

İç Ortam Havası Biyoaerosolleri ve Mikrobiyal Hava Kalitesi Ölçüm Metodları

Ayla ÜNVER ALÇAY¹
Semiha YALÇIN²

Özet

Canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için gereken en önemli faktörlerden biri olan hava, içerisinde, solunum için gerekli bir takım maddeleri barındırırken, aynı zamanda, sağlığa zararlı olabilecek değişik büyüklükte partiküller halinde yabancı maddeleri ve mikroorganizmaları da içerebilmektedir.

İç ortam havasının halk sağlığı üzerinde etkisi büyüktür. Günümüzde insanlar zamanlarının büyük bir bölümünü ev, işyeri ve okul gibi kapalı ortamlarda geçirmektedir. Yapılan birçok araştırmada iç ortamdaki kirleticilerinin seviyesinin, dış ortama göre daha yüksek olduğu, kapalı mekânlarda gerekli tedbirlerin alınmamasının ciddi sağlık sorunlarına neden olabileceği saptanmıştır. Ayrıca hava yoluyla bulaşan çok sayıda patojen vardır. Bu nedenle okullar, işyerleri ve evler iç ortam hava kalitesinin belirlenmesi gereken çok önemli alanlardır. Ayrıca hastaneler, gıda işletmeleri, ilaç fabrikaları, dental klinikler gibi kritik alanlarda iç ortam hava kalitesini saptamak, muhtemel riskleri ve alınacak önlemleri belirlemede önemli rol oynar.

Günümüzde test cihazları ile mikrobiyel yükün kob/m³ olarak ölçülmesi (aktif hava örnekleme), besiyeri plakları üzerine düşen mikroorganizmaların sayılması (pasif hava örnekleme), mikroorganizma hücrelerinin kimyasal bileşenlerini (ATP, enzim) ölçme, direk mikroskopi, flow sitometri ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) gibi bir çok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada tüm bu yöntemler, avantaj ve dezavantajlarını içerecek şekilde kısaca açıklanmıştır.

¹ Yrd. Doç. Dr. İstanbul Aydın Üniversitesi, ABMYO, Gıda Teknolojisi Programı, aylaalcay@aydin.edu.tr

² Dr. Marmara Gıda Analiz Laboratuvarı, İSTANBUL, semihayalcin@marmaragidalab.com

Anahtar Kelimeler: *Bioaerosoller, hava yoluyla bulaşan patojenler, halk sağlığı, iç ortam havası.*

Bioaerosols in indoor air and microbiological air quality measurement methods

Abstract

The air, one of the most important factors needed to sustain the lives of creatures, include a number of essential ingredients for breathing also, harmful foreign substances that may contain particles of different magnitude and microorganisms

Indoor air has a huge impact on public health. Today people spend a large portion of their time in closed environments such as schools, homes, workplaces etc. Many research studies show the level of pollutants in the domestic environment, the external environment is higher than indoor spaces can cause serious health problems as a result of the necessary measures were not taken. There are also numerous airborne pathogens. For this reasons, schools, workplaces and homes are areas of great importance to determine the quality of indoor air. Furthermore, to determine the indoor air quality in critical areas such as dental clinics, in hospitals, food processing plants, pharmaceutical plants plays an important role in determining the possible risks and precautions to be taken

Nowadays, the methods are used like measurement of the microbial load with test equipment as cfu / m³ (active air sampling), the counting of microorganisms falling on media plates (passive air sampling), measurement of chemical components of the microbial cells (ATP, enzyme), direct microscopy, flow cytometry and polymerase chain reaction (PCR). In this study, all these methods are briefly described that including both advantages and disadvantages

Keywords: *Bioaerosols, airborne pathogens, public health, indoor air, bioaerosols measurement methods*

Giriş

Bakteri, mantar, mantar sporları, virüsler ile polen ve onların bileşenlerini içeren biyolojik kökenli havadan kaynaklı tüm organik maddeler “biyoaerosol” olarak adlandırılmaktadır. (Stetzenbach ve ark., 2004).

Biyoaerosoller çeşitli boyutlarda olabilir. Genellikle boyutları 0.3-100 µm arasında değişkenlik gösterir. Bitki polenleri 58 µm ile 17 µm, mantar sporları 1 µm ile 30 µm, bakteriler 0.5-2.0 µm çapındadır. Virüsler ise 0,3 µm’ den küçüktür. Aerosol halindeki mikroorganizmalar atmosferde nadiren serbest olarak, genelde kümeler halinde veya hacmi ve ağırlığı değişen taşıyıcılar veya cansız parçalara tutunmuş olarak bulunurlar. Havada bakteriler polenlerin, toprak parçalarının, hayvan veya bitki parçalarının ya da sporların üzerinde bulunabilirler. Bakterilerin çoğunun 3 µm aerodinamik çapından daha büyük parçacıkların iç bölgeleriyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Virüsler, büyük damlacıklarla taşınabilirler (Jones ve Harrison, 2004).

Biyoaerosoller toprak, su, hayvan ve insanlardan kaynaklandıkları için hemen hemen her yerde az veya çok miktarda bulunurlar. Bitkisel lifler, hayvansal doku artıkları, tüyler, polen taneleri, deri epiteli parçaları bunların kaynakları olabilir (Cox ve Wathes, 1995). Havadaki bir biyoaerosolun davranışı meteorolojik koşullar, onun şekli, yoğunluğu ve aerodinamik çapı ile yakından ilgilidir (Menteşe ve Rad, 2009). Çapı 10 µm’ den küçük olan partiküller çıplak gözle görülemez ve aerosol olarak uzun süre havada asılı olarak kalabilirler. Ağır olanlar hızla yüzeylere çökelirler (Jones ve Harrison, 2004). Biyoaerosoller kapılardan, pencerelerden, duvar açıklıklarından, ısıtma, havalandırma ve soğutma sistemlerinden, su tesisat borularından gelebildiği gibi ayrıca, ayakkabı veya kıyafetler ile de iç ortama taşınabilmektedir (Güllü, 2013).

Mikroorganizmaların iç ortamda üremesini, besin (gıda, kir, yağ, kâğıt, boya vs.) varlığı, nem oranı, sıcaklık ile oksijen ve ışık miktarı belirlemektedir. Binalarda su kaçakları ve nem oranının yüksek olması biyoaerosol miktarı artışında ilk nedenlerdendir. Yüksek nem, mantar ve bakterilerin kolayca barınıp üreyebileceği ortamı sağlar.

Bina içi rutubet oranının % 70'den yüksek olması durumunda küf oluşma riski artar (Çobanoğlu ve ark., 2005). Konutlarda mutfak, banyo gibi her zaman ıslak ve nemli kalan alanlar, iyi temizlenmediği zamanlarda çeşitli biyolojik kirleticiler için uygun üreme ortamı oluştururlar.

Bodrum katları duvar ve tabanları, pencere pervazları, banyo perdeleri, halı, döşeme malzemeleri çamaşır makinası arkaları, kiremit, mutfak, duvar kâğıtları, havalandırma cihazları binalardaki en riskli alanlardır. Nemlenmiş ve daha sonra küflenmiş duvar, tavan, döşeme, parkeler gibi yapı elemanları buldukları ortama biyolojik kirletici yayan kaynaklar haline gelebildikleri için çok dikkat edilmesi gerekir. Isı yalıtımının çok etkin bir şekilde yapıldığı binalar özellikle kış aylarında yeterince havalandırılmamakta ve iç ortamdaki kirletici madde konsantrasyonları sağlık için ciddi tehdit oluşturabilecek seviyelere ulaşabilmektedir. Kapalı ortamlardaki yüksek oranda bulunan biyoaerosoller astım, alerjik rhinit, aşırı duyarlılık pnömonisi ve hasta bina sendromu gibi hastalıklara neden olmaktadır (Tuncer ve ark, 2005).

Biyoaerosoller içerisinde en büyük çoğunluğu bakteriler ve mantarlar oluşturmaktadır. Özellikle mayalar ve küf sporları, hava kontaminasyonu açısından çok önemlidir. İç ortam havasındaki funguslar insan sağlığını infeksiyöz, alerjik ve toksik yollarla etkilemektedirler (Robbins ve ark, 2000)

Bioaerosoller için ikametgah alanlarında; bakteriler için 5×10^3 kob/ m^3 , funguslar için 5×10^3 kob/ m^3 Avrupa Birliği limit değerleri bulunur (Anonim 2, Gorny ve Dutkiewicz 2002). Ankara'da evlerin salon, mutfak ve banyosu, okul, kreş, kafe ve restoran, spor salonu, kütüphane, ofis ve yemekhanelerden biyoaerosol örnekleri alınarak yapılan bir çalışmada ortamlarda en sık gözlenen bakteri türleri *Micrococcus*, *Staphylococcus* ve *Bacillus* türleri olduğu, küf türlerinin ise *Penicillium* spp. (%44.8), *Aspergillus* spp. (%23.3), *Cladosporium* spp. (%7), *Rhizopus* spp. (%7) olduğu tespit edilmiştir (Menteşe ve Güllü, 2009). Aynı çalışmada iç ortam biyoaerosol konsantrasyonları dış ortam konsantrasyonlarından 2 kat daha yüksek bulunmuştur. Bu değer, toplam bakteriler açısından 3 kata kadar çıkmaktadır.

Hava yoluyla mikrobiyal kontaminasyon, gıda işletmeleri açısından önemli ekonomik kayıplara yol açarken, bozulmuş gıdalar halk sağlığını tehdit etmekte, aynı zamanda o işletmede çalışan personel sağlığına da olumsuz etkileri olmaktadır. Hastane ortamında da biyoerosoller çok önemli olup hava yoluyla bulaşan birçok mikroorganizma bulunur (Pastuszka ve ark, 2005). Diş hekimliğinde hastalar, diş hekimliği çalışanları, havalandırma ve klimalar ile çevreden kaynaklanan solunum yoluyla bulaşan birçok hastalık etkeni vardır (Leggat ve Kedjarune, 2001).

Mikotoksinler solunum yoluyla binalarda oturanlar etkileyerek bazı sağlık sorunlarına yol açabilirler. İç ortamlarda, uygun koşullar oluştuğunda bazı *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Stachybotrys* türleri tarafından mikotoksin üretildiği ve *Stachybotrys Spp.* ile kontamine mekanlarda bulunan makrosiklik trikotesenler ve diğer mikotoksinlerin hava yoluyla taşınabildiği saptanmıştır (Johanning ve ark., 2002; Brasel ve ark, 2005). Mikotoksinlere inhalasyon yolu ile maruz kalma, oldukça yüksek seviyelerde hava kaynaklı küfe maruz kalan tarım işçilerinde ilk olarak görülmüştür (Abbott, 2002). Kapalı ortamlardaki mikotoksinlerin sağlık etkilerinin anlaşılmasını sağlamak için daha fazla araştırma çalışmasına ihtiyaç vardır.

Küfler tarafından üretilen uçucu bazı bileşikler havaya direkt olarak serbest bırakılır. Bunlar mikrobiyal uçucu organik bileşikler (mVOCs) olarak da bilinir (Fiedler ve ark, 2001). Bu maddeler küflerin sebep olduğu iç ortam hava kirliliği için önemli göstergelerdir. Mikrobiyal uçucu organik bileşiklere maruz kalmanın, baş ağrısı, burun tahriş, baş dönmesi, yorgunluk ve mide bulantısı gibi belirtiler ile bağlantılı olduğu bilinmektedir. İç ortam hava örneklerinden mVOCs incelenmesi küf kirlenme tipi ve yoğunluğunun saptanması için önemli bir yöntem olabilir. HS-SPME (headspace solid-phase microextraction) ile kombine GC-MS (gas chromatography-mass spectrometry), nin yapı malzemeleri ile yayılan MVOCs belirlenmesi için kullanışlı bir yöntem olduğu saptanmıştır (Wady ve ark, 2003). Mikrobiyal uçucu organik bileşikler üzerine yapılan araştırmalar yeni olup devam etmektedir.

Glukanlar ya da (aynı zamanda β (1-> 3) -D-glukan olarak da bilinir), fungal hücre duvarı bileşenleri, inflamatuvar akciğer ve solunum yolu

reaksiyonlara neden olabilen hücre duvarlarının küçük parçalarıdır (Beijer ve ark, 2002). Glukanlarında veya glukanların bulunduğu toz karışımlarına çok yüksek seviyelerde maruz kalmak Organik Toz Toksik Sendromu (ODTler) olarak bilinen grip benzeri hastalığa neden olabilir.

Küf sporları, hem iç ortam havasında hem de açık havada mevcut 2 ile 10 µm arası mikroskobik yapılardır (Abbott, 2002). Fungusun türüne göre bazı sporlar hafif bir esintiyle havaya yayılabilir. Bazıları ise yüzeye sıkı sıkı yapışık olduğu için sadece direk temas yoluyla etkili olmaktadır. Sporlar ortamda yıllarca canlı kalabilirler canlı olmasalar bile alerjik etkileri devam eder.

Hava yoluyla bulaşan bazı patojen mikroorganizmalar ve mikrobiyal toksinlerin kitle imha silahı olarak kullanım potansiyeli biyoaerosoller konusuna verilen önemi daha da arttırmıştır. Tularemi etkeni *Francisella tularensis*, veba etkeni *Yersinia pestis*, şarbon etkeni *Bacillus anthracis* ve çiçek virusu olası aerosol bırakma metoduyla uygulanabilecek kitle imha silahları olarak gösterilmektedir (Stetzenbach ve ark., 2004).

Biyoaerosol Ölçüm Metotları

Havanın mikrobiyal yükünü ölçmek için kullanılan çok çeşitli metot mevcuttur (Pasquarella, ve ark, 2000). Test cihazları ile mikrobiyel yükün kob/m³ olarak ölçülmesi (aktif hava örnekleme), besiyeri plakları üzerine düşen mikroorganizmaların sayılması (pasif hava örnekleme), mikroorganizma hücrelerinin kimyasal bileşenlerini (ATP, enzim) ölçme, direk mikroskopi, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR), kantitatif polimeraz zincir reaksiyonu (qPCR) (An ve ark, 2006), mikroarray (Brodie ve ark, 2007), flow sitometri ve flouresan in-situ hibridizasyon (FISH) (Lange ve ark, 1997), solid faz sitometri (Vanhee ve ark, 2009) gibi bir çok yöntem bu amaçla kullanılmıştır.

Havadan alınan örneklerdeki mikroorganizmaların besiyerinde belirli süre ve sıcaklıkta inkube edilmesi sonucunda gelişen kolonilerin sayılmasına dayanan kültür yöntemi en çok kullanılan yöntemlerden biridir (Heidelberg ve ark., 1997). Sedimentasyon veya çökme yöntemi olarak da bilinen bu yönteme, petri açma yöntemi veya pasif hava örnekleme de denilmektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi bazı avantaj ve dezavantajları bulunur (Pasquarella, ve ark, 2000).

Tablo 1. Pasif Hava Örneklemenin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

Ucuz

Her yerde mevcut

Aynı zamanda, çok sayıda yerde örnek alınabilir

Güvenilir sonuç verir

Karşılaştırılabilir ve genel olarak geçerli sonuçlar verir.

Hava akımı rahatsız etmez

Ölçümler gerçek şartlarda yapılır

Dezavantajları:

Sadece yere çöken mikroorganizmaların belirlenebilmesi

Her zaman resmi kurullar tarafından kabul edilmez

Aktif hava örnekleme metodu da denilen, hava mikroorganizma sayımı amacıyla kullanılan bir diğer yöntem hava örnekleme cihazı ile mikrobiyel yükün kob/m³ olarak ölçülmesidir. Bu yöntemi ile çalışan cihazlar kullanıldığında hava genellikle bir membran filtreden geçirilir. Filtre daha sonra özel besiyerinin üzerine konur ve inkube edilir ve koloni sayımı yapılır. Bu işlemin etkinliği havadaki partiküllerin ve filtrenin fiziksel özelliğine ve hava kış hızına bağlıdır. En büyük dezavantajı sarf malzeme kullanımındır (Tablo 2). Filtrelerin fiyatı oldukça pahalıdır ve kullanıcı her analiz için bu ekipmanlar satın almak zorundadır (Pasquarella, ve ark, 2000).

Tablo 2 Aktif Hava Örneklemenin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

Çoğu resmi standartlar kob / m³ olarak referans verir
Numune toplama hızlıdır

Dezavantajları:

Cihaz sterilize edilmelidir.
Pahalı bir yöntemdir.
Bazı cihazlar gürültülüdür
Farklı örnekleri farklı sonuçlar verebilir
Aynı örnekleme farklı sonuçlar verebilir
Örnekleme sık kalibre edilmelidir
Hava egzozu uzaklaştırılmalıdır
Hava akışı rahatsız edebilir

Çarpıtma yöntemi, belli sürede, belli hacimdeki havanın örnekleme cihazı ile çekilerek besiyerine çarpıtılması esasına dayanır. Mikroorganizmalar içlerinde besiyeri bulunan petri kaplarında toplanır. Bu metodun filtreli cihazlara göre avantajı örnek alımı sonrası ilave manipülasyon yapılmaması ve oldukça pahalı olan filtrelerin satın alınmasına ihtiyaç duyulmamasıdır. Dezavantajı ise örnekleme esnasında uzun süre besiyerine çarpıtılan havanın besiyeri yüzeyini kurutmasıdır (Pasquarella, ve ark, 2000).

Elektrostatik presipitasyon metodunda ise çarpıtma metoduna göre hücrelere daha az fiziksel zarar verilir ve geri kazanımın daha yüksektir. Elektrostatik örneklemede kullanılan katı ya da sıvı substrata göre etkinliği değişebilir. Elektrostatik presipitasyonun biyoaerosollerin ölçülmesinde standart metod olabilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Anonim 3, 2009).

Biyoluminesans yöntemi ile örnekteki mikroorganizma sayısının tahmin edilmesi ateş böceklerinde bulunan lusiferin-lusiferaz reaksiyonuna bağlı hızlı bir tekniktir. Bu yöntem mikrobiyal hücrelerde bulunan ATP'nin lusiferin- lusiferaz enzimi ile reaksiyona girmesi sonucu biyoluminesans ışık vermesi ve bunun bir lüminometre (fotometre) ile ölçülmesi esasına

dayanır (Anonim 1, 2001). Birçok spor içeren örnekte çok az ya da hiç ATP bulunmadığı için ATP biyoluminesans yöntemi ile spor tespiti yapılması uygulanabilir değildir (Wirtanen ve ark., 1997).

Havadaki kültüre edilemeyen patojenlerin saptanması için direk mikroskopi, flow sitometri ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) kullanılabilir (Griffiths ve De Cosemo, 1994). PCR yöntemi, hücrelerin metabolik durumları göz önüne alınmaksızın DNA saptanmasına izin verir. PCR'a dayalı olarak havada bulunan mikroorganizmaların saptanma çalışmaları, hala gelişme aşamasındadır. Basit ve maliyet etkin cihazlar geliştirildiği takdirde gelecekte mikrodizi tabanlı algılama sistemleri biyoaerosollerin ölçümünde ve saptanmasında büyük potansiyele sahiptir (Anonim 3, 2009).

Mikotoksin kontaminasyon ölçülerek değerlendirilmesi toksin maruziyetini azaltmada önemli bir adımdır. Mikotoksinlerin tespiti analitik kimyacıların dikkatli çalışmasını gerektiren zor bir iştir. Binalardaki duvar kağıtları, boya, toz gibi inşaat malzemeleri analitik yöntemleri etkileyen sonsuz sayıda yeni matris kombinasyonları sunar. Fungusların çok sayıda farklı metabolit üretmesi mikotoksinlerin identifikasyonunu daha da karmaşık hale getirir (Abbott, 2002). Ortamdaki tozlardan mikotoksin miktarını belirleyen ELISA tabanlı hazır ticari kitler satılmaktadır (Örneğin Mycotox, EDLab).

Zefon Air-O-Cell, Burkard, Allergenco, BioSIS, cyclex-d ve diğer kültüre edilemeyen ya da "spore-tuzağı" örnekleyiciler düşük seviyelerde bulunan sporlarının hızlı bir şekilde tespit edilmesini sağlarlar ve genus seviyesinde çeşitli spor tiplerinin düzey ve oranlarını doğru bir şekilde saptayabilirler. Ayrıca tüm hava kaynaklı biyolojik elemanların (polen, deri hücreleri, böcek parçaları vb.) toplanmasını sağlarlar (Nielsen, 2003).

Mikroorganizmalar bir likit buffer veya filtre üzerinde toplandıktan ve floresen bir boyayla (fluorochrome) boyandıktan sonra floresans mikroskop ile gözlemlenerek sayılabilir. Bakteriyal endospor hesaplamasında özellikle faz kontrast mikroskopu kullanılır (Griffiths ve Decosemo, 1994., Kildeso ve Nielsen, 1997). Kültür yapılmadan kısa sürede hava mikroorganizma sayısını belirleyen metotlarla ilgili araştırmalar devam etmektedir (Schwarzmeier ve ark., 2013).

Sonuç

Son yıllarda iç ortam hava kirliliği, buna bağlı olarak ortaya çıkan sağlık sorunları ve dolayısıyla bunların yol açtığı ekonomik kayıplar büyük önem kazanmıştır. Ayrıca havayla bulaşan patojen mikroorganizmaların ve toksinlerin kitle imha silahı olarak havaya salınması tehdidi biyoaerosollerin saptanması konusuna verilen önemi daha da arttırmıştır. Başta konutlar, hastaneler, gıda ve ilaç üretim alanları olmak üzere insan sağlığı üzerine direkt etkili ürünlere ait üretim alanları ve hastane, okul, kreş vb. gibi kamuya açık alanların hava kalitesinin belirli periyotlarla ölçülmesi ve uyarı limitlerinin saptanması durumunda da sağlık üzerine olumsuz etki yaratan bu durumun ortadan kaldırılması için en kısa sürede alınacak tedbirlerin belirlenerek uygulamaya konması gerekmektedir. Ayrıca hava mikrobiyal yükünü kültürel yöntemlere göre daha hızlı bir şekilde belirleyen metotlarla ve cihazlarla ilgili araştırmalara ve yeni teknolojilere ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- [1] Abbott, S. P. (2002). Mycotoxins and indoor molds. *Indoor Environment Connections*, 3(4), 14-24.
- [2] An, H.R., Mainelis, G., White, L.(2006). Development and calibration of real-time PCR for quantification of airborne microorganisms in air samples. *Atmospheric Environment*, 40(40), 7924-7939.
- [3] Anonim 1.ASHRAE. “Standard 62- 2001- Ventilation for acceptable indoor air quality”, american society of heating, refrigerating and air- conditioning engineers, Atlanta.
- [4] Anonim 2.(1998).Indoor air quality: Biological contaminants. Copenhagen, Denmark: World Health Organization.
- [5] Anonim 3.(2009). Review of methods to measure bioaerosols from composting sites. Environment Agency. ISBN: 978-1-84911-041-9.
- [6] Beijer, L., Thorn, J., & Rylander, R. (2002). Effects after inhalation of (1→3)-β-D-glucan and relation to mould exposure in the home. *Mediators of inflammation*, 11(3), 149-153.
- [7] Brasel, T. L., Martin, J. M., Carriker, C. G., Wilson, S. C., Straus, D. C. (2005). Detection of airborne *Stachybotrys chartarum* macrocyclic trichothecene mycotoxins in the indoor environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(11), 7376-7388.
- [8] Brodie, E. L., De Santis, T. Z., Parker, J. P. M., Zubietta, I. X., Piceno, Y. M., Andersen, G. L. (2007). Urban aerosols harbor diverse and dynamic bacterial populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(1), 299-304.
- [9] Cox, C. S., Wathes, C. M.(1995). Bioaerosols in the Environment. In *Bioaerosols Handbook*, Cox, C. S., Wathes, C. M. (Eds.); CRC Press: Boca Raton, Florida.

- [10] Çobanoğlu, N., Pekcan, S., Aslan, A., Kiper, N.(2005). Solunan havada tehlikeler. *Astım Allerji İmmünoloji*, 3(2), 77-85.
- [11] Çöl, B.G., Aksu, H.(2007). Gıda işletmelerinde ortam havasının mikrobiyel yükü üzerine etkili faktörler ve hava örnekleme teknikleri, *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 2, 24-47.
- [12] Fiedler, K., Schütz, E., Geh, S. (2001). Detection of microbial volatile organic compounds (MVOCs) produced by moulds on various materials. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 204(2), 111-121.
- [13] Fog Nielsen, K.(2003). “Mycotoxin production by indoor molds”. *Fungal genetics and biology : FG & B*, 39 (2): 103–17.
- [14] Güllü, G. (2013).Türkiye’de iç ortam hava kirliliği çalışmaları. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2(2013),146-158.
- [15] Gorny, R., L., Dutkiewicz, J.(2002). Bacterial and fungal aerosols in indoor environment in central and eastern European countries, *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 9 (1), 17-23.
- [16] Griffiths, W.D., De Cosemo, G.A.L.(1994). The assesment of bioaerosols: a critical reviews. *Journal of Aerosol Science*, 25, 1425-1458.
- [17] Johanning, E., Gareis, M., Nielsen, K., Dietrich, R., Märtlbauer, E.(2002). Airborne mycotoxins sampling and screening analysis. In *Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate (Indoor Air)*, Monterey, CA, June.
- [18] Hedidelberg, J.F., Shahamat, M., Levin, M., Rahman, I., Stelma, G., Grim, C.(1997). Effect of aerosolization on culturability and viability of gram-negative bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 63, 3585-3588.

- [19] Jones A. M, Harrison R.M.(2004). The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations—a review. *Science of The Total Environment*. 326, 151-180.
- [20] Schwarzmeier, K., Knauer, M., Ivleva, N.P., Niessner, R., Haisch, C.(2013). Bioaerosol analysis based on a label-free microarray readout method using surface-enhanced Raman scattering. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405(16), 5387-5392.
- [21] Kildeso, J., Nielsen, B.H.(1997).Exposure assessment of airborne microorganisms by fluorescence microscopy and image processing. *Annals of Occupational Hygiene*, 41, 201-216.
- [22] Lange, J.L., Thorne,P.S., Lynch, N.(1997). Application of flow cytometry and fluorescent in situ hybridization for assessment of exposures to airborne bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*,. 63(4), 1557-1563.
- [23] Leggat, P.A., Kedjarune U.(2001). Bacterial aerosols in the dental clinic: A review. *International Dental Journal*, 51, 39-44.
- [24] Menteşe, S., Rad, A.Y., Arısoy, M., Güllü, G.(2009). Ankara şehir atmosferinde biyoaerosol seviyelerinin mekansal değişimi. *Ekoloji*,19, 73, 21-28.
- [25] Naruka, K., Gaur, J., Charaya, R.(2014). Bioaerosolos in healthcare settings: A brief review. *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences*. 4(3), 59-64.
- [26] Nielsen, K.F.(2003). *Fungal Genetics and Biology* 39, 103-117.
- [27] Pasquarella, C., Pitzurra, O., Savino, A.(2000). The index of microbial air contamination. *Journal of Hospital Infection*, 46: 241–256.
- [28] Pastuszka, S.J., Marchwinska-Wyrwal, E., Wlazlo, A.(2005).

- [29] Bacterial aerosol in Silesian Hospitals: Preliminary results. Polish Journal of Environmental Studies, 14(6), 883-890.
- [30] Robbins, C.A., Swenson, L.J., Nealley, M.L., Gots, R.E., Kelman, B.J.(2000). Health Effects of Mycotoxins in Indoor Air, Applied Occupational and Environmental Hygiene, 15(10), 773-784.
- [31] Stetzenbach, L., Buttner, M., Cruz, P.(2004). Detection and enumeration of airborne biocontaminants. Current Opinion in Biotechnology, 15, 170-174.
- [32] Tuncer, A., Uysal Soyer, Ö.(2005). Hasta bina sendromu. Astim Allerji İmmünoloji, 3(2), 97-102.
- [33] Vanhee, L.M.E., H.J. Nelis, Coenye, T.(2009). Rapid Detection and Quantification of *Aspergillus fumigatus* in Environmental Air Samples Using Solid-Phase Cytometry. Environmental Science & Technology, 43(9), 3233-3239.
- [34] Wady, L., Bunte, A., Pehrson, C., Larsson, L.(2003). Use of gas chromatography-mass spectrometry/solid phase microextraction for the identification of MVOCs from moldy building materials. Journal of microbiological methods, 52(3), 325-332.
- [35] Wirtanen, G., Miettinen, H., Pahkala, S., Seppo, E., Lisa, V.C.(2002). Clear air solutions in food processing. VTT Publications, 309, 47p.