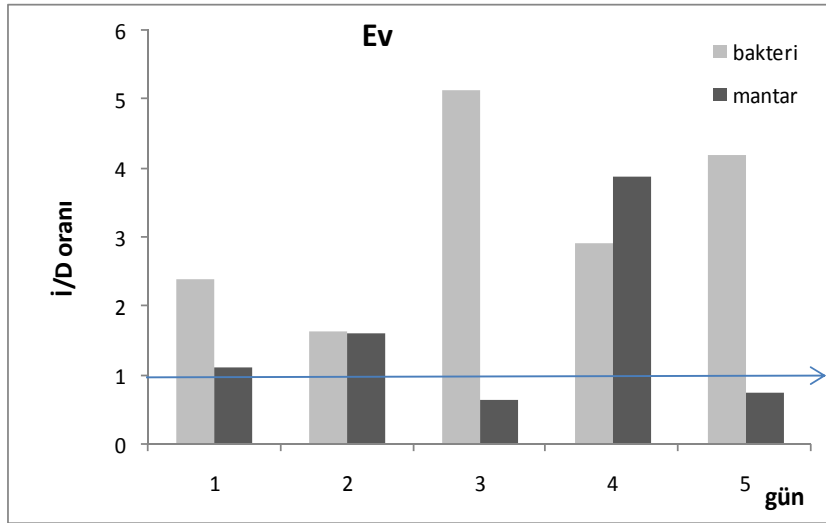
Şekil 2. Kreş Örnekleme Noktasında Tespit Edilen İ/D Oranlarının Günlük Değişimi.

Şekil 3'de ilkokul örnekleme noktasında yapılan biyoaerosol örnekleme çalışmasının sonuçlarına göre hesaplanan i/d oranlarının örnekleme yapılan beş günlük periyotta değişimi bakteri ve mantar seviyeleri yönünden gösterilmektedir. Şekle göre, bakteri yönünden i/d oranı 5 günlük süre boyunca 0.1 ile 6.57 arasında değişmiştir. En düşük i/d oranının gözlemlendiği (0.1) 3. gün haricinde diğer günlerde bu oran 1'in üzerinde olarak bulunmuştur. İ/D oranı mantar yönünden 0.83 ile 3.33 arasında değişmektedir. Çalışmanın 2. gününde bu oran 0.83 olarak hesaplanırken, diğer günlerde bu oran 1'in üzerinde bulunmuştur.



Şekil 3. İlkokul Örnekleme Noktasında Tespit Edilen İ/D Oranlarının Günlük Değişimi.

Şekil 4’de ev örnekleme noktasında yapılan biyoaerosol örnekleme çalışmasının sonuçlarına göre hesaplanan i/d oranlarının örnekleme yapılan beş günlük zamanda değişimi bakteri ve mantar seviyeleri yönünden gösterilmektedir. Şekle göre, bakteri yönünden i/d oranı 5 günlük süre boyunca 1’in üzerinde bulunmuştur. Bakteri için i/d oranı 1.65 ile 5.15 arasında değişmiştir. Bu oran, mantar yönünden ise 0.64 ile 3.88 arasında değişmiştir. İ/D oranı 1., 2. ve 4. günlerde 1’in üzerinde bulunurken, 3. ve 5. günlerde 1’in altında bulunmuştur.



Şekil 4. Ev Örnekleme Noktasında Tespit Edilen İ/D Oranlarının Günlük Değişimi.

Çalışma geneline bakıldığında ise bakteri yönünden i/d oranının 1’in üzerinde olduğu gün sayısı ve 5 günlük ortalama i/d oranı açısından en yüksek olan örnekleme noktalarının, sırasıyla kreş, ev, ilkokul ve işyeri örnekleme noktaları olduğu; mantar yönünden bu sıralama ilkokul, kreş, ev ve işyeri olarak gözlenmiştir.

Yapılan çalışmada, kreş ve İlkokula ait bakteri konsantrasyonlarına ait i/d oranlarının yüksek olduğu gözlenmiştir. İşyeri ve evler de halk sağlığı açısından hava kirleticiler açısından temiz olması gereken mekanlardır. Bu ortamlarda bireysel kullanım alanlarının okullara göre daha sınırlı ve havalandırma, temizlik gibi iç ortam hava kalitesini iyileştirecek uygulamaların kişinin kendi sorumluluğu dâhilinde yapabilecek olması, kreş ve okulların iç ortam koşullarından ayıran bir özelliktir. Okullarda sınırlı oda

hacminde en az 20 insan (çocuk) aktivitesi yoğun olarak sürdürülmektedir. İnsan varlığı, iç veya dış ortamda bir biyoaerosol kaynağı olmadığı sürece, iç ortam biyoaerosol seviyesini arttıran en önemli parametre olarak belirtilmektedir [17,24-25]. Bakteri ve mantarların üremesi için gereken çevresel koşullar oluşuktan sonra bu mikroorganizmaların çoğalması için gerekli olan substratın sağlanmasında çocukların aktiviteleri ve ortam koşulları etkin olmaktadır. Bu mekanların diğer bir özelliği ise, çocukların hastalanması endişesi ile iç mekanların yeterince havalandırılmamasıdır. Söz konusu ortamlarda merkezi havalandırma sisteminin de olmayışı, iç ortam hava kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Çocukların sağlığı çevresel koşullardan büyük oranda etkilendiği için, yetişkinlere nazaran potansiyel hassas grup olarak tanımlanmıştır [26,27]. Yetişkin bireylerin maruz kaldığı kirletici doza gösterdikleri tepki ile hassas gruplarda yer alan çocukların ki farklıdır. Çocukların metabolizma hızlarının yetişkinlere oranla daha yüksek olması sebebiyle, daha fazla oksijene ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle daha sık nefes alırlar. Sonuç olarak, iç ortamdaki kirleticileri daha fazla solumuş olurlar. Bir diğer önemli husus ise çocukların, yetişkin bireylerin aksine, soluma yüksekliklerinin daha düşük olmasıdır. Daha düşük seviyelerde maruz kalınan kirletici konsantrasyonları daha yüksektir. Henüz bağışıklık sistemleri gelişmemiş çocukların yüksek hava kirletici konsantrasyonlarına maruz kalmaları, alerjik astım gibi rahatsızlıkların sonradan oluşmasına neden olabilmektedir [28]. Biyoaerosollere maruz kalınması neticesinde insanlarda enfeksiyon hastalıkları, alerjik ve alerjik olmayan hastalıklar gözlenmektedir [29].

Bu çalışma göstermiştir ki, biyoaerosollerin iç ortamlarda, dış ortamlara göre yüksek bulunması; kaynaklarının *iç ortam* olduğunu göstermektedir. İç ortamdaki bakteri ve mantarların seviyesinin artışına dış ortamdan içeriye hava girişi, iç ortamda uygun olmayan sıcaklık-nem koşullarının bulunması ve bakteri mantarların çoğalmasına neden olan besinlerin içeride bolca bulunması gösterilebilir. Biyoaerosol seviyelerinin azaltılması için bakteri ve mantarların seviyelerini azaltacak nem giderimi gibi pratik önlemler almak mümkündür

KAYNAKLAR

- [1] NEVALAINEN, A., PASTUSZKA, J., LIEBHABER, F., WILLEKE, K., "Performans of Bioaerosol Samplers: Collection Characteristics and Sampler Design Considerations", Atmospheric Environmental, 26A, 531-40, 1992.
- [2] COX, CS., "Bioaerosols Handbook", ed: Wathes CM., Lewis Publishers/CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1995.
- [3] GODISH, T., "Indoor Environmental Quality", Lewis Publishers, Boca Raton New York Washington D.C., 2001.
- [4] WHO, "Housing: Sick Building Syndrome, Local Authorities", Health and Environment Briefing Pamphlet Series, no:2, 1989.
- [5] NORBACK, D., MICHEL, I., WIDSTROM, J., "Indoor Air Quality and Personal Factors Related to The Sick Building Syndrome", Scand. J. Work Environ. Health, 16, 121, 1990.
- [6] AHEARN, D.G., CROW, S.A., SIMMONS, R.B., "Fungal Colonization of Fiberglass Insulation in the Air Distribution System of a Multi-Story Office Building: VOC Production and Possible Relationship to A Sick Building Syndrome", J Ind Microbial, 16, 280-85, 1996.
- [7] FUNG, F., HUGHSON, W.G., "Health Effects of Indoor Fungal Bioaerosol Exposure", Applied Occupational and Environmental Hygiene, 18(7), 535-44, 2003.
- [8] HODGSON, A.T., RUDD, A.F., BEAL, D., CHANDRA, S., "Volatile organic compound concentrations and emission rates in new manufactured and site-built houses", Indoor Air 10: 178-192. Report No. LBNL-43519, 2000.
- [9] GRAVESEN S., "Fungi As a Cause of Allergic Disease", Allergy, 34, 135-54, 1979.
- [10] LICORISH, K., NOVEY, H.S., KOZAK, P., FAIRSHTER, R.D., WILSON, A.F. "Role of Alternaria and Penicillium spores in the pathogenesis of asthma", J Allergy Clin Immunol, 76, 819-825, 1985.
- [11] NIELSEN, K.F., GRAVESEN, S., NIELSEN, P.A., ANDERSEN, B., THRANE, U., FRISVAD, J.C., "Production of Mycotoxins on Artificially and Naturally Infested Building Materials", Mycopathologia, 145, 43-56, 1999.

- [12] BURGE P.S., "The Sick Building Syndrome: Where Are We in 1992?", *Indoor Environment*, 1, 199-203, 1992.
- [13] BURGE H.A., ROGERS C.A., "Outdoor Allergens", *Environmental Health Perspectives*, 108, 653-59, 2000.
- [14] DHARMAGE, S., BAILEY, M., RAVEN, J., MITAKAKIS, T., THIEN, F., FORBES, A., GUEST, D., ABRAMSON, M., WALTERS, E.H., "Prevalence and Residential Determinants of Fungi Within Homes in Melbourne, Australia", *Clinical And Experimental Allergy*, 29 (11), 1481-89, 1999.
- [15] MARONI, M., SEIFERT, B., LINDVALL, T., eds. "Indoor air quality. A comprehensive reference book, Air quality monographs". Amsterdam: Elsevier, 1995 .
- [16] MENTEŞE, S., GULLU, G., "Variations and Sources of Formaldehyde Levels in Residential Indoor Air in Ankara, Turkey", *Indoor and Built Environment*, 15(3), 273-281, 2006.
- [17] LI, W.M., LEE, S.C., CHAN, L.Y., "Indoor air quality at nine shopping malls in Hong Kong", *Sci. Total Environ.*, 273, 27-40, 2001.
- [18] LEE, J.H., JO W.K., "Characteristics of Indoor and Outdoor Bioaerosols at Korean High-rise Apartment Buildings", *Environmental Research*, 101, 11-17, 2006.
- [19] JONES, B.L., COOKSON, J.T., "Natural atmospheric microbial conditions in a typical suburban area", *Appl Environ Microbiol.*, 45(3), 919-934, 1983.
- [20] GÓRNY R.L., DUETKIEWICZ J., KRYSIŃSKA-TRACZYK E., "Size Distribution of Bacterial and Fungal Bioaerosols in Indoor Air", *Ann Agric Environ. Med*, 6, 105-13, 1999.
- [21] KIM K.Y., KIM C.N., Airbone Microbiological Characteristics in Public Buildings of Korea, *Building and Environment*, 42, 2188-96, (2007).
- [22] WEI, D.L., CHEN, J.H., JONG, S.C., SHEN, H.D., "Indoor Airborne Penicillium Species in Taiwan", *Current Microbiology*, 26, 137-40, 1993.
- [23] PASTUSZKA, J.S., PAW, U.K.T., LIS D.O., WLAZLO, A., ULFIG, K., "Bacterial and Fungal Aerosol in Indoor Environment in Upper Silesia, Poland", *Atmosferic Environmental*, 34, 3833-42, 2000.
- [24] KALOGERAKIS, N., PASCHALI, D., LEKADITIS, V., PANTIDOU, A., ELEFTHEIADIS, K., LAZARIDIS, M., "Indoor Air Quality – Bioaerosol Measurements in Domestic and Office Premises", *Aerosol Science*, 36, 751-61, 2005.
- [25] LEE, S.C., GUO, H., LI, W.M., CHAN, L.Y., "Inter-comparison of Air Pollutant Concentrations in Different Indoor Environments in Hong Kong", *Atmospheric Environmental*, 36, 1929-40, 2002.
- [26] GUZELIAN, P.S., HENRY, C.J., OLIN, S.S., "Similarities and Differences between Children and Adults: Implications for Risk Assessment", ILSI press, Washington, DC, 1992.
- [27] APREA, M., STRAMBI, M., NOVELLI, T., LUNGHINI, L., BOZZI, N., "Biologic Monitoring of Exposure to Organophosphorus Pesticides", *Environmental Health Perspectives*, 108, 521-25, 2000.
- [28] SANTILLI, J., ROCKWELL, W., "Fungal Contamination of Elementary School: A New Environmental Hazard", *Ann Allergy Asthma Immunol*, 90, 203-8, 2003.
- [29] GÓRNY, R.L., REPONEN, T., WILLEKE, K., SCHMECHEL, D., ROBIN, E., BOISSIER, M., GRINSHPUN, S.A., "Fungal Fragments As Indoor Air Biocontaminants", *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 3522-31, 2002.

ÖZGEÇMİŞ

Sibel MENTEŞE

1981 doğumlu Menteşe, 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. 2004 yılından beri aynı üniversitede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır ve İç Ortam Hava Kirliliği üzerine doktora çalışmasını sürdürmektedir. Sosyal Çevre konuları üzerine de ilgisi olan Menteşe, 2007 yılında Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri Bölümünden ikinci Yüksek Lisans derecesini almıştır.

Abbas YOUSEFİ RAD

1960 doğumlu Dr. Yousefi Rad, 1988 yılında Hacettepe Üniversitesi'nin Biyoloji Bölümünden lisans derecesini, 1991 yılında ise yüksek lisans derecesini genel mikrobiyoloji ve 1997 yılında doktora derecesini biyomühendislik bölümlerinden almıştır. Ayrıca 1992 yılında mikrobiyoloji ve klinik mikrobiyoloji alanında tıpta uzmanlık derecesini almıştır. 1993 yılından bu yana Ankara İl'indeki çeşitli özel hastanelerde görev yapan Yousefi Rad, 2001-2004 yılları arasında Süleyman Demirel Üniversitesi Moleküler Biyoloji ABD'de Yrd. Doç. Dr. Olarak çalışmıştır. Dr. Yousefi Rad, 2005 yılından bu yana Özel Mesa Hastanesinde çalışmaktadır. Atibakteriyel yüzey eldesi ve probiyotikler üzerine çalışmalar sürdürmektedir.

Münevver ARISOY

1962 doğumlu Münevver Arısoy, Hacettepe Üniversitesinin Biyoloji bölümünden 1985 yılında lisans derecesini, Biyoloji bölümünde 1988 yılında yüksek lisans ve 1993 yılında doktora derecesini alan Dr. Arısoy 1986-1997 yılları arasında aynı üniversite görev yapmıştır. 1997 yılından bu yana Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışan Arısoy, 1998 yılında Doçent Dr., 2008 yılında ise Prof. Dr. ünvanını almıştır. Fungi ve PCR teknikleri üzerine çalışmalar sürdürmektedir.

Gülen GÜLLÜ

1965 yılı Ankara doğumludur. 1987 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1989 yılında Yüksek Mühendis ve 1996 yılında Doktor ünvanını almıştır. Orta Doğu Teknik Üniversitesinde 1987-1996 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 1996-1999 yılları arasında uzman olarak görev yapmıştır. Doçentlik ünvanını 1999 yılında Hacettepe Üniversitesinde Öğretim Üyesi iken alan, Dr. Güllü, 2006 yılından bu yana Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Prof. Dr. olarak görev yapmaktadır. Dr. Güllü, İç ve dış ortam hava kirliliği konularında çalışmaktadır.