

Bölüm 3

İÇ ORTAM HAVA KALİTESİ VE ÖZELLİKLERİ

Hatice ÖĞÜTCÜ¹
Funda ÇANKAYA²

1. İÇ ORTAM HAVA KALİTESİ

Havada bol miktarda bulunan mikrobiyal kirletici ajanlar kapalı ortamlardaki havanın kirlenmesine neden olmakta ve bu durum ise doğada yer alan bütün canlıları özellikle de insanları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler arasında; astım hastalığı, alerjik rahatsızlıklar, üst ve alt solunum yolları hastalıkları, nefes darlığı, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH), cilt tahribatları olarak sayılabilir (1).

Tıp ve teknoloji alanında 1960 yılından sonraki gelişmeler, tarımsal üretimdeki endüstrileşme, güvenli ve yeterli miktarda su kaynağının bulunması, eğitim düzeyi yüksekliği ve bireylerin ekonomik bağımsızlık düzeylerinin artması sonucunda insan popülasyonu hızla artmıştır. Tüm dünyayı etkisi altına alan petrol krizi sonucunda binaların havalandırmaları azaltılarak enerji tasarrufu amaçlanmıştır. Bu bağlamda , binaların ısı izolasyonunu sağlamak amacıyla hava geçirmez özellikte tasarlanması, havalandırma ve klima gibi sistemlerin yaklaşık % 50'lik verimle kullanılması gibi nedenlerden dolayı insanlarda çok çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tüm bunlara ilaveten; toksik özellikteki boyalar ve temizlik amacıyla kullanılan kimyasal içerikli malzemelerinde bu sorunlara katkı sağladığı bilinmektedir. Doğal lifler, mermerler ve ahşap ürünlerin yerine plastikler ve sentetik liflerin kullanıldığı belirtilmekte olup petrol hidrokarbonlarının sonuncu ürünü olarak ta bilinen bu materyallerin kapalı alanlarda hava ortamına dağılmak suretiyle birikebilmekteydiler (1).

Halk sağlığı açısından bakıldığında, kapalı ortam hava kalitesinin önemli olması insanların vakitlerinin büyük bölümünü (%80'den daha çoğunu) iç ortamlarda

¹ Prof. Dr. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir, hogutcu@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-7100-9318

² Sağlık Bakanlığı, Kırşehir İl Sağlık Müdürlüğü, Evde Sağlık Hizmetleri Birimi, ela_gs_2000@hotmail.com ORCID iD: xxxx

geçirmelerindendir(1). İç ortam hava kalitesinin önemi; 2019'un son aylarında ilk defa Çin Devletinin Wuhan kentinde tespit edilen ve tüm dünyayı etkileyen özellikle de solunum yolu ile bulaşan COVID-19 pandemisiyle (12 Aralık 2020 tarihi itibarıyla Dünya geneli vaka sayısı 6,842,462, ölüm sayısı 6,842,462 (www.worldometers.info)) daha da artmıştır.

İç ortam hava kalitesinin insan yaşamında oldukça etkili olmasından dolayı 1850'li yıllardan beri en önemli sağlık sorunlarının başında geldiği belirtilmektedir. Son yıllarda, kapalı alan kirletici ajanlarıyla toplumun sürekli karşılaşması sonucunda önemli oranlarda hastalıklara ve ölüm vakalarına neden olduğu bu parametrelerde hızlı bir artışın gözlemlendiği de çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir(1).

Çevre Koruma Ajansı (EPA), insanların iç ortam şartlarında karşı karşıya kaldığı kirletici ajanların dış ortam şartlarında karşılaştıkları kirletici ajanlardan 2-5 kattan daha yüksek olduğunu dahası bazen 100 kattan daha yüksek de olabileceğini bildirmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün verilerine göre; 2012 yılında tüm dünya genelinde hava kirliliğinin çeşitli türlerinin etkili olduğu olaylardan 3 milyununun üzerinde bireyin hayatını kaybettiği belirlenmiştir (2).

DSÖ'ye verilerine göre; ortalama 7 milyon kişinin her sene dış ve iç ortam hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybettiği kabul edilmekte ve ölüm oranlarının Amerika, Avrupa, Doğu Akdeniz, Afrika, Batı Pasifik ve Güney Doğu Asya ülkelerinde (en azdan en yükseğe doğru sıralama) görüldüğü rapor edilmektedir. Yine DSÖ verilerinde; 4.2 milyon kişinin dış ortamlardaki havanın kirliliği nedeniyle erkenden öldüğü bildirilmiş olup erken yaşta ölüm vakalarının %58'inin iskemik kalp rahatsızlıkları ve felçten, %18'inin akut alt solunum yolları hastalıkları ile KOAH hastalığından ve %6'lık kısmının da akciğer kanseri hastalığından kaynaklandığı belirtilmiştir (3,4). İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) verilerine göre ise Türkiye'deki hava kirliliğinden kaynaklı ölümlerin sayısının yaklaşık olarak 30.000 kişi olduğu tahmin edilmektedir (4,5).

DSÖ küresel boyutlardaki hastalıkların yük oranını etkileyen çok sayıda risk faktörünü incelemesi sonucunda; iç ortamdan kaynaklı hava kirliliği nedeniyle küresel boyuttaki hastalıkların yük oranının % 2.7'lik kısmını oluşturduğu ve bu oranın sekizinci sırada yer aldığı bildirilmektedir (1,6).

ABD Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA) istatistik sonuçlarında; "Hasta Bina Sendromu" mücadele edilmesi gerekli olan ilk 10 sağlık sorunu sıralamasının 4. sırasında yer almaktadır. Genel olarak ofis ortamlarında çalışmakta olan bireylerde görülen; baş ağrısı, halsizlik hali, burunda akıntı ve konsantrasyon düşüklüğü gibi

sebeplerden kaynaklanan durumların, iç ortamlardaki havalandırma oranının yetersiz olmasından kaynaklanan kirletici ajanlar ile karşı karşıya kalınması sonucunda ortaya çıktığı bildirilmektedir (7).

1. 1. Dış Ortamların Hava Kalitesini Etkileyen Kaynaklar

Dış ortamların hava kalitesinin kaynakları doğal ve doğal olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğal kaynaklar içerisinde; bitkilerin polen yapıları ve denizel kaynaklı gaz formları, doğal yapıdaki atık maddeler ile çeşitli organik maddelerin çürümesinden sonra oluşan organik yapıdaki bileşikler, orman yangınları sonucunda oluşan ve ortama yayılan gazlar ile partiküler maddeler, volkanlardaki hareketlilikten ortaya çıkan gazlar gibi faktörlerin olduğu bildirilmektedir (1).

Doğal yapıda olmayan kaynaklar dış ortamlardaki havanın kalitesinin geniş bir kısmını etkilemekte ve bunun sebebinin ise insanların dahil olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Doğal olmayan kaynaklar arasında; endüstriyel faaliyetler, nüfus artışı, çeşitli yanma olayları, şehirlerde yeni binaların yapılması sonucunda yeşil alan miktarının azalması, özellikle motorlu taşıtların artması ve bunlardan kaynaklanan egzoz gazlarının olduğu belirtilmekte olup bu kaynaklara neden olan ajanların ise evlerin içerisine açık pencereler ve kapılardan girerek iç ortamların havasının kirlenmesine sebep olduğu tahmin edilmektedir (1).

1.2. İç Ortam Hava Kalitesini Etkileyen Kaynaklar

1.2.1. Biyolojik Olmayan Kaynaklar

Biyolojik özellikte olmayan kaynaklar arasında; ısıtma ve soğutma işleminde kullanılan sistemler, yemek pişirme sırasında ve sigara nargile vb. kullanımında açığa çıkan gazlar, konutların yapımında kullanılan yapı materyalleri ile mobilya vb. kaynaklı çevreye yayılan tozlar ve partiküler yapıdaki madde formları sıralanmaktadır. Tüm bu faktörlere ilave olarak, binaların ve konutların içerisinde yer alan çok sayıdaki etkeninde iç ortamdaki havanın kalitesinin kaynaklarını oluşturduğu belirtilmektedir. Bu etkenler ise; yapının ısıtılma şekli, konutun zemin kaplaması ve döşemede kullanılan materyaller, konut içerisindeki nem ve küf vb. oluşumlar, bacaların temizlenme durumu, haşere vb. zehirleri, sigara ve nargile vb. dumanları ile mutfakta kullanılan yakıt türleri olduğu bildirilmektedir (1, Tablo 1.).

Tablo 1. İç Ortamda Bulunan Kirletici Kaynakları (1,8).

Ahşap mobilya döşemeleri	PVC
Ahşap dolaplar	Radon
Parke vb.	Şömineler
Nemlendirici materyaller	Bacalar
Duvarlarda ve zemindeki nem-rutubet	Borular
Yerde kullanılan materyal cilaları	Taşıtların egzoz gazları
Boya ürünleri	Depolanmış yakıtlar
Haşera ilaçları	Ocaklar
Kuru temizleme eşyaları	Yemek dumanları
Kıyafet kurutucuları	Sigara dumanları
Toz bezleri	Halılar
Temizlik malzemeleri	Perdeler
Çeşitli Bakım ürünleri	Hobi materyalleri
Havalandırma cihazları	

1.2.1.1. İç Ortam Hava Kirliliğinin Etkili Olduğu Faktörler

DSÖ tarafından 1984'de bildirilen raporlarında; insanlarda görülen nefes darlığı problemleri, alerjik reaksiyonlar, solunum yolları ve kalp hastalıklarının yaklaşık %30'dan fazlasının iç ortam hava kalitesi şikayetlerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (1). Katı yakıtların yoğun kullanılmasından kaynaklanan iç ortamlardaki havanın kirliliğinin kronik solunum yolları hastalıkları, akciğer kanseri ve akciğer pnömonisi gibi hastalıkların yaklaşık 1.6 milyon insanın ölümünün sebebi olduğu bildirilmektedir. Özellikle bu sebeplerin neden olduğu ölüm oranlarının gelişmekte olan ülkelerde yüksek olmasının; kapalı ortamlarda oluşan dumanların hastalık oranını %3.7'lik kısmını oluşturması, malnütrisyon, cinsel temasla bulaşan hastalıklar, sağlıklı olmayan ve kontamine suyla bulaşan hastalıklardan sonra gelen ölümlerden kaynaklandığı değerlendirilmektedir (6).

İç hava kalitesindeki sorunlara neden olan çok sayıdaki faktörün okullardaki iç ortamlarından kaynaklandığı bilinmekte olup bu kaynakların ise; temizlik işlemleri, çok fazla nem kaynaklı küf ve mantar, eğitim araçları ile malzemelerin uygunsuz şekilde kullanımı ile depolanmaları sonucunda oluşan kimyasal maddeler, yer döşemelerinden havaya karışan uçucu yapıdaki organik kimyasallar, bakımları uygunsuz bir şekilde yapılmış havalandırma sistemleri ve yeterli olmaması, çok kalabalık olan derslikler vb. olarak sıralanabilmektedir (9).

1.2.1.2. İç Ortam Hava Kirliliğinin En Çok Etkilediği Bireyler

İç ortam hava kirliliğinin en çok; yaşlılarda, KOAH ve kalp hastalarında, yeni doğan bebeklerde, çocuklarda çeşitli sağlık risklerine neden olduğu düşünülmektedir. Bu bireylerden özellikle; bebek ve çocukların immün sisteminin tam gelişmemesi ve yüksek metabolizma hızı sebebiyle daha fazla miktarda hava kirlitici ajanları içeren havayı solumaları ve dolayısıyla diğer bireylerden çok daha fazla etkilendikleri belirtilmektedir (1). Ayrıca iç ortam havasının kirliliği ile birlikte içerdiği partiküler maddeler, insan saçıyla kıyaslandığında ona göre 10 kat ince yapıdaki mikroskobik parçacıklar, ağır metaller, gözle görülmeyen mikroorganizmalar (bakteri, virüs ve mantarlar) bebeklerin gelişimlerini etkilemekte birlikte prematüre doğumlara da neden olabildiği değerlendirilmektedir (1).

Çocuklar, vücut ağırlığı ile kıyaslandığında daha çok hava soludukları ve akciğerlerinin gelişme aşamasında olmasından dolayı havada bulunan kirlitici ajanlara karşı en hassas olanların kategorisinde yer almaktadırlar. Gelişmekte olan ülkeler bu bakımdan değerlendirildiğinde, çocukluk döneminde gözlemlenen solunum yolu hastalıklarının artmasının okullardaki kapalı ortamlardaki hava kalitesinden kaynaklandığı bildirilmekte olup bu alanda yapılan çalışmalarında hız kazandırdığı belirtilmektedir. DSÖ istatistiklerine göre astım hastalığı, çocuklar hastaneye yatırılıp tedavisi gerekli olan ve en yoğun görülen kronik bir hastalıktır. İleri düzeydeki ülkelerde ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) yöntemi kullanılarak yapılan inceleme sonucunda astım hastalığının görülme oranının % 4-23 olduğu Türkiye'ye bakıldığında ise çocukluk döneminde bu hastalığın görülme sıklığının % 4,9-15,3 olduğu tespit edilmiştir. (9, 10).

1.2.1.3. İç Ortam Hava Kirliliğinin Bireylerin Sağlığı Üzerine Etkisi

Günümüze kadar yapılmış araştırmaların sonucunda; hasta bina sendromu, iç ortam havasında yüksek oranda yer alan biyoaerosoller, nefes darlığı, astım ile alerjik rinit, baş ağrısı, hipersensitivite pnömoni, akciğer dokusundaki zedelenmeler, belirgin şekilde kilo kaybı, bitkinlik hali, gözlerde oluşan yaşarma ve yanma, burun akıntısı ve boğazda oluşan irritasyon/kuruluk gibi hastalıkların olduğu tespit edilmiştir. Tüm Dünya genelinde yaşayan çocuklarda görülen astım ve solunum yolu enfeksiyonu rastlanma sıklığı incelendiğinde Türkiye'deki oranın %25 olduğu belirlenmiştir (1).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın "sağlıklı yapılar, sağlıklı insanlar" konusunda hazırladığı raporda; iç ortam şartlarının insanların sağlığında oldukça büyük bir etkiye sahip olduğu ve insanların yaşam süresinin ortalama %90'lık kısmını geçirdiği iç ortamlarda bulunan kirlilik seviyesinin çoğunlukla dış

ortamdan daha fazla olduğu belirtilmektedir. Aynı raporda; iç ortam havasındaki kirlilik ajanlarının her geçen yıl binlerce solunum yolu hastalıklarına ve kanser hastalığı kaynaklı ölümlere neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca iç ortam hava kirlilik ajanlarına maruz kalan binlerce çocuğun kanında tespit edilen kurşun düzeylerinin yükseldiği belirtilmiştir (1).

1.2.2. İç Ortam Hava Kalitesinin Biyolojik Kaynakları

Biyolojik kökene sahip havadan kaynaklanan organik tozların tümü “biyoaerosol” olarak tanımlanmaktadır. Farklı bir ifadeyle; havada asılı formda olan yapay şekilde üretilen veya alerjenler, bakteriler, virüsler, mantarlara ait sporlar ve polenler gibi birlikte bulunan biyolojik kökenli tüm partiküllerin genel ismidir (1, 9, 11, 12, 13). Biyolojik kaynakları oluşturan mikrobiyal kirleticiler; okul, ev, ofis vb. içinde yeralan toksinler, bakteriler, mantarlar ve onların sporları, virüsler, böceklerin ve akarların dışkıları, hayvanlardan kaynaklanan atık maddeler ve bitki kaynaklı polenler olarak sıralanmaktadır. Mikroorganizmalar tarafından organik maddelerin ayrıştırılması, insanların yaptığı aktiviteler ve biyoaerosollerin hava yoluyla taşınması ise partiküllerin kaynaklarını oluşturmaktadır (1). Canlı partiküller 1-10 mikrometre mikroorganizma topluluğunda kalabilecekleri gibi hava yoluyla taşınma sırasında tek bir hücre formunda olabilmekte olup farklı boyutlarda olanlar yaşayamayacak partiküllerdir (11,13).

Dış ortamlardan dolayı biyoaerosollerin çoğu kapalı ortamlarda bulunabilmekle birlikte binalarda yeralan ısıtma ve havalandırma sistemlerinden kaynaklanan bazı biyoaerosoller bu ortamlarda üreyebilmektedir (11,13). İlaveten kapalı ortamlardaki iç hava kalitesi ve mikrobiyal üremenin seviyesini bina yapısı ve yaşı, orada yaşayan kişilerin sayısı etkilemektedir (14,15).

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health) tarafından yapılan bir araştırmada iç ortam havasından kaynaklanan sorunların dağılımları; %10'u dış ortam kaynaklı kontaminasyon, %15' iç ortam kaynaklı kontaminasyon, %4'ünün binaların materyalinden kaynaklanan kontaminasyon, %53'ü yetersiz şekilde havalandırma, %5'i mikrobiyal kaynaklı kontaminasyon ve %13'ü bilinmeyen nedenler olarak belirtilmiştir. İç ortamlarda çok sayıda kirleticiler bulunabildiği için, önemli olan kirleticilerin büyük bir kısmının iç ortamlarda dış ortamlardan daha yüksek oranlarda olabileceği belirtilmektedir (15,16).

Havada taşıyıcı formdaki tozlar, çok nadir serbest formda bulunur ve sert bir zeminin üzerine yerleşir (13,17). Bireylerde sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına, havadaki mikrobiyal kaynaklı kontaminant (bakteri, virüs vb.)

seviyesinin artmasına neden olmaktadır. Bu sağlık sorunları arasında; hırıltılı bir şekilde nefes alma, kronik öksürük, astım atakları, akciğerlerin fonksiyonlarında azalma, kardiyovasküler hastalıklar, akciğer kanseri ve kronik obstrüktif akciğer hastalıkları yer almaktadır (13).

Kapalı ortamlarda yaşayan insanlar, hava yoluyla taşınan bakterilerin en önemli kaynağını oluşturmakta olup öksürme, hapşırma ve konuşma ile çevredeki ortamlara milyarlarca damlacığı yayan en güçlü faktörlerdendir. Öksürme ve aksırma sonucunda çevreye 5µm veya daha büyük partiküller yayılmaktadır. Damlacık çekirdeklerinin (droplet nukleus), hapşırma sırasında çevreye yayılmış olan ve havada asılı kalmasından sonra kuruyan, boyları 1-5 µm boyutundaki partiküller olduğu bildirilmektedir. İlâveten, havada uzunca bir süre asılı kalabilmelerinin yanısıra 90 cm'den çok uzak bölgelere taşınabildikleri gözlemlenmektedir (18, 19, 20, 21).

1.2.2.1. İç Hava Ortamında Yaşayan Bakteri Cinsleri

Bakteriler; havada, toprakta, bitkilerin ve hayvanların üzerinde, tuzlu ve tatlı su ortamlarında, vücut içerisinde ve hatta buzullarda dahi yaşayabilirler. Şekillerine göre; çubuk (bacil), küresel (coccus), spiral (spirillum), virgül (vibrio) şeklinde sınıflandırılmaktadırlar. Bakterilerin ultraviyole (UV) ışınlarına dayanamayıp birkaç saatte öldüğü belirtilmektedir (1).

Havada yoğun bir şekilde bulunmakta olan mikroorganizmalar astım ve alerjik rinite, hasta bina sendromuna ve hipersensitiv pnömoniye neden olduğuna dair çok sayıda çalışma bulunmaktadır (22,23,24). İç ortamlarda yaygın bir şekilde yeralan bakterilerin çoğunluğunun; *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinslerine ait olduğu ve iç mekan atmosferinde de orantılı bir şekilde dağılım gösterdiği bilinmektedir (25).

Micrococcus spp., küre şeklinde, kısmen zararsız Gram pozitif bir bakteridir. Toprakta, suda, ve et ürünlerinde bulunabilmesinin yanı sıra cilt üzerinde çok yaygın bir şekilde bulunabilmektedir. Yiyeceklerin bozulmasına neden olmasından dolayı saprofit bir bakteri olarak ta değerlendirilmektedir. Ayrıca insan terinin kötü koku oluşturmasında da rol oynamaktadır. Özellikle bağışıklık sistemi baskı altında olan hastalarda fırsatçı bir patojen özelliği gösterebilmektedir. Bu cinsin ait; *M. luteus*, *M. varians* ve *M. roseus* yaygın türler arasında yer almaktadır (25).

Staphylococcus cinsine ait türler küre şeklinde ve Gram (+) yapıda, fakültatif ve anaerobiktir. Özellikle hastane ortamlarında *Micrococcus* cinsine ait türlerle beraber çok daha yoğun bir şekilde bulunabilmektedir. Hastane enfeksiyonlarına bu cinsin ait metisilin dirençli *S. aureus* (MRSA) suşlarının daha yoğun bir şekilde

neden olduğu belirtilmektedir. İlâveten, stafilokoklar neredeyse hemen hemen her ortamda yer almakta ve genel olarak varlığı sonucu enfeksiyonlar kaçınılmaz olmaktadır. Genel olarak bakıldığında; sağlıklı bireylerin %50'sinin burun boşluklarında, boğaz iç bölgesinde ve saçlarında yoğun olarak bulunabilmekte ve bunlar cilt üzerinde de yaygın bir şekilde yer aldığı bilinmekte olup cilt enfeksiyonları, toksik şok sendromuna ve gıda zehirlenmelerine neden olduğu belirtilmektedir (25).

Bacillus, çubuk şeklinde, Gram (+)özelliğe sahip bir bakteri cinsidir. Bu cins endospor üretme yeteneğine sahip olmasından dolayı olumsuz çevre şartlarında canlı kalabilmekte ve bu şartlara da dayanıklı olduğu bilinmektedir. Bu cinse ait türler genel olarak zararlı olmayan saprofit özelliğe sahip topraklarda sularda, tozların yapısında hatta bazen insanların sindirim sisteminde de bulunabilmektedir. Ayrıca bu cinse ait bazı türler çeşitli hastalıklara veya enfeksiyonlara, gıda zehirlenmelerine de sebep olmaktadır (25).

Pseudomonas, çubuk şeklinde ve iç ortamlarda yaygın bir şekilde bulunan Gram (-) bakteri cinsidir. Sularda, topraklarda, bitkilerin yapısında bulunan fırsatçı patojen türleri içermektedir. Özellikle bağışık sistemi baskılanmış kişilere saldırma eğilimi özelliğinde olmalarından dolayı genel olarak hastane enfeksiyon ajanlarının en önemli cinsi olarak kabul edilmekte ancak enfeksiyonla beraber ekzotoksin üretme yeteneğine de sahiptirler (25).

İç hava kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar, bazı kamuya ait binaların özellikle de okulların iç havasında nispeten yüksek *Corynebacterium* spp. insidansı olduğunu göstermektedir. Bu bakteri cinsine ait türler çubuk şeklinde Gram (+) organizmalar olup doğada tüm alanlarda yayılış göstermektedir. Bu türlerin bazıları endüstriyel çalışmalarda faydalı olmasının yanı sıra difterinin etkeni olan *C. diphtheriae*'nin de içerisine dahil olduğu çeşitli türlerin insanlarda hastalıklara yolaçtığı belirtilmektedir. Farklı mikrobiyota türlerinde de görüldüğü gibi genellikle patojen olmamakla birlikte bazı durumlarda belirli bir enfeksiyon süreci sonucunda dokulara (özellikle yaralar aracılığıyla) girebilmekte veya konağın zayıflamış savunmasını kırarak etkili olabilmektedir (25,27).

Hava ortamında tek tek bakteri ya da virüs partikülleri bulunmakla birlikte hızla toplanarak bir araya gelme eğiliminde olabilirler. Bu toplanma hızı ise havada bulunan partiküllerin boyutlarının dağılım şekline, termodinamik koşulların durumuna ve aerosollerin konsantrasyonuna bağlı olabilmektedir. Görsel olarak ta yapılan çalışmalarda, temiz bir ortamın kirli bir ortama kıyasla daha fazla biyoaerosoller aracılığıyla kontamine olabileceği tespit edilmiştir. Bu

olayın sebeplerinin ise; daha büyük partiküllerin (0.001µm partiküllerin) çökme hızınının 6.75E-09m/s olması, daha küçük partiküllere oranla daha hızlı bir şekilde çökme eğilimine sahip olması, 10 µm partiküllerin 3.06E-03m/s ve 100µm'ye yerleşebilmesi olarak bildirilmiştir. "Temiz" bir ortamda hava yoluyla taşınma özeliğindeki partiküllerin, havada yer alan diğer partiküllere yapışmak suretiyle daha fazla büyüme eğiliminde olan kirli ortamlardaki partiküllere nazaran küçük ve solunabilir kalabilmesinin daha olası olabileceği değerlendirilmektedir (25,28).

KAYNAKLAR

1. Aghlara E. İç ve Dış Ortamlarda Biyoaerosol Seviyeleri ve Kaynaklarının Tespiti. *Doktora Tezi*. Hacettepe Üniversitesi; 2017.
2. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB)., *Hava Kirliliği Raporu*. Çevre Mühendisleri Odası; 2017.
3. World Health Organization. Ambient (Outdoor) Air Quality And Health, World Health Organization: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health), [Ziyaret Tarihi: 2 May 2018].
4. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB). *Dünya Çevre Günü Türkiye Raporu*. Çevre Mühendisleri Odası; 2019.
5. İktisadi İş birliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD). *OECD Çevresel Performans İncelemeleri*, Türkiye; 2019.
6. Atımtay A, Bayram H, Can A, et al. Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım. *Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalıklarını Önleme ve Kontrol Programı Raporu*, Ankara; 2010.
7. Akal D. İç Ortam Hava Kirliliği ve Çalışanlara Olumsuz Etkileri. *ÇSGB Çalışma Dünyası Dergisi*; 2013;1(1):113.
8. Dönmez O. İç Hava Kalitesi, *Yükseklisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2002.
9. Güllü G. İlköğretim Okullarında İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlık Etkileşimi. *Tesisat Mühendisliği*; 2016;152: 31-42.
10. Soyuer F, Per M. Çocuklarda Astım ve Egzersiz. *Van Tıp Dergisi*; 2013; 20(4): 281-287.
11. Pastuszka JS, Paw UKT, Lis DO, et al. Bacterial and Fungal Aerosol in Indoor Environment in Upper Silesia, Poland. *Atmospheric Environment*; 2000; 34(22): 3833-3842.
12. Kalogerakis N, Paschali D, Lekaditis V. Indoor Air Quality-Bioaerosol Measurements in Domestic and Office Premises. *Journal of Aerosol Science*; 2005; 36:751-761.
13. Ökten S. Edirne Devlet Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Servisinin ve Polikliniğinin İç ve Dış Ortamında Havayla Taşınan Fungus ve Bakteriler. *Doktora Tezi*. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2008.
14. Dassonville C, Demattei C, Detaint B, et al. Assessment and Predictors Determination of Indoor Airborne Fungal Concentrations in Paris Newborn Babies' Homes. *Environmental Research*; 2008;108(1): 80-85.
15. Yılmaz Ö. Edirne İlindeki Huzurevinin Farklı Bölümlerindeki İç Ortam Havası Fungal Flora ve Bakteri Konsantrasyonunun Belirlenmesi, *Yükseklisans Tezi*, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2010.

16. Önoğlu N, Güngör G. Fatih Bölgesi Kreşlerinde İç Ortam Havaasının Mikrobiyolojik Açıdan Değerlendirilmesi. *12.Ulusal Halk Sağlığı Kongresi*, 2007.
17. Atik S. Eskişehir Merkez İlçesinde Mikrobiyal Hava Kirliliği. *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 1993.
18. CDC. Anthrax Symptoms. *Centers for Disease Control and Prevention*; 2015.
19. Ergon MC. Hastanelerde İnşaat ve Tesisat Sistemi Kaynaklı İnfeksiyon Etkenleri. *In VIII. National Installation Engineering Congress*, 2007, (pp 453-464).
20. Mentşe S, Arısoy M, Rad AY, et al. Bacteria and Fungi Levels in Various Indoor and Outdoor Environments in Ankara, Turkey. *Clean- Soil, Air, Water*; 2009;37(6): 487-493.
21. Ünlüer N, Güvenmez HK. Hastane Ortamında Aerob Bakteri ve Küflerin İzolasyonu ve Tanılanması. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*; 2016;34(6): 90-99.
22. Beaumont F, Kauffman HF, Sluiter HJ, et al. A Volumetric-Aerobiologic Study of Seasonal Fungus Prevalence Inside and Outside Dwellings of Asthmatic Patients Living in Northeast Netherlands. *Annals of Allergy*; 1984; 53(6): 486-492.
23. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1989-1990. *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*; 1989.
24. Siersted H C, Gravesen S. Extrinsic Allergic Alveolitis After Exposure to the Yeast *Rhodotorula rubra*. *Allergy*; 1993; 48(4): 298-299.
25. Piecková E. *Indoor Microbial Aerosol and Its Health Effects: Microbial Exposure in Public Buildings–Viruses, Bacteria, and Fungi*, *In Exposure to Microbiological Agents in Indoor and Occupational Environments*. Springer International Publishing AG; 2017.
26. Aydogdu H, Asan A, Otkun MT. Indoor and Outdoor Airborne Bacteria in Child Day-Care Centers in Edirne City (Turkey), Seasonal Distribution and Influence of Meteorological Factors. *Environmental Monitoring and Assessment*; 2010;164: 53-66.
27. Verreault D, Moineau S, Duchaine C. Methods for Sampling of Airborne Viruses. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*; 2008;72(3):413-444.