

TURİSTİK KAYA MEZARLARININ İÇ ORTAM HAVASINDA KÜF MANTARLARININ DAĞILIMI*

MOLDS DISTRIBUTION OF TOURISTIC STONE TOMBS' INDOOR AIR

Çağrı ERGİN, İlknur KALELİ, Ergun METE

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Denizli

İletişim / Correspondence:

Çağrı ERGİN

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Kınıklı Kampusü, Denizli

E-mail: cagri@pau.edu.tr

*IUMS-XII. International Congress of Mycology (2008, İstanbul)'de sunulmuştur.

ÖZET

Turistik arkeolojik kalıntılar farklı coğrafik bölgelerde farklı yerleşim özellikleri gösterirler. Özellikle açık hava müzesi gibi arkeoloji bölgelerinde, birçok turist geniş iç ortama sahip taş oda mezarlara girerek fotoğraf çekme veya dinleme eğilimindedir. Bu süre içinde iç ortam havasının küf florasını solunum yolu ile almaktadır. Sunulan çalışmada, iki farklı coğrafik bölgedeki (Hierapolis ve Tlos) turizme açık arkeoloji alanında bulunan oda kaya mezarlarının iç ortam havasındaki küf floraları karşılaştırılmıştır. Tlos antik kentinden yapılan örneklemelelerde kaya mezarların iç ortam havasında 11 farklı cins (ortalama 304 spor/ m³), dış ortam havasında 8 farklı cins (263 spor/ m³) küf mantarı saptanırken; Hierapolis antik kentinden yapılan örneklemelelerde kaya mezarların iç ortam havasında 6 farklı cins (ortalama 199 spor/ m³), dış ortam havasında 7 farklı cins (347 spor/ m³) küf mantarı saptanmıştır. *Rhizopus*, *Stemphyllum*, *Mucor*, *Ulacladium*, *Conidiobolus*, *Scopuloriopsis* ve *Exophiala* cinsleri sadece iç ortam havasından kültür edilmiştir. *Zygomycetes* sadece Tlos örneklerinde bulunmuştur. Turistik kaya mezarlarının iç ortam havasındaki küflerin dağılımında fark oluşturan en önemli etkenin sıcaklık olduğunu düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler: Küf, iç ortam havası, arkeoloji, kaya mezarı

SUMMARY

Touristic archeologic ruins have various microclimatic environment based on their built plan and geographic location. In archeologic places, especially open air museum, many tourists have a tendency to enter large stone tombs for various reasons such as resting or taking photography. Indoor mold flora has been inspired in this period. In this study, indoor air mould flora of touristic archeologic stone tombs have been compared in two different geographic location, Hierapolis and Tlos. While mold flora of Tlos samples belonging to 11 genera (mean 304 spores/m³) in stone tombs indoor air to 8 genera (263 spores/m³) of outdoor samples have been cultured, Hierapolis samples have been cultured as belonging to 6 genera (mean 199 spores/m³) in stone tombs indoor air to 7 genera (347 spores/m³) of outdoor samples. *Rhizopus*, *Stemphyllum*, *Mucor*, *Ulacladium*, *Conidiobolus*, *Scopuloriopsis* and *Exophiala* species have been cultured only indoor air samples. *Zygomycetes* have been only found in Tlos indoor air samples. It concluded that the main factor to indoor mold flora distribution in touristic stone tombs air is temperature.

Keywords: Mold, indoor air, archeology, stone tomb

GİRİŞ

Anadolu'nun kültürel mirası içinde bulunan antik şehirlerdeki nekropol alanları turistik aktivitelerin yoğun olduğu bölgelerdir. Birçok turist çeşitli nedenlerde (fotoğraf çekme, dinlenme vb) büyük kaya mezarların içine girme eğilimindedir. Antik şehirlerin ait oldukları zamana ait kültürel özellikleri nedeni ile Anadolu'da farklı kaya mezarları bulunmaktadır. Bu kaya mezarlar kısmen kapalı bir iç ortam oluşturmaları sonucunda buldukları ortamdan farklı havaya sahiptir. Çevresel ortamın sıcaklık ve nem gibi fiziksel özellikleri, ortamda kolonize olarak insan sağlığına tehdit oluşturabilecek küf türlerinin çeşitliliğinde önemli rol oynar. Histoplazmoz, koksidioidomikoz ve kriptokokkoz ile birlikte küflere bağlı allerjik hastalıklar arkeoloji ile ilgili çalışanlarda sıklıkla görülen hastalıklardır (1, 2). Sunulan çalışmada farklı iklimdeki iki antik kentte bulunan dörder turistik kaya mezarının iç ortam havası allerjen küflerin varlığı yönünden araştırılmış, dış ortam havalarının küfleri ve bölgeler arası farklılıklar karşılaştırılmış, baskın floranın saptanması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma 2007 yılının Ağustos ayında Tlos antik kentinde; 2008 yılının Ağustos ayında Hierapolis antik kentinde yürütüldü. Araştırma için seçilen kentler; farklı iklim bölgelerinde, farklı yerleşim planlarına sahip ve farklı hacimde örnekleme yapılan kaya mezarlara sahip olmalarına rağmen ortak özellik olarak turizm aktiviteleri sırasında içine girilerek fotoğraf çekimi gibi insan aktivitelerinin çok olduğu yapılara sahiptir.

Tlos (Likçe'de Tlawa) antik kenti Muğla ili Fethiye ilçesi Yaka köyü yakınlarında (Batı Likya'da Ksantos vadisinde) bulunan kentlerdendir. Bölgede yontma taş devrinden kalma eserler bulunmuştur. Araştırmanın yapıldığı dönemde kazı çalışmaları TC Kültür Bakanlığı ve Akdeniz Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Klasik Arkeoloji bölümünden Prof.Dr.Havva Işkan Işık tarafından yürütülmektedir. Hava örneklerinin alınması kazı başkanının izni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada örnekleme yapıldığı noktalar; üzerinde Kanlı Ali Ağa Kalesi'nin kurulduğu tepenin yamaçlarında 4 farklı antik mezar odadır. Örnekleme noktaları yamaçta farklı yüksekliklerde, farklı yönlere bakmaktadır ve 2 no.lu antik mezar yapının girişi çevreden plastik gölgelik ile ayrılarak

diğerlerinden daha geniş-kademeli bir iç ortama sahiptir.

Hierapolis Denizli'ye yaklaşık 20 km uzaklıkta, günümüzde Pamukkale olarak bilinen bölgededir. Antik çağlarda Pamukkale'deki termal suların tedavi amaçlı kullanılması nedeni ile geniş bölgeye yayılan nekropole sahiptir. Zengin bir halka sahip olan bölgede, ölen kişilerin önemi ve malvarlığı ile orantılı olarak aile oda mezarları bulunmaktadır. Araştırmanın yapıldığı oda mezarlar bölgede çok sık görülen, turistlerin sıklıkla içine girerek fotoğraf çektiği büyük yapılardır. Arkeolojik kazı çalışmaları İtalya Lecce Üniversitesi Klasik ve Ortaçağ Arkeolojisi bölümünden Hierapolis Kazı Heyeti Başkanı Prof. Dr. Francesco d'Andria tarafından yürütülmektedir. Hava örneklerinin alınması kazı başkanının izni ile gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yapıldığı noktalar birbirine benzer aile oda mezarlarıdır, aynı yükseklikte ve düz açık alanda bulunmaktadır.

Araştırmanın yapıldığı her iki bölgeden de dört farklı mezar örnekleme yapılmak üzere seçildi. Örneklerin kültürü için 1 gr/litre kloramfenikol ilave edilmiş Sabouraud dekstroz agar ve malt özü tü agar besiyerleri kullanıldı. Her iki bölgeden de hava örnekleri Air-Sampler (Bio-Mérieux, Fransa) yardımı ile 100 litre/Petri hava olacak şekilde alındı. Eş zamanlı olarak mezarlardan yaklaşık 25 metre uzaktan dış ortam havası yine 100 litre/Petri olarak alındı. Örnekler aynı gün içinde oda sıcaklığında laboratuvara ulaştırıldı.

Ekimi yapılan besiyerleri oda sıcaklığında 10 gün süre ile takip edildi. 3. gün koloni sayımı yapılan besiyerleri küf üremeleri yönünden gūnaşırı takip edilerek alt kültürleri alındı. Sporlanma oluşturmayan kolonilerin patatesli dekstroz agar ve yulaf unu agar besiyerlerine alt kültürleri yapılarak sporlanma ve tanımlayıcı yapılar elde edilmeye çalışıldı. Üreyen küf mantarları koloni morfolojisi, pigment özellikleri, koloni çapı ve laktofenol pamuk mavisi ile mikromorfolojik özelliklerine göre tanımlandı (3).

İç ve dış ortam verileri (ısı, nem vb) kaydedildi. Örneklerin alımı aynı gün içinde saat 10.00-12.00 arasında tamamlanarak sıcaklık ve hava akımı farklılıkları en aza indirilmeye çalışıldı.

BULGULAR

Araştırmaya seçilen iki farklı bölgede bulunan yerleşim yerlerindeki turistik kaya mezarların iç ortam-

Tablo 1. Örnekleme yapılan noktalarda çevre şartları.

Örnekleme yeri	Tlos					Hierapolis				
	1	2	3	4	Dış	1	2	3	4	Dış
Sıcaklık (°C)	32	28	32	36	38	35	36	34	34	35
Nem (%)	36	48	41	44	52	64	60	57	58	54
İçortam hacmi (m ³)	≈5	≈50	≈30	≈30	-	≈20	≈20	≈30	≈30	-

larının nem ve sıcaklık özellikleri farklılıklar göstermiştir. Geniş bir alana kurulan Hierapolis'te örnekleme yapıldığı nekropol bölgesindeki kaya "oda" mezarlar kendi içinde benzer lokal özelliklere sahip iken, bir yamaca kurulu Tlos kaya mezarları zeminde yükseklik, hava akımı ve sıcaklık bakımından farklılıklar göstermektedir. Her iki bölgede de günün aynı bölgesinde ölçülen verilerde; Tlos'da iç ortam havalarının dış ortam havasındaki neme ve sıcaklığa göre daha düşük, Hierapolis'te ise iç ortam havasındaki nem oranının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tlos bölgesinde örnekleme yapılan iç ortam hacmi Hierapolis bölgesindeki yapılardan daha küçüktür (Tablo 1).

Tlos antik kenti kaya mezarlarının içinde dış ortam havasından daha çok sayıda kültüre edilebilen spor varlığı bulunurken, Hierapolis antik şehrinde dış ortam havasında kaya mezarların iç orta havasında bulunandan daha fazla sayıda sporun kültürü yapılmıştır. Tlos antik kentinden yapılan örnekleme-lerde kaya mezarların iç ortam havasında 11 farklı cins (ortalama 304 spor/ m³), dış ortam havasında 8 farklı cins (263 spor/ m³) küf mantarı saptanırken; Hierapolis antik kentinden yapılan örnekleme-lerde kaya mezarların iç ortam havasında 6 farklı cins (ortalama 199 spor/ m³), dış ortam havasında 7 farklı cins (347 spor/ m³) küf mantarı bulunmuştur. Tablo 2 örnekleme yapıldığı turistik oda mezarlarda üreyen küf mantarlarının dağılımını göstermektedir. Genel olarak; *Chrysosporium*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Starchbotrys* ve *Epicoccum* cinslerine sadece dış ortam örneklerinde rastlanırken, *Rhizopus*, *Stemphylium*, *Mucor*, *Ulacladium*, *Conidiobolus*, *Scopuloropsis* ve *Exophiala* cinslerine sadece iç ortam havasında rastlanmıştır. Zygomiçetler Tlos örneklerinde bulunurken, Hierapolis örneklerinde hiç bulunmamaktadır. Yaygın olarak bulunan *Aspergillus* genusu içinde Hierapolis'te belirgin *A.niger* baskınlığı vardır.

TARTIŞMA

Zengin tarih birikimine sahip Anadolu'da turizme açık arkeoloji alanlarına çok sayıda insan turistik amaçlı ziyaret etmektedir. Anadolu antik kentlerinin çoğu açık hava müzesi şeklinde, günümüz yerleşim yerlerinden ayrı, koruma altındadır. Bu müzecilik yapılanması ve arkeolojik eserlere doğada koruma ortamının sağlanması, araştırmanın yapıldığı ortamların sürekliliğini sağlamaktadır. Araştırmanın konusu olan antik mezarlarda stabil, kapalı bir iç ortam oluşmaktadır. Bulunduğu bölgeye ve dönemine göre kapı veya delikleri ile zaman zaman sirküle edebilen iç ortam havasına da sahip olabilmektedir.

Bu alanların yerleşim yerlerinin lokal iklim özellikleri, kapalı iç ortam olarak kabul edebileceğimiz antik oda mezarları üzerine önemli etki oluşturmaktadır. En belirgin özellikler nem ve sıcaklık üzerinedir (1). Lokal iklimsel özellikler nem üzerinde belirleyicidir. Araştırmanın yapıldığı Hierapolis bölgesinin günümüzdeki Pamukkale termal suları kaynaklarına ve açık traverten havuzlarına çok yakın olması lokal nem oranının yüksek olmasına neden olmaktadır. Açık alanlarda bulunan nekropol yapıları gün içinde güneş ışığını doğrudan almaktadır. Bu durum "ekstrem çevresel şartlar" olarak kabul edilmekte, özellikle melanin içeren esmer mantarların kolonizasyonuna bir engel oluşturmadığı düşünülmektedir (4,5). Çevre şartlarına bağlı olarak Hierapolis antik mezar odalarında yüksek sıcaklık ve nem birlikte olmaktadır. Gezi yapan turistler fotoğraf çekme aktivitelerinin yanısıra sıcak altında dinlemek amacıyla bu yapıların içine girmekte, iç ortam havasını solumaktadır. Hierapolis bölgesinin oda mezarları iç ortam havasında çoğunlukla kserofilik mantarlara rastlanmış, izole edilebilen küf mantarı cinsi sayısı Tlos bölgesine göre daha az sayıda bulunmuştur. Bu sonucun araştırmanın yapıldığı Ağustos ayında görülen yüksek sıcaklığa bağlı olduğu düşünülebilir. Hierapolis bölgesindeki örnekleme yapılan nokta-

Tablo 2. Örnekleme yapılan iç/dış ortam havasında üreyen küf mantarları (koloni/m³).

Küf mantarı	Tlos örnekleme noktaları					Hierapolis örnekleme noktaları				
	1	2	3	4	Dış	1	2	3	4	Dış
<i>Alternea</i> sp	50	61	81	61	123	50	40	81	123	186
<i>Drechslera</i> sp	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
<i>Cladosporium</i> sp	81	144	123	175	20	123	40	50	40	81
<i>Chrysosporium</i> sp	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10
<i>Stachybotrys</i> sp	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
<i>Epicoccum</i> sp	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-
<i>Fusarium</i> sp	10	-	-	61	20	-	-	-	-	10
<i>Curvularia</i> sp	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10
<i>Aspergillus</i> sp	<i>A.niger</i>	10	10	20	20	-	10	40	10	10
	<i>A.flavus</i>	-	-	30	30	-	-	-	-	-
	<i>A.fumigatus</i>	10	10	10	-	-	-	-	-	-
	Diğer türler	10	20	40	20	-	20	-	-	-
<i>Rhizopus</i> sp	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium</i> sp	-	20	-	10	-	30	40	20	-	30
<i>Stemphyllum</i> sp	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mucor</i> sp	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulacladium</i> sp	-	-	-	20	-	-	-	10	-	-
<i>Conidiobolus</i> sp	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Scopuloriopsis</i> sp	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-
<i>Exophiala</i> sp	-	-	-	-	-	10	-	-	30	-
Tanımlanamayan	-	-	-	-	20	20	10	-	-	10

larda *Aspergillus* türleri arasında *A.niger* belirgin olarak baskındır. Büyük spora sahip olan *A.niger* solunum yolu ile alındığında çoğunlukla üst solunum yollarında tutulmakta, alerjik semptomlara ve üst solunum yollarında partikül irritasyonuna neden olmaktadır. Yüksek nem ortamlarını sevmelerine rağmen Hierapolis bölgesinde zigomiçetes mantarlardan izolasyon yapılmamasının da yüksek sıcaklık nedeni ile olduğu düşünülmüştür. Yüksek sıcaklık ve nem içeren "ekstrem" ortamlarda üreyebilen *Exophiala* cinsi Tlos'da saptanamazken, Hierapolis örneklerinde izole edilebilmiştir.

Tlos antik kentinin oda mezarları bir yamaç üzerindedir. Turistik gezi alanı Hierapolis'ten küçük olmasına rağmen daha kolay gezilebilmektedir. Turistlerin dinlenmek amacı ile kaya mezarlarda

zaman geçirmesi daha azdır. Gün içinde genellikle öğleye kadar tek yönden güneş almaktadır ve iç ortam sıcaklıkları dış ortamdaki daha düşüktür. Dış ortamda yüksek nem olmasına rağmen iç ortam nemi daha düşüktür. Genellikle iç ortam havalarının dışa bağlantısı tek bölgedendir ve hava sirkülasyonu kısmen daha azdır. Daha stabil iç ortam havasına sahip olan Tlos kaya mezarlarında Hierapolis'e göre daha çok sayıda küf mantarı cinsi izole edilmiştir ve kserofilik türler daha azdır. İç ortam havasında *Fusarium* gibi tarım bölgelerinin çevresel flora küfleri bulunması, iç ortamın dış ortamdaki önemli ölçüde etkilendiğini düşündürmektedir. Ancak Tlos örneklerinin alındığı noktalar birbirine benzer değildir. Flora farklılıkları beklenmelidir. Daha düşük rakımlı örnekleme noktalarından zigomiçetler izole edilir-

ken yüksek noktalardan daha çok sayıda farklı cins izolasyonu yapılmıştır. Örnekleme yapılan noktalarda Hierapolis'e göre daha yüksek sayıda *Aspergillus* ve *Cladosporium* vardır. Her iki bölgede de Akdeniz bölgeleri için yaz döneminde daha sık rastlanan *Alternaria* benzer sayıda izole edilmiştir.

Açık alanda, güneş ışığı ile ısınan yapılarda iç ortam havasındaki küflerin toplam sayısı ve cins çeşitliliği azalmıştır. Yine ortamda güvercin, yarasa vb gibi kanatlı dışıklarının bulunmamasında en büyük etkenin, canlıların yaşamına uygun olamayacak kadar sıcaklık değişimlerine sahne olduğu düşünülmüştür. Buna bağlı ortamdaki kaya/toprak yapısı küfler için besin kaynağı olabilecek organik maddelerden yana zayıf kalmaktadır. Elde edilen veriler turizm aktiviteleri olan antik kaya mezarlarının iç ortam havasında değişiklik oluşturan en önemli etkenin sıcaklık olduğunu düşündürmüştür.

Turistik aktivitelerde karşılaşılan iç ortam havası ile arkeoloji kazılarında yeni açılan mezarlardaki iç ortam havalarının hava partikül özellikleri ve ortamda bulunan organik uçucu bileşikler ise farklıdır. Yüzyıllar gibi uzun süre kapalı kalan yeni açılan oda mezarlar "turistik" değildir. Bu ortamlarda karşılaşılan sorun çoğunlukla ortamda kolonize olan küf mantarlarına bağlı olarak iç ortam havasında yoğun halde bulunan uçucu organik bileşikler (UOB, VOCs, "volatile organic compounds") dir (6). Başta santral sinir sistemi olmak üzere çok sayıda sistemik soruna yol açar, ancak bu durumda risk altında kalanlar kazıyı yürüten arkeologlardır (2). Tutankamon ve Jagiollenean arkeolojik çalışmaları sırasında arkeologlarda rastlanan halüsinasyonlar ile giden klinik tabloların nedeninin ortamdaki yoğun UOB'ler olduğu öne sürülmüştür (7,8). Turizme açılan arkeoloji alanları, oda mezarlar vb.nin açık hava ile sürekli temas halinde olmaları nedeni ile küf kaynaklı UOB'e bağlı semptomlar görülmemektedir. UOB'lerin kaynağı çoğunlukla kserofilik küflerdir (1,9). Ancak sürekli hava akımına bağlı olarak UOB'in iç ortam havasında yoğunlaşmaması sonucunda iç ortam havasını kısa süre soluyanlar için risk oluşturması beklenmektedir. Fungal risk iç ortam havasında bulunan küf sporlarına bağlanabilir ve çoğunlukla allerjenik özellikleri ile klinik tablo oluşur.

Ülkemizin arkeolojik sahalarının turizm potansiyeli, doğal ortamda korunuyor olmaları nedeni ile

mikrobiyal kolonizasyonlara son derece açıktır. İklim şartları nedeni ile çoğunlukla "ekstrem" kabul edilen şartlara sahip olsalar da iç ortam oluşturan mekanların varlığı solunum ve allerji problemlerine yol açabilecek fungal etkenlerin bulunmasına uygun ortamı sağlayabilmektedir. Sunulan çalışmada aynı şekilde kullanımda olan kaya mezarların iç ortam havalarının küf floraları belirgin farklı bulunmuştur. Ülkemizin farklı bölgelerinde turizm nedeni ile insan aktivitelerinin yoğun olduğu bölgelerde var olan benzer yapıların, allerjen ve toksijenik küflerin varlığı yönünden taranmasının, kayıt altına alınması ve kontrollerinin yapılmasının, bölgeye yapılacak olan turizm aktivitelerinde sağlık sorunu yaşabilecek insanların uyarılmalarının önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Teşekkür

Arkeolojik alanda hava örneklerinin alınması konusunda yardımcı olan Hierapolis kazı heyeti başkanı Prof. Dr. Francesco d'Andria'ya ve Tlos kazı heyeti başkanı Prof. Dr. Havva İşkan Işık'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Godish T: Biological contaminants - molds, Ch 6. In: Indoor environmental quality. Florida: CRC Press LLC, Lewis Publishers, 2001.
2. Sledzik PS: Nasty little things: Molds, fungi and spores. In: Poirier DA, Feder KL (eds), Dangerous places: Health, safety, and archeology. Westport: Greenwood Publishing Group, 2001: 71-77.
3. de Hoog GS, Guarro J, Figueras MJ, Gené J. Atlas of clinical fungi. 2.baskı, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, The Netherlands, 1996.
4. Gunde-Cimerman N, Plemenitaš A: Ecology and molecular adaptations of the halophilic black yeast *Hortaea werneckii*. Rev Environ Sci Biotechnol 2006; 5: 323-331.
5. deHoog GS. Evolution of black yeasts: possible adaptation to the human host. Antonie van Leeuwenhoek 1993; 63: 105-109.
6. Hess-Kosa K: Toxigenic microbes, Ch 7. In: Indoor air quality - sampling methodologies. Florida: CRC Press LLC, Lewis Publishers, 2001.
7. El-Tawil S, El-Tawil T: Lord Carnarvon's death: the curse of aspergillosis? Lancet 2003; 361(9373); 1994.
8. Janiška B: Historic buildings and mould fungi. Not only vaults are menacing with "Tutankhamens' curse". Found Civil Environ Eng 2002; 2, 43-54.
9. Brasel TL, Douglas DR, Wilson SC, Straus DC: Detection of airborne *Stachybotrys chartarum* macrocyclic trichothecene mycotoxins on particulates smaller than conidia. Appl Environ Microbiol 2005; 71: 114-122.