



## Araştırma Makalesi

# Havadan Kaynaklı Bakteri Seviyesinin Çanakkale’deki Ev, Yurt ve Okullarda Mekansal Değişimi

Sibel MENTEŞE<sup>✉</sup>, Deniz TAŞDİBİ, Tuğba BÖCE, Melis Burçe MUTLU, Saime Selin ÖZDEMİRPENÇE, Salih Yunus NİŞANCI, Elif PALAZ, Burak ÇETİN, Burak SELÇUK, Sevil KARAGÖZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü 17020 Çanakkale

Sunuluş tarihi: 10 Mayıs 2013, Kabul edilme tarihi: 26 Haziran 2013

## ÖZET

Çanakkale’de farklı özellikteki (trafik kaynağına olan uzaklık, kullanılan ısınma amaçlı yakıt türü vb.) ve farklı yerlerde bulunan okullar (ilkokul, üniversite ve kreş), evler, yurtların (özel ve devlete bağlı) iç ve dış ortamlarında havadan kaynaklı bakteri seviyesi ölçülmüştür. Ayrıca, ölçümlerin yapıldığı ortamlarda bir de anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması; *i*) iç ortam hava kalitesine etkisi olabilecek faktörlerin (sigara içimi, evcil hayvan varlığı, trafiğe yakınlık ve evin tadilat durumu gibi) belirlenmesi, *ii*) hasta bina sendromunun göstergesi olan semptomların tanı konulmuş bir hastalığı olmayan kişilerde görülüp görülmediği, *iii*) anket yapılan ortamın termal konfor ve iç hava kalitesi ile ilgili anket yapılan kişilerin görüşlerini, *iv*) sosyoekonomik durumlarını ve *v*) anket yapılan ortamda kişilerin ne kadar vakit geçirdiklerini belirlemeye yönelik olarak yapılmıştır. Çalışma neticesinde, dış havada ölçülen bakteri seviyeleri, belirgin olarak iç havada ölçülenlerden düşük bulunmuştur. En yüksek bakteri seviyeleri genellikle kreşlerde gözlenmiştir. Ayrıca, hava örneklerinin %71’inde küf üremesi de gözlenmiştir. İlaveten, hasta bina sendromu semptomlarından bazılarının (ör: sürekli yorgunluk ve baş ağrısı gibi) tanısı konulmuş bir hastalığı olmayan katılımcılarda yaygın olarak gözlemlendiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** hava kaynaklı bakteri, küf, iç hava kalitesi, hasta bina sendromu, Çanakkale.

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi’ne aittir.

## 1. Giriş

İnsanlar zamanlarının büyük bir bölümünü ev, işyeri ve okul gibi kapalı mekanlarda geçirmektedir. Son 20 yıl içerisinde endüstrileşmiş ülkelerin çoğunda okul çağındaki çocukların neredeyse yarısının astım ve alerjiye maruz kaldığı ve olumsuz iç hava kalitesi nedeni ile çalışanların çalışma veriminde düşüklüğe neden olan hasta bina sendromu semptomlarının (baş ağrısı, yorgunluk ve mukoz membran tahribatı gibi) sıklıkla gözlemlendiği belirtilmektedir (Olesen, 2005). Hasta Bina Sendromu tek veya belirli bir kaynağı olmadığı için hastalık yerine sendrom olarak sınıflandırılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü’nün Hasta Bina Sendromu için tanımlanmış olduğu duyuşsal reaksiyonlar, göz, burun ve boğazda tahribat, deri tahribatı, nörotoksik semptomlar, spesifik olmayan aşırı reaksiyonlar, koku ve tat şikayetleridir (Potter, 1988; Sykes, 1989; Godish, 2001).

İç ortam hava kirlleticilerin kaynakları çok çeşitlidir. Bazı kirleticiler iç ortamda yapılan yemek pişirme, temizlik ve sigara içimi gibi bazı aktiviteler nedeni ile üretilir. Diğerleri ise bina malzemeleri, ahşap, halı gibi tüketim malzemeleri, yapııştırıcılar, boyalar, ev bitkileri ve banyo malzemelerinden

yayılırlar (Crump vd., 1997; Yu ve Crump, 1998; Wolkoff vd., 2000; Nazaroff ve Weschler, 2004). Son olarak da bazı iç ortam kirleticileri dış ortamda üretilirler ancak pencere ve kapılardan iç ortama girerler. Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa 4. Ortaklık Çevre ve Sağlık Konferansı’nda dış ortam ve iç ortam hava kirliliğinden dolayı meydana gelen solunum yolu rahatsızlıklarının çocukluk dönemi astım vakasını azaltma umuduyla önlenmesinin veya azaltılmasının önemini vurgulamaktadır (WHO, 2000).

Hava kaynaklı arerosoller sebep oldukları belirlenen sağlık problemleri nedeniyle son yıllarda üstünde yoğun olarak çalışmalar yapıldığı konulardan biridir. Havada yüksek miktarda bulunan mikroplar astım, allerjik rinit, hipersensitif pnömoni, hasta bina sendromu, enfeksiyon ve toksik etkilere neden olmaktadır (Siersted ve Gravesen, 1993; ACGIH, 1989; Ren vd., 1999, 2001). Havadan kaynaklanan bakterilerin büyümesinde dış ortam havasının sıcaklık ve bağıl nem değerleri etkilidir (Jones ve Cookson, 1983; Fabian vd., 2005). Hava kaynaklı bakterilerin çoğu mezofilik bakteriler olup 20-35°C’de optimum üreme hızındadır. Genellikle gram pozitif kok veya basil türleri en yaygın gözlenenlerdir (Menteşe, 2009).

✉Sibel Menteşe  
Tel:(286) 218 00 18/2174, Faks: (286) 218 05 41  
E-posta: sibelmentese@gmail.com

Biyoaerosol seviyesinin kabul edilebilir sınırlarının tespiti için çeşitli düzenlemeler yapılmaktadır ve sürekli güncellenmektedir. ACGIH (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists) tarafından havadaki tavsiye edilen kültür edilebilir bakteri ve mantar seviyesi  $100 \text{ CFU m}^{-3}$  olarak belirlenmişse de, 1999 yılında bu karar yürürlükten kaldırılmıştır (Ren vd., 2001). Kanada Hükümeti ise çeşitli sınıflandırmalar yaparak  $500 \text{ CFU m}^{-3}$ 'ün üzerindeki mantar konsantrasyonunu kabul edilemez seviye olarak belirlemiştir (Environment Canada, 1989). Sağlık sorunlarına sebep olabilecek üst limit değer, toplam biyoaerosol miktarı olarak NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) tarafından  $1000 \text{ CFU m}^{-3}$  olarak belirlenmiştir (Nevalainen vd., 1992; ACGIH, 1989).

Bu çalışmada, Çanakkale'de farklı özellikteki (trafik kaynağına olan uzaklık, kullanılan ısınma amaçlı yakıt türü vb.) ve farklı yerlerde bulunan okullar (üniversite derslikleri, anaokul ve kreş), evler, yurtların (özel ve devlete bağlı) iç ve dış ortamlarında havadan kaynaklı bakteri seviyesinin mekansal değişimi araştırılmıştır. Ayrıca, ölçümlerin yapıldığı ortamlarda uygulanan anket çalışması ile iç ortam hava kalitesine etkisi olabilecek faktörlerin (sigara içimi, evcil hayvan varlığı, trafiğe yakınlığı ve evin tadilat durumu) belirlenmesi, hasta bina sendromunun göstergesi olan semptomların tanı konulmuş bir hastalığı olmayan kişilerde görülüp görülmediği ve anket yapılan ortamın termal konfor ve iç hava kalitesi ile ilgili anket yapılan kişilerin görüşlerinin, sosyoekonomik durumlarının ve anket yapılan ortamda ne kadar vakit geçirdiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Yöntem

### 2.1. Ölçüm Noktaları

Hava kaynaklı bakteri örnekleri evler, okullar, yurtlar ve kreşlerden alınmıştır. Ölçüm noktaları Şekil 1'de gösterildiği üzere Çanakkale şehrinin farklı semtlerinde yer almaktadır. Ölçümler genel olarak her ortamda en az 1 tane en sık kullanılan odada ve mutfakta yapılmıştır. Her

ölçüm noktası için 2 tane dış ortam hava örneği de alınmıştır.

### 2.1. Ölçüm Metodu

Havadan kaynaklanan bakterilerin konsantrasyonunun belirlenmesi NIOSH Method-0800 (NIOSH, 1998) ve Mentese vd. (2009)'de anlatıldığı gibi yapılmıştır. Özet olarak, havadaki bakteriler tek-basamaklı biyoimpaktör vasıtasıyla Plate-count besiyeri üzerine bir pompa ile aktif örnekleme prensibine göre toplanmıştır. Örnekleme, insan solunum seviyesi olan 1.5 metre yükseklikte olacak şekilde, iç ortamın tam merkezine; dış ortamda ise, pencere dışından yapılmıştır. Herhangi bir kontaminasyona izin verilmeden agarlar plakalara yerleştirildikten sonra, havadan bakteri örnekleri toplanmıştır. Bakterilerin çoğalması için  $37^\circ\text{C}$ 'de 2 gün süre ile inkübasyon işlemine maruz bırakılan hava örneklerindeki bakteri sayıları basit koloni sayım tekniği ile ışık mikroskobu altında sayılarak colony forming unit  $\text{m}^{-3}$  hava biriminde ( $\text{CFU m}^{-3}$ ) hesaplanmıştır. Ayrıca besiyerlerinde küf üremesinin olup olmadığı da kaydedilmiştir. Hava kalitesi ölçümleri süresince hava sıcaklığı, bağıl nem değerleri, rüzgar hızı ve yönü de kaydedilmiştir. 2012-Kasım ayı boyunca toplam 137 bakteri örneğinin 98'i iç ortamlardan, 39'u ise dış ortamlardan alınmıştır.

### 2.3. Anket Çalışması

Anket çalışması, bakteri seviyesinin ölçüldüğü ortamda yaşayan bir yetişkine uygulanmıştır. Ankette, örnekleme yapılacak ortamlara ait bilgiler ve bu ortamlarda sağlıklı yaşam konforuna etkisi olabileceği düşünülen faktörler dikkate alınmıştır. Anket uygulanan kişilere, ev veya işyerlerinde iç ortam hava kalitesi açısından önemli olabilecek bazı koşulların varlığının (evde hayvan beslenmesi, evde tüketilen günlük sigara miktarı, evin trafiğe yakınlığı, kullanılan mutfak/ısıtma yakıtı vb.) ve kişilerin mevcut sağlık durumu ile hasta bina sendromu göstergeleri olan bazı semptomların belirli bir hastalığa bağlı olmadan gözlenip gözlenmediğinin araştırılacağı bir anket uygulanmıştır.



Şekil 1. Ölçüm Noktaları (Esenler, Kepez, Terzioğlu Kampüsü, Troya Caddesi, İsmetpaşa Mahallesi, Fevziye Mahallesi).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Ölçüm Yapılan Mikro-Ortamların Özellikleri

Ölçüm yapılan mikro-ortamlarda yapılan anket çalışması neticesinde, ölçüm yapılan ortama ait önemli olabilecek bazı parametreler (trafiğe yakınlık, hanede yaşayan kişi sayısı vb.) ile anket yapılan kişiye ait sosyoekonomik özellikler (yaş, hanede geçirilen günlük süre, eğitim durumu, sigara içimi vb.) gözlenme sıklığına göre Tablo 1'deki gibi belirlenmiştir. Buna göre, ölçüm noktalarının büyük bir bölümü trafiğe orta seviyede yakındır. Ölçüm yapılan mikro-ortamlarda değişken sayıda kişi (kişi sayısı 1 - >4 arasında) bulunmaktadır ve bu kişilerin yarısı 25 yaşından daha küçük kişilerden oluşmaktadır. Bu mikro-ortamlarda bulunan kişilerin üçte ikisi vakitlerinin yarısından fazlasını bu ortamlarda geçirmektedir. Bu mikro-ortamlarda bulunan kişilerin üçte biri sigara içmektedir; bazı mikro-ortamlarda 1'den fazla kişi sigara içmektedir. Bu mikro-ortamlarda kişi başına sigara içim miktarı ise yaklaşık 2/3 oranında yarım pakete kadarken, yaklaşık 1/3 oranında ise yarım paketten fazladır.

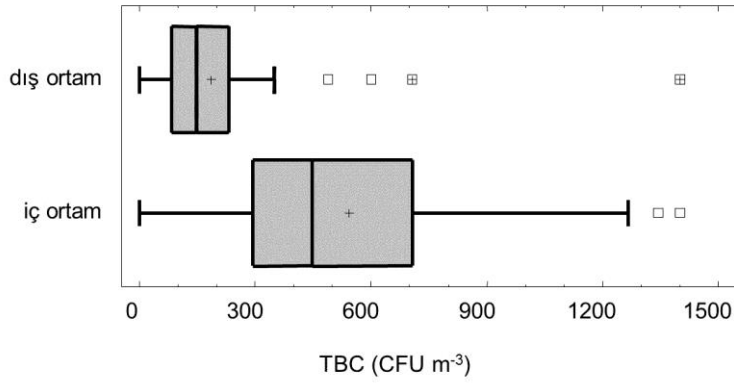
#### 3.2. Ölçüm Noktalarında Gözlenen Toplam Bakteri Konsantrasyonu

Toplam bakteri konsantrasyonu (TBC), tespit sınırının altı ila üstünde olmak üzere geniş bir aralıkta (<7 - >1400 CFU m<sup>-3</sup>) değişim göstermiştir. Çalışma neticesinde, dış havada ölçülen bakteri seviyeleri, belirgin olarak iç havada ölçü-

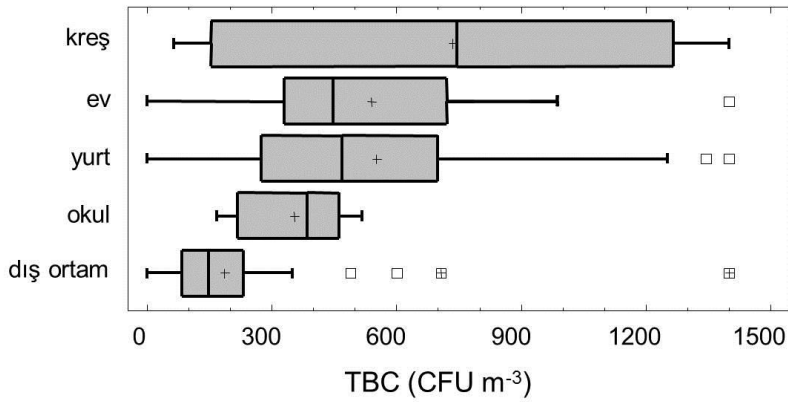
lenlerden düşük bulunmuştur (Şekil 2). Genel olarak dış ortam TBC değerleri iç ortam TBC değerlerinden yüksek olduğu için birincil kaynağının iç ortamda yapılan aktiviteler olduğunu söyleyebiliriz. Ankara'da yapılan başka çalışmalarda ise bakteri konsantrasyonunun 10 ila 10<sup>4</sup> CFU m<sup>-3</sup> arasında değiştiği bulunmuştur (Mentese vd., 2009, 2012). Ayrıca, TBC seviyelerinin mikro-ortamlara göre de değişim gösterdiği bulunmuştur (Şekil 3). En yüksek bakteri seviyeleri genellikle kreşlerde, en düşük seviyeler ise okullarda (özellikle üniversite binaları) gözlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da en düşük değerler, örneklenen ortamlar arasında boş evler ve açık alanlarda gözlenirken; en yüksek TBC değerleri evlerde, çocuk yuvalarında, restoranlarda ve yurttarda ölçülmüştür (Mentese vd., 2009). Yine Polonya'da okullarda yapılan çalışmalarda bulunan TBC seviyeleri de bu çalışmadakine benzer şekilde 10<sup>2</sup> CFU m<sup>-3</sup> mertebelerindedir (Stryjowska-Sekulska vd., 2007). En yüksek bakteri seviyelerinin muhtemelen yüksek doluluk oranları ve az havalandırma ile bağlantılı olduğu bulunmuştur (Mentese vd., 2009, 2012). Bu çalışmada da kreşlerde kişi sayısının fazla olduğu ve havalandırmanın yetersiz olduğu söylenebilir. Yapılan anket çalışmalarına bakıldığında, ölçümler sırasında okullarda kişi sayısının az olmasına karşın, kreşlerde doluluk oranının fazla olması da bu sonucu desteklemektedir. Atina ve Chania'da apartmanlarda yapılan bir çalışmada, genel olarak TBC konsantrasyo-

**Tablo 1.** Ölçüm Yapılan Mikro-Ortamlara Ait Bilgiler.

Parametre	Sıklık (%)
<b>Trafiğe yakınlık</b>	
az	31
orta	62
çok	7
<b>Mikro-ortamda yaşayan kişi sayısı</b>	
1	16
2	30
3	25
4	29
>4	20
<b>Kişinin yaşı</b>	
<25	52
25-45	20
>45	28
<b>İç ortamda geçirilen günlük süre (saat)</b>	
0-8	12
8-12	22
>12	67
<b>Kişinin eğitim durumu</b>	
ilkokul	13
ortaokul	3
lise	17
üniversite	67
<b>Sigara içen kişi sayısı</b>	
0	74
1	11
2	9
>3	6
<b>Sigara içilen ortamlarda günlük kişi başına içilen sigara sayısı</b>	
1-10	62
>10	38



Şekil 2. TBC Seviyelerinin İç ve Dış Ortamlardaki Seviyelerinin Kutu Grafiği İle Gösterimi (kutu içerisindeki + : aritmetik ortalama; I : medyan).



Şekil 3. TBC Seviyelerinin Farklı Ortamlardaki Değişiminin Kutu Grafiği İle Gösterimi (kutu içerisindeki + : aritmetik ortalama; I : medyan).

nu 500 CFU m<sup>-3</sup>'ün altında bulunmuştur (Kalogerakis vd., 2005). Endüstriyel olmayan iç ortamlarda, havada bulunan bakterilerin en önemli kaynağı insan aktivitesi olarak gösterilirken (Stetzenbach, 1998; Menteşe, 2009), insan varlığının; iç veya dış ortamda bir biyoaerosol kaynağı olmadığı sürece, iç ortam biyoaerosol seviyesini arttıran en önemli parametre olduğu tespit edilmiştir (Kalogerakis vd., 2005; Menteşe vd., 2009).

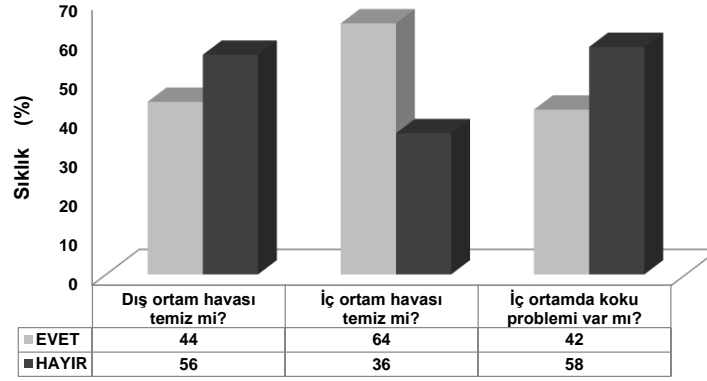
Aynı mikro-ortamın mutfak ve diğer odalarında yapılan ölçümler karşılaştırıldığında, mutfaktaki bakteri seviyelerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Özellikle, mutfak, kantin ve yemekhane gibi ortamlarda yaygın küf üremesi gözlenmiştir. Ayrıca, hava örneklerinin %71'inde küf üremesi de gözlenmiştir.

### 3.2. Anket Çalışmasının Sonuçları

Anket sonuçları değerlendirildiğinde (Şekil 4); anket yapılan kişilerin üçte ikisi anket yapılan kapalı mikro-ortamların havasının temiz olduğunu düşünmektedir. Benzer iç hava kalitesi algı oranlarına anket yapılan kişilerin cinsiyetinden

bağımsız olarak İsveç'te yapılan bir çalışmada da rastlanmıştır (Runeson-Broberg ve Norback, 2012). Buna karşılık, anket yapılan kişilerin yarısından fazlası dış ortam havasının temiz olmadığını düşünmektedir. Bu iki sonuç karşılaştırıldığında, iç ortam hava kirliliği konusunda anket yapılan kişilerin henüz önemli sayılabilecek çevresel kaygılarının olmadığı, dış hava kirliliğinin daha muhtemel görüldüğü sonucuna varılabilir. Ayrıca, ölçüm yapılan mikro-ortamların %42'sinde koku probleminin olduğu yapılan anket sonucunda belirlenmiştir.

Hasta bina sendromunun belirgin semptomlarının gözlenmesine neden olabilecek herhangi bir hastalığı olmayanlar, anket yapılan kişilerin %76'sını oluşturmaktadır. Bu kişilerde en sıklıkla gözlenen hasta bina sendromu semptomları sürekli yorgunluk (%64) ve baş ağrısı (%52) iken; en az gözlenen semptom göğüs sıkışmasıdır (%14). Çin'de yapılan bir hasta bina sendromu araştırma çalışmasında da anket yapılan kişilerin cinsiyetinden bağımsız olarak en sık gözlenen semptom olarak sürekli yorgunluk belirlenmiştir (Wang vd., 2013).



Şekil 4. Ölçüm Yapılan Mikro-Ortamlara Ait Anket Sonuçları.

#### 4. Sonuçlar

Havadan kaynaklı bakteri seviyesinin iç ortamlarda, dış ortamlara göre daha yüksek olduğu; ayrıca iç ortamlarda mekansal faktörlere göre (toplam kişi sayısı, havalandırmanın yetersizliği vb.) değişim gösterdiği bulunmuştur. Ölçüm yapılan kreşler, bakteri seviyesinin en yüksek olduğu ortamlar olurken; evlerin mutfaklarının ölçüm yapılan diğer odalara göre daha yüksek bakteri seviyelerinin gözlemlendiği mikro-ortamlar olduğu belirlenmiştir. Yapılan anket çalışması neticesinde, anket yapılan kişiler dış hava kalitesinin iyi olmadığı, ancak iç hava kalitesinin iyi olduğu görüşünde daha sıklıkla bulunmuştur. Bunun yanı sıra, bazı iç ortamlarda koku probleminin olduğu ve kışın havanın nemli hissedildiği de belirtilmiştir. Ayrıca, anket uygulanan kişilerde hasta bina sendromu için tanımlanan semptomlardan bazılarının (özellikle sürekli yorgunluk hissi ve baş ağrısı) gözlemlendiği belirlenmiştir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir. Proje No: 2010/168.

#### Kaynaklar

- ACGIH, 1989. Guidelines for the Assessment About Aerosols in the Indoor Environment, ACGIH, Cincinnati, Ohio.
- Crump, D.R., Squire, R.W., Yu, C.W.F., 1997. Sources and concentrations of formaldehyde and other volatile organic compounds in the indoor air of four newly built unoccupied test houses. *Indoor and Built Environment* 6, 45-55.
- Environment Canada, 1989. Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality, Ontario:Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, Ottawa.
- Fabian, M.P., Miller, S.L., Reponen, T., Hernandez, M.T., 2005. Ambient Bioaerosol Indices for Indoor Air Quality Assessments of Flood Reclamation. *Journal of Aerosol Science* 36, 763-83.
- Godish, T., 2001. *Indoor Environmental Quality*. Lewis Publishers, Boca Raton.

- Jones, B., Cookson, J., 1983. Natural atmospheric microbial conditions in a typical suburban area. *Applied and Environmental Microbiology* 45, 919.
- Kalogerakis, N., Paschali, D. Lekaditis, V. Pantidou A. vd., 2005. Indoor Air Quality—Bioaerosol Measurements in Domestic and Office Premises. *Journal of Aerosol Science* 36, 751-761.
- Mentese, S, Rad A.Y., Arisoy, M, Güllü G., 2012. Seasonal and Spatial Variations of Bioaerosols in Indoor Urban Environments, Ankara, Turkey. *Indoor Built Environment*, 21, 797-810.
- Mentese, S., Arisoy, M., Rad, A., Güllü, G., 2009. Bacteria and Fungi Levels in Various Indoor and Outdoor Environments in Ankara, Turkey. *CLEAN-Soil, Air, Water* 37, 487-493.
- Menteşe, S., 2009. Bina içi hava kalitesinin belirlenmesi ve kaynaklarının tespiti”, (Doktora tezi), Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, sf. 456.
- Nazaroff, W.W., Weschler, C.J., 2004. Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants. *Atmospheric Environment* 38, 2841-2865.
- Nevalainen, A., Pastuszka, J., Liebhaber, F., Willeke, K., 1992. Performance of Bioaerosol Samplers: Collection Characteristics and Sampler Design Considerations. *Atmospheric Environment* 26A, 531-540.
- NIOSH, 1998. Method 0800 – Bioaerosol Sampling (Indoor air), Culturable Organisms: Bacteria, Fungi, Thermophilic Actinomycetes.
- Olesen, B.W., 2005. Indoor Environment-Health-Comfort and Productivity. *Proceedings of Clima, Lausanne, Switzerland*.
- Potter, I.N., 1988. The sick building syndrome-symptoms, risks factors and practical design guide. *BSRIA Technical Note* 4/88.
- Ren, P., Jankun, T., Leaderer, B., 1999. 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.
- Ren, P., Jankun, T.M., Belanger, K., Bracken, M.B., Leaderer, B.P., 2001. The relation between fungal propagules in indoor air and home characteristics. *Allergy* 56, 419-24.
- Runeson-Broberg, R., Norback, D., 2012. Sick Building Syndrome (SBS) and sick house syndrome (SHS) in relation to psychosocial stress at work in the Swedish workforce. *International Archives of Occupational and Environmental Health* doi:10.1007/s00420-012-0827-8.

- Siersted, H.C., Gravesen, S., 1993. Extrinsic Allergic Alveolitis after Exposure to The Yeast *Ehodontorula Rubra*. *Allergy* 48, 298-9.
- Stetzenbach, L.D., 1998. Microorganisms and Indoor Air Quality. *Clinical Microbiology Newsletter* 20, 157-161.
- Stryjowska-Sekulska, M., Piotraszewska-Pajak, A., Szyszka, A., Nowicki M., Filipiak, M., 2007. Microbiological quality of indoor air in uni-versity rooms. *Polish Journal of Environmental Studies* 16, 623-632.
- Sykes, J.M., 1989. Sick Building Syndrome. *Building Services Engineering Research and Technology* 10, 1-11.
- Wang, J., Li, B.Z., Qin, Y., Han, W., Norback, D., Sundell, J., 2013. Sick Building Syndrome among parents of preschool children in relation to home environment in Chongqing, China. *Chinese Science Bulletin* doi:10.1007/s11434-0135814-2.
- WHO, 2000. Air Quality Guidelines for Europe, 2nd ed., WHO Regional Publications European Series No. 91, Copenhagen.
- Wolkoff, P., Clausen, P.A., Wilkins, C.K., Nielsen, G.D., 2000. Formation of Strong Airway Irritants in Terpene/Ozone Mixtures. *Indoor Air* 10, 82-91.
- Yu, C., Crump, D., 1998. A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings. *Building and Environment* 33, 357-374.



## Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi

www.hkad.org



### Research Article

## Spatial Variation of Airborne Bacteria Levels in Houses, Dorms, and Schools in Çanakkale

Sibel MENTEŞE<sup>✉</sup>, Deniz TAŞDİBİ, Tuğba BÖCE, Melis Burçe MUTLU, Saime Selin ÖZDEMİRPENÇE, Salih Yunus NİŞANCI, Elif PALAZ, Burak ÇETİN, Burak SELÇUK, Sevil KARAGÖZ

Çanakkale Onsekiz Mart University, Dept. of Environmental Engineering, Terzioğlu Campus 17020 Çanakkale, Turkey

Received: May 10, 2013; Accepted: June 26, 2013

### ABSTRACT

Indoor and outdoor airborne bacteria levels in schools (primary school, university and kindergartens), houses, and dorms (private and governmental), were measured in different locations of Çanakkale, according to their different aspects (distance from the traffic, heating fuels etc.). A questionnaire survey has also been applied in those environments. Aims of the survey were to assess factors affecting indoor air quality (smoking, domestic pet presence, distance from traffic, renovation status of the micro-environment), to define observation frequencies of sick building syndrome symptoms in surveyed people who have not suffered from a known related disease, and to determine the participants' opinions related with thermal comfort and indoor air quality, their socio-economic status, and time spent in such environments. Outdoor bacteria levels were found markedly lower than those observed indoor environments. In general, the highest bacteria levels were found in kindergartens. Also, mold propagation was occurred in 71% of the air samples. Moreover, several symptoms of sick building syndrome (e.g., fatigue and headache) have been observed in the majority of the occupants who have not suffered from a known disease.

**Keywords:** Airborne bacteria, mold, indoor air quality, sick building syndrome, Çanakkale.

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.