

İÇ ORTAM HAVASINDA BİYOAEROSOL DÜZEYLERİ

Gülen GÜLLÜ
Sibel MENTEŞE

ÖZET

Ankara'da evlerin salon, mutfak ve banyosu, okul, kreş, kafe ve restoran, spor salonu, kütüphane, ofis ve yemekhanelerden biyoaerosol örnekleri alınarak biyoaerosol düzeyleri tespit edilmiştir. En yaygın gözlenen bakteri türlerinin *Micrococcacea* (%31.2), *Bacillacea* (%22.4), *Staphylococcus auricularis* (%20.4) ve *Staphylococcus hominis* (%10); en yaygın gözlenen mantar ve küf türlerinin ise *Penicillium* sp. (%44.8), *Aspergillus* sp. (%23.3), *Cladosporium* sp. (%7), *Rhizopus* sp. (%7) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam bakteri düzeyleri okul ve kreşlerde; mantar ve küfler ise evlerin banyo ve mutfaklarında gözlenmiştir. İç ortam örnekleme çalışmaları ile paralel olarak, dış ortamda yapılan çalışmanın sonuçlara göre; iç ortam biyoaerosol konsantrasyonları, genellikle, dış ortam konsantrasyonlarından 2 kat daha yüksek bulunmuştur. Bu değer, toplam bakteriler açısından 3 kata kadar çıkmaktadır. İç ortam havasında tespit edilen alerjen ve enfeksiyona neden olduğu bilinen, mantar ve küf türleri ile hastalık yapıcı bakterilerin iç ortamlardan yaygın olarak tespit edilmiş olması, bu kirleticilerden kaynaklanan sağlık sorunlarının ortaya çıkabileceği tespit edilmiştir.

1. GİRİŞ

İnsanlar zamanlarının büyük bir bölümünü (% 80'den fazla) kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu nedenle, iç ortam havasının halk sağlığı üzerinde çok büyük bir etkisi vardır. Bu konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, iç ortam hava kalitesinin bozulmasının çeşitli solunum yolu hastalıkları (astım gibi), alerjik hastalıklar (hypersensitivity pneumonitis gibi) ve kansere neden olabileceği belirtilmektedir. İç ortam hava kalitesinin iyileştirilmesi; insan sağlığının korunması ile rahatsızlıklardan kaynaklanan iş kaybının azalmasına ve tıbbi tedaviler nedeniyle ortaya çıkan ekonomik kayıpların da önüne geçilecektir. İç ortam hava kalitesinin sağlanması konusunda tasarımcıların, kullanıcıların, yapı malzemesi üreticilerinin vb. bilinçlenmesi gerekmektedir.

İç ortam havası; (1) biyolojik kaynaklı bakteri, mantar, küf, virüs, polen ve onların parçalarından oluşan biyoaerosoller ve (2) yemek pişirme, sigara içimi, ısıtma ve soğutma sistemleri, bina yapı malzemeleri ve mobilyalardan kaynaklanan biyolojik olmayan toz ve diğer kirleticiler nedeniyle kirlenmektedir. Biyoaerosoller; bakteri, fungi, fungi sporları, virüsler ile polen ve onların fragmentlerini içeren biyolojik kökenli havadan kaynaklı tüm organik tozların genel adıdır [1,2]. Bu biyolojik canlılara ve onların endotoksin, mikotoksin ve VOC gibi mikrobiyal metabolitlerine maruz kalınması durumunda olumsuz sağlık koşulları oluşabilmektedir [3]. Bu tip kirleticilerin bulunduğu evlerde astım hastalarının krizlerinin sıklıkla ve solunum yolları hastalıkları arasında ilişki bulunduğu yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir [4].

Mikroorganizmalar iç ortama ısıtma, havalandırma ve soğutma sistemlerinden, kapılardan, pencerelerden, duvar açıklıklarından, su tesisat borularından gelebildiği gibi, ayakkabı veya kıyafetler ile de iç ortama taşınabilmektedir. Mikroorganizmaların iç ortamda büyümesini ise; iç ortamın nem oranı, sıcaklık ve besin (kir, odun, kağıt, boya v.s) varlığı ile, oksijen ve ışık miktarı belirlemektedir. İç ortamda en yaygın bulunan mikroorganizmalar, mantar ve bakterilerdir. Mantarların ürettikleri sporlar havaya karışabilmektedir; bazı mantarlar ise zehirli maddeler olan mikotoksin veya uçucu organik bileşikler de üretebilmektedir.

İç ortamlarda hastalık yapabilen en yaygın mantar türleri *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, ve *Alternaria sp.*'dir. Benzer olarak, bazı bakteriler de zehirli maddeler olan endotoksinler ve uçucu organik bileşikler üretebilmektedir.

Yapılan çalışmalar, havada yüksek miktarda bulunan mikropların astım ve allerjik rinite [5], hipersensitivite pnömoni [6] ve hasta bina sendromuna [7] neden olduğunu göstermiştir. Ancak, yarattıkları sağlık sorunları yalnızca allerjik hastalıklarla sınırlı değildir; biyoeosoller ve yan-ürünlerinin enfeksiyona neden oldukları [8] ve toksik etkilerinin de [9] bulunduğu bilinmektedir.

Türkiye'de iç ortam hava kalitesinin tespitine yönelik oldukça sınırlı sayıda çalışma mevcuttur [örn. 10, 11,12]. İç ortamda kişilerin maruz kaldıkları biyoaerosol seviyeleri ile ilgili yapılan çalışmalar, Edirne ve Afyon'da yapılan çalışmalar ile sınırlıdır. Edirne'de ilköğretim okullarında ölçülen bakteri ve mantar [13], Afyon'da evlerde ölçülen mantar seviyeleri [11] dışında, kişilerin maruz kaldıkları biyoaerosol düzeyleri ve ulaşılabilecek maksimum seviyeler hakkında başka bir bilgi yoktur.

Bu çalışmada, Ankara'da farklı türdeki iç ortamların havasında bulunan biyoaerosollerin seviyelerinin ve türlerinin araştırıldığı çalışmaya ait elde edilen ilk sonuçlar sunulacaktır.

2. MATERYAL VE METOTLAR

2.1 Örnekleme

Ankara'da, farklı türdeki kapalı ortamlarda; ev, iş yeri, laboratuvar, kafeterya, okul, kütüphane, kreş, spor salonu ve bunların hemen dışındaki ortamlarda, 2006 Ekim- 2007 Mart ayları arasında yaklaşık olarak 122 biyoaerosol örneği toplanmıştır.

Biyoaerosollerin örneklenmesi ve analizinde NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) Method-0800 "Bioaerosol Sampling (Indoor Air)" kullanılmıştır. Bu metot hem mantarların tespitine, hem de kültür edilebilen organizmalar olan bakteri, fungi, termofilik aktinomisetlerin tespitine yöneliktir. Biyoaerosoller, tek basamaklı Andersen tipi biyoaerosol örnekleme (SKC) ile hedef biyoaerosollere uygun besin ortamında toplanmıştır. İç-dış ortam havasından kaynaklanan bakteri ve mantar seviyesinin ve türlerinin belirlenmesinde steril, hazır besiyerleri kullanılmıştır. Toplam bakteri sayısının tespit edilmesi için, Plate Count Agar; bakteri türünün belirlenmesi için, Kanlı Agar, Mantarların tespit edilmesi için Sabouraud-Antibiyotikli Agar ve Tüberkülozun varlığını tespit edebilmek için Löwenstein-Jensen Agar kullanılmıştır.

İç ortam havası, her örnekleme öncesi dijital akım ölçer ile kalibre edilmiş olan vakum pompası (SKC) ile 28.3 L/dk hızla, 4 dakika süre ile agarların üstüne alınmıştır. Biyoaerosol örnekleme uygulaması gereken standart 28.3 L/dk'lık debiden ortalama % 1.26 sapma olmaktadır. Bu değer, % 5'lik kabul edilebilir hata yüzdesinde düşük olduğu için ortalama debi değeri olarak kullanılmaktadır.

Örnekler ve kör numuneler, analiz yapılana kadar soğuk koşullarda taşınmış ve depolanmıştır. Örnekleme, insan solunum seviyesi olan 1.5 metre yükseklikte olacak şekilde, iç ortamın tam merkezine; dış ortamda ise, pencere dışında mümkün olduğu durumda balkonda yapılmıştır. Örnekleme süresince iç ortam ve dış ortama ait sıcaklık ve bağıl nem değerleri dijital higrometre ile kaydedilmiştir.

2.2 Analiz

Örnekleme süresi sonunda ağız hemen kapatılan besiyerleri laboratuvara götürülerek inkübatöre yerleştirilmektedir. Bakteriler için standart olan 37 °C'de 48 saat; mantarlar için ise 25 °C'de yaklaşık 7 gün inkübasyon koşulları uygulanmaktadır. İnkübasyon periyodundan sonra bakteri tür ve sayılarının tespitinde aşağıdaki testler uygulanmaktadır:

- Koloni sayımı: Koloni sayıcı üzerine yerleştirilen besiyeri, floresan ışık altında yarı-otomatik olarak sayılmaktadır.
- Bakteri türünün ve oranının belirlenmesi: Besiyerleri üzerinde üreyen bakterilerden Hemoliz yapanlar ve Hemoliz yapmayan türler belirlenerek ve bu türlerin her birinin, üreme yapan tüm türlere olan oranı saptanmaktadır.
- Bakterilerin gram boyaması: Lam üzerine alınmış preparat sırayla; kristal viyole, lügol, % 95'lik etil alkol ve sulu fuksin içerisinde bekletildikten sonra mikroskopta rengine bakılmaktadır. Mor-mavi boyanan hücreler Gram Pozitif (+), pembe-kırmızı boyanan hücreler Gram Negatif (-) olarak isimlendirilmektedir.
- Bakteride katalaz deneyi: Besiyerlerinde üreyen bakterilere (hidrojen peroksit) ilave edilerek oksijenin kabarcıklar halinde çıkması ile katalazın varlığı (katalaz pozitif) kanıtlanmaktadır.
- Bakteride oksidaz testi: Oksidaz enzimi yönünden pozitif olan bakterilerin tespiti için kullanılır. Oksidaz testi üzerine alınan preparatta eflatun renk değişimi gözlenirse, oksidaz pozitif olarak kabul edilmektedir.
- Hazır besiyerleri üzerine toplanmış olan örneklerden bakteri türleri, inkübasyon ve sonrasında yapılan testler sonrasında izole edilmektedir. İzole edilen bakteri kültürleri, kanlı agar üzerine ekildikten sonra 24 saat süre ile 37 °C'de etüvde inkübe edilmektedir. Üremenin gerçekleştiği saf kültürler VITEK1 Cihazında otomatik olarak tür tanımlanması amacıyla analiz edilmektedir. Cihaz, 14 saatlik analiz süresi boyunca toplam 32 bakteri türünün belirlenmesine imkan vermektedir.

İnkübasyon periyodundan sonra mantar tür ve sayı tayininde aşağıdaki testler uygulanmaktadır:

- Mantar besiyerlerinde üreyen türler, mikroskop altında morfolojik yapılarına göre, cins bazında tespit edilmektedir.
- Koloni sayımı: Koloni sayıcı üzerine yerleştirilen besiyeri, floresan ışık altında yarı-otomatik olarak sayılır.

Biyoaerosol örneklerinde gözlenen mantar miktarı, basit koloni sayımı şeklinde yapılmıştır. Sonuçlar, colony forming units (CFUs)/m³ biriminde ifade edilmiştir. Mantar türleri standart taksonomik atlaslar yardımıyla, mikro ve makromorfolojik özelliklerine bağlı olarak tanımlanmaktadır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Farklı türdeki iç ortamlarda kış döneminde yapılan örnekleme sonucunda tayin edilen bakteri ve mantar düzeylerine ait sonuçlar Tablo 1 ve 2'de verilmektedir. En yaygın gözlenen bakteri türlerinin *Micrococcacea* (%31.2), *Bacillacea* (%22.4), *Staphylococcus sp.* (%30.4); en yaygın gözlenen mantar türlerinin ise *Penicillium sp.* (%44.8), *Aspergillus sp.* (%23.3), *Cladosporium sp.* (%7), *Rhizopus sp.* (%7) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam bakteri düzeyleri okul ve kreşlerde, mantar ve küfler ise evlerin banyo ve mutfaklarında gözlenmiştir.

İç ortam havasında bulunan biyoaerosollerin kaynakları hem iç ortam, hem de dış ortamda bulunabilmektedir. Ağaçlık ve sulak alanlarda yer alan binalarda küflerin ana nedeni dış ortamda bulunan mantarlar ve küfler olabilmekteyken; sıcak ve nemli bölgeler de iç ortamlarda bulunan mantarlar sebep olabilmektedir. *Aspergillus sp.* ve *Penicillium sp.* gibi iç ortamlarda sıklıkla rastlanan küflerin kaynağı genel olarak dış ortamlardır ve "kuru" binalarda en yaygın bulunan küf türleridir. Ankara gibi nem oranının oldukça düşük olduğu bir bölgede yapılan bu çalışma sonuçları da iç ortam havasında en yaygın bulunan mantar türlerinin benzer olarak, *Aspergillus sp.* ve *Penicillium sp.* olması önceki çalışmaları doğrulamaktadır.

Tablo 1. Ankara'da bazı iç ve dış ortamlarda gözlenen toplam bakteri düzeyleri ve gözlenen bakteri türleri

Ortam Türü	Örnek Sayısı	Toplam Bakteri Miktarı (CFU/m ³)	Gözlenen Bakteri Türleri
Ev: Salon	18	735	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Corynebacterium</i> <i>Staphylococcus.sp.</i>
Ev: Mutfak	6	655	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae.</i> <i>Corynebacteriosis</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
Ev: Banyo	4	523	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus.sp.</i>
Boş Ev	5	92	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus.sp.</i>
Kütüphane	9	113	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp</i>
Kafe	6	718	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
Laboratuvar	10	307	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Corynebacterium</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
Ofis	14	348	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
İlköğretim Okulu	10	997	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
Kreş	4	956	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
Spor Salonu	8	757	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
Yemekhane	6	682	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
<u>İç Ortam Ortalaması</u>	100	574	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
<u>Dış Ortam Ortalaması</u>	21	193	<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i> <i>Staphylococcus.sp.</i>

Tablo 2. Ankara'da bazı iç ve dış ortamlarda gözlenen toplam mantar ve küf düzeyleri ve gözlenen mantar ve küf türleri

Ortam Türü	Örnek Sayısı	Toplam Mantar Miktarı (CFU/m ³)	Gözlenen Mantar-Küf Türleri
Ev: Salon	18	96	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Cladosporium sp. Rhizopus sp.</i>
Ev: Mutfak	6	350	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Rhizopus sp. Rhizomucor sp.</i>
Ev: Banyo	4	316	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Cladosporium sp.</i>
Boş Ev	5	183	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Botrytis sp. Pithomyces sp.</i>
Kütüphane	9	18	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Rhizopus sp. Pithomyces sp. Ulocladium sp.</i>
Kafe	6	161	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Rhizomucor sp.</i>
Laboratuvar	10	99	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Rhizomucor sp. Cladosporium sp.</i>
Ofis	14	103	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Stemphylium sp. Ulocladium sp. Rhizomucor sp. Candida sp.</i>
İlköğretim Okulu	5	75	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Rhizopus sp. Phoma sp.</i>
Kreş	4	31	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Pithomyces sp.</i>
Spor Salonu	8	59	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Cladosporium sp. Rhizopus sp.</i>
Yemekhane	6	46	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Rhizomucor sp. Pithomyces sp. Rhizopus sp.</i>
<u>İç Ortam Ortalaması</u>	95	128	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Cladosporium sp. Pithomyces sp. Rhizopus sp. Ulocladium sp. Rhizomucor sp.</i>
<u>Dış Ortam Ortalaması</u>	21	69	<i>Aspergillus sp. Penicillium sp. Rhizopus sp. Paracoccidioides sp. Candida sp. Cladosporium sp. Gliocladium sp. Microsporum sp. Pithomyces sp. Rhizomucor sp. Trichoderma sp.</i>

Tek hücreli küçük canlılar olarak tanımlanan bakteriler; tüberküloz, difteri, zatürre ve lejyonella hastalığı gibi bulaşıcı hastalıklara neden olmaktadır [14]. Endüstriyel olmayan iç ortamlarda, havada bulunan bakterilerin en önemli kaynağı ise insan varlığıdır [15]. Banyo ve tuvalet ile konuşma, öksürme ve hapşırma gibi aktiviteler havadan kaynaklı biyoaerosollerin üremesine neden olmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek bakteri düzeylerine kalabalık nüfuslu okul ve kreşler ile kafe ve restoranlarda rastlanmıştır.

Tüm örnekler içinde en yüksek toplam bakteri seviyesi, 3640 CFU/m³ düzeyi ile bir üniversite kafeteryasında gözlenmiştir. Bu düzey, ACGIH tarafından kültür edilebilir toplam bakteri miktarı için getirilen sınır değer olan 500 CFU/m³'ün oldukça üstündedir. Değişik iç ortamlardan alınan örneklerin yaklaşık %34'ünün bu sınır değerinin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme yapıldığı dönemin kış ayları olması nedeni ile havalandırmanın az yapılması bakteri seviyesinin yüksek çıkmasına sebep olarak gösterilebilir.

Bazı metabolik koşullar da, birçok mantar mikotoksin adıyla anılan, toksinlerin oluşmasını başlatan doğal organik bileşikler üretirler. Bu tip mikotoksinlere maruz kalınması durumunda insan ve hayvanlarda ortaya çıkan sağlık sorunlarına yönelik birçok çalışma mevcuttur [16]. Sağlık sorunlarına sebep olabilecek üst limit değer, toplam biyoaerosol miktarı olarak NIOSH tarafından 1000 CFU/m³, olarak belirlenmiştir [2,17]. Mantarlar açısından Ankara'da gerçekleştirilen çalışma sonucunda, sadece bir mutfak ve banyoda belirtilen sınır değerinin üstünde toplam mantar limit değerini aştığı tespit edilmiştir. Diğer ortamlarda ise gözlenen toplam mantar düzeyleri, limit değerinin oldukça altındadır. Bu sonuç, örnekleme yapıldığı dönemde Ankara'da gözlenen düşük nem ve sıcaklık değeri ile paralellik göstermektedir.

Çalışmanın sonuçlara göre, iç ortam biyoaerosol konsantrasyonları, genellikle, dış ortam konsantrasyonlarından 2 kat daha yüksek bulunmuştur. Bu değer, toplam bakteriler açısından 3 kata kadar çıkmaktadır.

Yapılan çalışmanın kış döneminde gerçekleşmiş olması özellikle mantar ve küfler açısından bu tip mikroorganizmaların büyümesi için elverişli koşulların olmamasından dolayı düşük sonuçların çıkmasına; bakteriler açısından ise bu dönemde havalandırmanın az olması nedeniyle yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Sonuçlara göre, iç ortam havasında tespit edilen alerjen ve enfeksiyona neden olduğu bilinen *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. gibi mantar ve küf türlerinin ve *Micrococcacea*, *Bacillaceae*, *Staphylococcus* sp. gibi hastalık yapıcı bakterilerin iç ortamlarda yaygın olarak tespit edilmiş olması, bu kirleticiler nedeniyle sağlık sorunlarının ortaya çıkabileceği yönünde yorumlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] NEVALAINEN A, PASTUSZKA J, LIEBHABER F, WILLEKE K, "Performance of bioaerosol samplers: collection characteristics and sampler design considerations" *Atmospheric Environment Part A. General Topics*, 26(4):531-540, 1992
- [2] COX CS, WATHES CM, *Bioaerosols Handbook*. Boca Raton FA: CRC Press 1995.
- [3] KALOGERAKIS N, PASCHALI D, LEKADITIS V, PANTIDUO A, ELEFThERiADiS K, LAZARiDiS M, "Indoor air quality-bioaerosol measurements in domestic and office premises", *Journal of Aerosol Science*, 36:751-761, 2005
- [4] ROSS MA, CURTIS L, SCHEFF PA, HRYHORCZUK DO, RAMAKRISHNAN V, WADDEN RA, PERSKY VW. "Association of Asthma Symptoms and Severity with Indoor Bioaerosols", *Allergy*, 55:705-711. 2000.
- [5] BEAUMONT F, KAUFFMAN HF, SLUITER HJ, DE VRIES K. "A volumetric-aerobiologic study of seasonal fungus prevalence inside and outside dwellings of asthmatic patients living in northeast Netherlands", *Ann Allergy*, 53(6):486-492, 1984.
- [6] SIERSTED HC, GRAVESEN S. "Extrinsic allergic alveolitis after exposure to the yeast *Ehodontorula rubra*", *Allergy*, 48:298-299,1993.
- [7] ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold limit values and biological exposure indices for 1989-1990., Cincinnati, OH, 14, 1989.
- [8] REN P, JANKUN TM, LEADERER BP. "Comparisons of seasonal fungal prevalence in indoor and outdoor air and in house dusts of dwellings in one Northeast American county", *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 9:560-568, 1999.
- [9] FABIAN MP, MILLER SL, REPONEN T, HERNANDEZ MT. "Ambient bioaerosol indices for indoor air quality assessments of flood reclamation" *Journal of Aerosol Science*, 36(5-6):763-783, 2005.

- [10] MENTESE 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.
- [11] ÇETINKAYA Z, FIDAN F, UNLU M, HASENEKOĞLU I, TETİK L, DEMİREL R. "Assessment of indoor air fungi in Western-Anatolia, Turkey", *Asian Pac J Allergy Immunol*, 23(2-3):87-92, 2005.
- [12] VAIZOĞLU SA, AYCAN S, DEVECİ MA, ACER T, BULUT B, BAYRAKTAR UD, AKYOLLU B, ÇELİK M, ARSLAN U, AKPINAR F, BARIS Z, ARSLAN S, ALI DENİZ E. EVCI D, GÜLER C. "Determining Domestic Formaldehyde Levels in Ankara, Turkey", *Indoor and Built Environment*, 12(5):329-336.2003.
- [13] AYDOĞDU H, ASAN A, OTKUN MT, TURE M. "Monitoring of Fungi and Bacteria in the Indoor Air of Primary Schools in Edirne City, Turkey", *Indoor and Built Environment* 14(5):411-425, 2005.
- [14] GODISH T. Indoor Environmental Quality, Lewis Publishers, Boca Raton New York Washington D.C., 2001.
- [15] STETZENBACH LD. "Microorganisms and indoor air quality", *Clinical Microbiology Newsletter*, 20(19):157-161, 1998.
- [16] SMITH JE, HENDERSON RS. Mycotoxins and Animal Foods, Boca Raton, FL: CRC Pres, Inc., 1991.
- [17] JENSEN PA, SCHAFFER MP. "Sampling and characterization of bioaerosols" In: NIOSH manual of analytical methods. Method 0800, Issue 1. p 82-112, 1998.

ÖZGEÇMİŞLER

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, iç ve dış ortam hava kirliliği konularında çalışmaktadır.

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.