



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

BİYOAEROSOLLERİN FARKLI ÖZELLİKTEKİ İÇ ORTAMLARDA MEKÂNSAL VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

**ELİF PALAZ
SİBEL MENTEŞE
MÜŞERREF TATMAN OTKUN
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**



BIYOAEROSOLLERİN FARKLI ÖZELLİKTEKİ İÇ ORTAMLARDA MEKÂNSAL VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Elif PALAZ
Sibel MENTEŞE
Müşerref TATMAN OTKUN

ÖZET

İnsanlar hayatlarının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu süreçte çeşitli hava kirleticilere maruz kalmaktadırlar. Önemli hava kirleticilerden biri olan biyoaerosollerin; gerek insan veya diğer canlı aktiviteleri ve yapı malzemeleri aracılığıyla, gerekse havalandırma yoluyla dış ortam havasından iç ortam havasına geçişi söz konusudur. Havada bulunan biyoaerosoller solunum sistemini etkiler. İç ortamda yaygın olarak gözlenen biyoaerosoller; bakteri ve mantarlardır. Bu çalışmada, Çanakkale ilinin farklı özellikteki (kentsel, kırsal ve endüstriyel) 3 ilçesinde bulunan farklı iç ortamlarda havadan kaynaklı bakteri ve mantar seviyelerinin mekânsal ve mevsimsel değişiminin araştırılması amaçlanmaktadır. İç ortam havasından biyoaerosoller aktif örnekleme prensibine göre biyoimpaktör vasıtasıyla spesifik besiyerleri üzerinde toplanmıştır. İnkübasyon periyodundan sonra, örneklerdeki bakteri ve mantar miktarları mikroskop altında sayımı yapılarak Colony Forming Unit (CFU)/m³ biriminde hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; biyoaerosol seviyelerinin mekansal ve mevsimsel olarak değişim gösterdiği ve genel olarak iç ortam havasında ölçülen biyoaerosol seviyelerinin dış ortamda ölçülen biyoaerosol seviyelerinden yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum, biyoaerosollerin kaynaklarının ve/veya onlar için uygun olan çevresel koşulların mevsimsel olarak değiştiğini göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Biyoaerosol, Çanakkale, iç ortam hava kalitesi, mekânsal değişim, mevsimsel değişim.

ABSTRACT

People spend most of their times indoors and have exposed to various air pollutants. Bioaerosols, one of the major air pollutants, are either being generated indoors by human/animal activities and building products or infiltrating into indoor air from outdoor by ventilation. Airborne bioaerosols affect the respiratory system. The most dominant bioaerosols indoor air is airborne bacteria and mold. This study was conducted to find the spatial and seasonal variations of airborne bacteria and mold in 3 towns of Canakkale with different characteristics (i.e. urban, rural, and industrial). Bioaerosols in indoor air were collected on specific culture media by bioimpactor according to the active sampling principle. After the incubation period, the amounts of bacteria and fungi were counted as Colony Forming Unit (CFU)/m³ under a microscope. According to the overall results of the study; levels of bioaerosols showed spatial and seasonal variations and, in general, levels of indoor bioaerosols were observed to be higher than levels of outdoor bioaerosols. Hence, it can be concluded that the sources of bioaerosols and/or the environmental conditions, promoting bioaerosol propagation, depending on the season.

Key Words: Bioaerosol, Çanakkale, indoor air quality, spatial variation, seasonal variation.

1. GİRİŞ

İnsanlar hayatlarının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu süreçte kimyasal ve mikrobiyal kökenli çeşitli hava kirleticilerine maruz kalmaktadırlar. Önemli hava kirleticilerden biri olan biyoaerosoller genelde mikrobiyal partikül madde, bitki ya da hayvan kökenli aerosoller olarak tanımlanırlar. Patojenik ve patojenik olmayan canlı ya da ölü bakteriler, mantarlar, virüsler bu sınıfa girer. Aynı zamanda alerjenleri, tahriş edici maddeleri, endotoksin ve mikotoksin gibi zararlı kimyasalları üretirler [1]. Biyoaerosollerin iç hava kirliliğinde payı %5-34'tir [2].

Biyoaerosol maruziyeti insan sağlığını etkileyen önemli bir faktördür. Havada bulunan biyoaerosoller solunum sistemini etkiler. Biyoaerosoller; Hasta Bina Sendromu [2], Lejyonella, Hipersensitif Pnömoni [3-4], astım, alerjik sinüzit ve alerjik rinit [4] gibi birçok hastalık ve semptomlara sebep olabilirler. Aynı zamanda göz, burun, akciğer ve derinin tahriş olmasına sebebiyet verebilirler [5]. Bu nedenle mevsimsel değişimin biyoaerosol kompozisyonuna etkisinin incelenmesi hem hava kalitesi, hem de insan sağlığı açısından önem arz etmektedir.

Biyoaerosollerin iç ortamda; evcil hayvanlar, bitkiler, boyalı yüzeyler, duvar kâğıdı, tesisat sızıntıları, halılar, taban döşemeleri [2] gibi birçok kaynağı mevcuttur. Gerek insan veya diğer canlı aktiviteleri ve yapı malzemeleri aracılığıyla, gerekse havalandırma ile biyoaerosollerin dış ortamdan iç ortama geçişi söz konusudur. İç ortamda yaygın olarak gözlenen biyoaerosoller bakteri ve mantarlardır. Mantarların üremesi için optimal bağıl nem (RH) değeri %70 üstü olarak belirlenmiştir [6]. İç ve dış ortamdaki hava örnekleri alınarak yapılan çalışmalar; CO₂ [7], sıcaklık ve RH [7-8] gibi faktörlerin biyoaerosol seviyelerinin değişiminde etkili olduğunu göstermiştir. Sıcaklık, RH, yağış miktarı, güneşlenme miktarı, rüzgâr hızı gibi meteorolojik faktörlerin bakteri miktarına pozitif ve negatif etkileri gözlenmiştir [9]. Ocak 2009 - Aralık 2010 yılları arasında Hindistan'da konutlarda yapılan çalışmada mantar konsantrasyonunun dağılımının mevsimsel olarak değiştiği kaydedilmiştir. Neme bağlı olarak farklı mantar konsantrasyonu gözlenmiş ve mantar konsantrasyonu ile meteorolojik faktörler arasında yakın korelasyon bulunmuştur [10].

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda; meteorolojik parametreler, coğrafi konum, ölçüm yöntemleri, ölçüm yeri (okul, hastane, müze, konut, tepe, mağara, hayvan barınakları vb.) ve iklimdeki değişiklikler zaman zaman farklı sonuçların elde edilmesine sebep olmuştur.

Bu çalışmada, Çanakkale ilinin farklı özellikteki (kentsel, kırsal ve endüstriyel) 3 ilçesinde bulunan evlerde havadan kaynaklı bakteri ve mantar seviyelerinin mekânsal ve mevsimsel değişiminin araştırılması amaçlanmaktadır. Biyoaerosoller için maksimum ve minimum konsantrasyonların gözlemlendiği mevsimler ve buna sebep olan majör faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır. İç ve dış ortamdaki bakteri ve mantar konsantrasyonları karşılaştırılmış ve birbirleri arasındaki ilişki incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Ölçüm Noktaları

Çanakkale ili Merkez (kentsel), Lapseki (kırsal) ve Çan (yarı-kentsel ve endüstriyel) ilçelerinde bir yıl süreyle yaz 2013'de başlayana ve 1 yıl süreyle yapılan çalışmada; 121 farklı evin iç ve dış ortam havasındaki biyoaerosol ölçümleri yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ölçüm Noktalarının Harita Üzerinde Gösterimi.

Özellikle endüstriyel ölçüm bölgesinde dış hava kalitesinin de iç hava kalitesini etkileyebileceği düşüncesiyle, eş-zamanlı olarak dış havadaki biyoaerosoller de ölçülmüştür. Çalışmada iç ortama ait çevresel özellikler ile insan kaynaklı aktiviteler, dış ortamda ise ölçüm istasyonunun bulunduğu bölgenin farklı özellikleri dikkate alınmıştır.

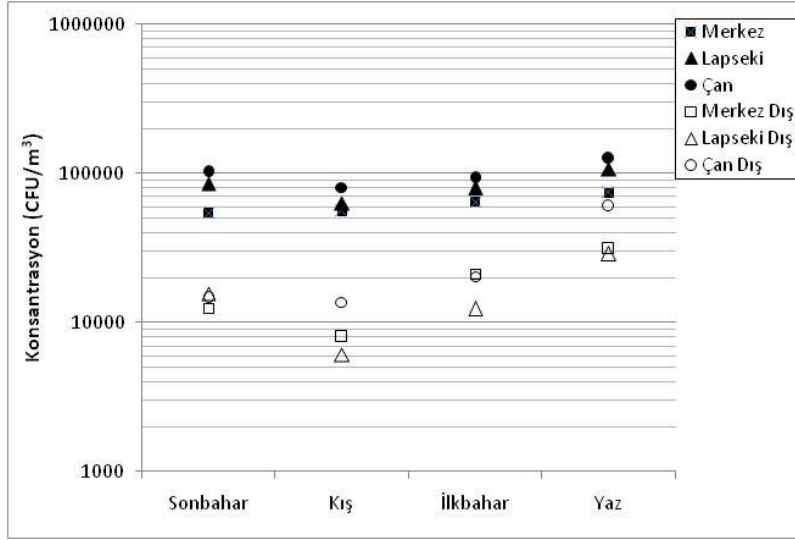
2.2 Ölçüm Metodu

İç ve dış ortam havasında bulunan bakteri ve mantarların tespitinde atmosferden dakikada 28,3 L hava emen tek-basamaklı biyoimpaktör her örnekleme için 5 dakika süreyle kullanılmıştır [11]. İç ortam havasından biyoaerosoller aktif örnekleme prensibine göre biyoimpaktör vasıtasıyla spesifik besiyerleri üzerinde toplanmıştır. Bakteriler; Plate-countagar (PCA) besiyerinde 37 °C' de 2 gün; mantarlar ise; Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) besiyerinde 25 °C' de 5-7 gün inkübasyon işlemine maruz bırakılarak çoğalmasa sağlanmıştır. İnkübasyon periyodundan sonra, örneklerdeki bakteri ve mantar miktarları mikroskop altında sayımı yapılarak Colony Forming Unit (CFU)/m³ biriminde hesaplanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

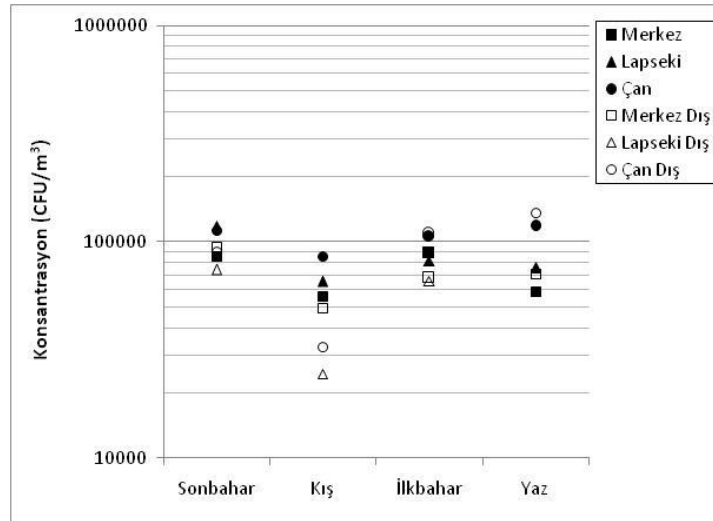
Bu çalışmada havadan kaynaklı bakteri ve mantar konsantrasyonlarının 10³ ila 10⁵ CFU/m³ arasında değiştiği gözlenmiştir. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde bir yıl boyunca tüm mevsimlerde iç ortamda bulunan toplam bakteri konsantrasyonunun dış ortamdaki konsantrasyondan fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu çalışmada iç ve dış ortamda toplam bakteri konsantrasyonunun üç lokasyondaki en fazla yaz mevsiminde gözlenmiştir. Merkez'de iç ortamda en düşük bakteri konsantrasyonu sonbahar mevsiminde gözlenirken, Lapseki ve Çan'da en düşük bakteri konsantrasyonu kış mevsiminde görülmüştür.

Danimarka'da mevsimsel koşulların iç ortama mikrobiyal etkilerini incelemek amacıyla 1 yıl (Nisan 2010 - Mart 2011) süreyle yapılan bir çalışmada; bakteri konsantrasyonunun; bahardan yaza düşüş gösterdiği, sonbaharda artıp kışın tekrar azaldığı belirtilmiştir [8].



Şekil 2. Toplam Bakteri Konsantrasyonunun İç ve Dış Ortamda Mevsimsel Dağılımı (CFU/m³) (Konsantrasyon değerleri logaritmik skalada gösterilmiştir).

İç ortamda ölçülen mantar konsantrasyonları mekansal olarak farklı dağılım göstermiş olup; Merkez'de ilkbahar, Lapseki'de sonbahar, Çan'da ise yaz mevsiminde en yüksek seviyeler ölçülmüştür (bakınız Şekil 3). Nisan 2013 - Mart 2014 arasında Libya'da yapılan bir çalışmada da farklı iklim ve lokasyona sahip iç ve dış hava örnekleri alınmış, mantarların yaz ve sonbahar mevsiminde daha yoğun gözlemlendiği belirtilmiştir [11]. Bununla beraber, Tayvan'da yapılan bir başka çalışmada sıcak olan aylarda mantar seviyelerinin arttığı tespit edilmiştir [12].



Şekil 3. Toplam Mantar Konsantrasyonunun İç ve Dış Ortamda Farklı Lokasyonlarda Mevsimsel Dağılımı (Konsantrasyon değerleri logaritmik skalada gösterilmiştir).

İç ortamdaki mantar konsantrasyonunun genel olarak en fazla endüstriyel yerleşim yerinde gözlemlendiği; mantar konsantrasyonunun kentsel yerleşim biriminde kırsaldan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Tayvan'da kentsel, kırsal ve başkent olmak üzere 3 farklı özellikteki şehirde 2003-2004 yıllarında yapılan bir çalışma sonucunda bu çalışmada olduğu gibi, kentsel yerleşim biriminde kırsala oranla daha yüksek mantar konsantrasyonu ve mantar türü olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada ortamdaki mantarlar ile meteorolojik faktörler ve ozon, CH₄, NMHC ve CO gibi çeşitli hava kirlenitçiler arasında etkileşim olduğu bulunmuştur [12].



Yapılan bu çalışma sonuçları göstermiştir ki, kış mevsiminde mantar konsantrasyonunun iç ve dış ortamda en düşük seviyelerde gözlenmiştir. Bu çalışma sonuçlarına benzer olarak, iç ve dış ortamda mantarların mevsimsel değişimini araştıran bir başka çalışmada da yaz mevsiminde mantar konsantrasyonunun kış mevsiminden daha yüksek olduğunu saptanmıştır [13]. 2006 - 2007 yılları arasında Fransa'da hastanelerde yapılan bir diğer çalışmada iç ortam hava örneklerinde maksimum mantar konsantrasyonu sonbaharda gözlenirken; en düşük mantar konsantrasyonunun kış mevsiminde gözlemlendiği belirtilmiştir [14].

Mantar miktarlarının hem mekânsal olarak, hem de mevsimsel olarak gözlenme sıklığının değişim gösterdiği bulunmuştur. Genel olarak iç ortamda bulunan toplam mantar konsantrasyonunun da bakteriler gibi dış ortamdaki konsantrasyondan fazla olduğu tespit edilmiştir (bakınız Şekil 3). Bu çalışmaya sonuçlarına benzer şekilde; Danimarka'da (2010-2011), Portekiz'de (2011-2012) ve Libya'da (2013-2014) yapılan başka çalışmalarda da iç ortam mantar yoğunluğunun dış ortamdaki konsantrasyondan daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır [7-8-11].

4. SONUÇ

Çalışmanın sonuçlarına göre; biyoaerosol seviyelerinin mekânsal değişim gösterdiği ve genel olarak iç ortam havasında ölçülen biyoaerosol seviyelerinin dış ortamda ölçülen biyoaerosol seviyelerinden yüksek olduğu bulunmuştur. Genelde iç ortamda biyoaerosol seviyelerinin sırasıyla; yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona doğru kentsel, kırsal ve endüstriyel olmak üzere değişim gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışma, biyoaerosollerin kaynaklarının ve/veya onlar için uygun olan çevresel koşulların mevsimsel olarak da değiştiğini göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapıldığı bölgelerin belediye başkanları ve çalışanları ile çalışmanın katılımcılarına teşekkür ederiz. Bu çalışma, finansal olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Proje no: 112Y059.

KAYNAKLAR

- [1] NAZAROFF W.W., "Indoor Bioaerosol Dynamics", 2014. Doi:10.1111/ina.12174
- [2] BHATIA L., "Impact of Bioaerosol on Indoor Air Quality - A Growing Concern", Advances In Bioresearch, 2(2): 120-123, 2011.
- [3] FRANKS T.J., GALVIN J.R., "Hypersensitivity Pneumonitis: Essential Radiologic and Pathologic Findings", Surgical Pathology Clinics 3 (1), 187-198, 2010.
- [4] PIECKOVA E., WILKINS K., "Airway Toxicity of House Dust and Its Fungal Composition", Annals of Agricultural and Environmental Medicine 11, 67-73, 2004.
- [5] U.S. Environmental Protection Agency, "A Brief Guide to Mold, Moisture, And Your Home", EPA 402-K-02-003, 2010.
- [6] BURGE H., CREW G., MUILENBERG M., GOLD D., "Role of fungi in-house dust ecosystems", Journal Clinical Immunology 95,167, 1995.
- [7] MADUREIRA J., PEREIRA C., PACIENCIA I., TEIXEIRA J.P., DE OLIVEIRA FERMANDES E., "Identification and Levels of Airborne Fungi in Portuguese Primary Schools", J Toxicol Environ Health A.;77(14-16):816-26, 2014.
- [8] FRANKEL M, BEKO G, TIMM M, GUSTAVSEN S, HANSEN E.W., et al. "Seasonal variations of indoor microbial exposures and their relation to temperature, relative humidity, and air exchange rate", Appl Environ Microbiol 78: 8289-8297, 2012..



- [9] AYDOĞDU H, ASAN A., OTKUN M.T., “Indoor and outdoor airborne bacteria in child day-care centers in Edirne City (Turkey), seasonal distribution and influence of meteorological factors” *Environ Monit Assess* 164:53–66, 2010.
- [10] PREMILA A., “Airborne fungal diversity of residential dwellings in Imphal, Manipur, India”, ISSN (Online): 2319 – 6718, 2013.
- [11] NIOSH, NIOSH: Method 0800 – Bioaerosol sampling (indoor air), culturable organisms: bacteria, fungi, thermophilic actinomycetes. NIOSH, 1998.
- [12] EL-GALI Z.I., ABDULLRAHMAN E.M., “Seasonal Distribution of Indoor and Outdoor Fungi in the Air of El-Beida. City, Libya” *NY Sci J* 7(6):94-100, 2014.
- [13] WU Y.H., CHAN C.C., RAO C.Y., LEE C.T., HSU H.H., CHIU Y.H., CHAO H.J., “Characteristics, determinants, and spatial variations of ambient fungal levels in the subtropical Taipei metropolis” *Atmos Environ* 41:2500–2509, 2007.
- [14] LIAO C.M., LUO W.C., CHEN S.C., CHEN J.W., LIANG H.M., “Temporal/seasonal variations of size-dependent airborne fungi indoor/outdoor relationships for a wind-induced naturally ventilated airspace”, *Atmos Environ* 38(26):4415–4419, 2004.
- [15] SAUTOUR M., SIXT N., DALLE F., L'OLLIVIER C., FOURQUENET V., CALINON C., PAUL K., VALVIN S., MAUREL A., AHO S., COUILLAULT G., CACHIA C., VAGNER O., CUISENIER B., CAILLOT D., BONNIN A., “Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital”, *Sci Total Environ.* 407(12):3766-71, 2009.

ÖZGEÇMİŞ

Elif PALAZ

1991 yılı Sinop doğumludur. 2013 yılında Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2013 yılından bu yana Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir. İç ve dış ortam havasındaki biyoaerosoller üzerine çalışmalar yapmaktadır.

Sibel MENTEŞE

1981 doğumlu Menteşe, 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Yüksek Mühendis unvanını almıştır. Sosyal Çevre konuları üzerine de ilgisi olan Menteşe, 2007 yılında Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri Bölümünden ikinci Yüksek Lisans derecesini almıştır. 2004-2009 yılları arasında Hacettepe Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmıştır ve 2009 yılında iç hava kalitesi üzerine kapsamlı bir doktora tezi tamamlamıştır. Dr. Menteşe, Türkiye ve Almanya’da iç ortam hava kalitesi ve malzeme kalite uygunluk testi konuları üzerine çeşitli projeler yapmıştır. 2010 yılından bu yana Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Son zamanlarda İç ve dış ortam hava kalitesinin sağlık etkilerine yönelik çeşitli projeler yürütmektedir.

Müşerref TATMAN OTKUN

1961 doğumlu Müşerref Otkun, 1985 yılında yüksek lisans eğitimini Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi’nde ve doktora eğitimini 1998 yılında Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü’nden almıştır. 1999 yılında Trakya Üniversitesi’nde Yrd. Doç. Dr. olarak çalışmaya başlamıştır. 2006 yılından bu yana Doç. Dr. olarak Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesinde çalışmaktadır. Mikrobiyoloji ve klinik mikrobiyoloji alanında çalışmalar yapmaktadır. Hava kalitesinin mikrobiyolojik açıdan incelenmesine yönelik çok sayıda çalışmaya katılmıştır. Son zamanlarda havadaki mikroorganizmaların izolasyonunun yanı sıra, biyoaerosollerin kronik solunum yolu hastalıklarına etkisi üzerine çalışmalar yapmaktadır.