

TARİHİ YAPILARIN BİYOLOJİK DÜŞMANI KÜFLER

Aslı Şahiner*

Giriş

Tarihi eserlerin ve tarihi binaların biyolojik bozulma sürecinde, mikroorganizmaların rolü son yirmi yıldır kabul gören ve araştırılan bir konu olmaktadır. Biyolojik bozulma, tek bir mikrobiyal grupla değil kompleks mikrobiyal ilişkilerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Mikrobiyal gelişimin başlangıç periyodunda, mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri oldukça yüksek olduğundan, bu periyotta eserler fiziksel ve kimyasal zarara uğramaktadır. Tarihi ve arkeolojik yapılar üzerinde, zarar verici başlangıç periyodundan sonra, mikroorganizmalar bir biyofilm oluşturmaktadır ki bu evrede metabolik aktivite oldukça yavaştır (Dornieden et al., 2000).

Konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda kültürel mirasın mikrobiyal kaynaklı bozulması ile ilgili farklı yapı malzemeleri incelenmiştir. Mikrobiyolojik bozulmanın atmosferik ve çevresel etkenlerle ilişkilerine bakılmıştır.

Ahşabın parçalanması, karbon, azot ve diğer elementlerin döngüye katılıp ekosistemin dengesinin sağlanması açısından gerekli bir prosesdir. Ancak ahşaptan yapılmış arkeolojik ve tarihi eserler de aynı durumla karşı karşıya kalmaktadır (Blanchette et al., 1990). Eriksson ve ark. (1990), farklı arkeolojik bölgelerdeki ahşapların parçalanmasına bazı bakteri grupları ile beyaz, kahverengi ve yumuşak çürükçül mantarların sebep olduğunu belirtmiştir. Blanchette ve ark. (1991), farklı iklimlerden ve çevrelerden 50-12000 yıllık arkeolojik ahşap örnekleri toplayarak elektron mikroskopisi ile incelediklerinde bozulmanın daha çok abiyolojik olduğunu, bir kısım bozulmanın ise kahverengi ve yumuşak çürüklük etkeni mantarlardan kaynaklandığını bulmuşlardır. Björdal ve ark. (1999), İsveç'te yedi limandan 92 arkeolojik ahşap örneğini elektron ve ışık mikroskobu kullanarak incelemiş ve mikrobiyal bozulma tiplerini belirlemişlerdir. Parçalanmanın örneğin yaşı, ahşabın türü ve çevresel faktörlerden etkilendiğini görmüşlerdir. Su altında bulunan bu ahşaplarda oksijen azlığından dolayı ana ayrıştırıcı etmenin bakteriler olduğunu, kısmen su üstünde kalan kısımlarda ise beyaz ve kahverengi çürükçül mantarların etkili olduğunu bulmuşlardır. Blanchette (2000); Mısır, Türkiye, Amerika ve İngiltere'yi içeren karasal ve sucul arkeolojik çevrelerden ahşap örnekleri üzerinde yaptığı çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşmıştır. Ek olarak her bir etkenin ahşapta yaptığı değişimleri, etkenin türüne bağlı olarak sınıflandırmıştır.

Tarihi binaların yapımında sıva olarak kullanılan harçlar da mikrobiyal saldırıya uğramaktadır. Shirakawa ve ark. (2003), Brezilya'daki tarihi yapılarda sıva olarak kullanılan harcın fungal gelişime yatkınlığını incelemişlerdir. Fungal türlerin gelişiminde yapının bulunduğu yerin ikliminin, harcın kimyasal kompozisyonunun, por miktarının, pH'sının ve su aktivitesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada

* Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Aydın

harçlardan *Cladosporium* dominant olmak üzere *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Phialophora*, *Mucor*, *Rhizopus* ve *Mycelia sterilia* cinslerine ait mantarları izole etmişlerdir. Saarela ve ark. (2004), İtalya'daki yer altı anıt mezarlarında siva da dahil olmak üzere farklı yüzeylerden biyofilm örnekleri toplamışlardır ve bu örneklerdeki mikroorganizma gruplarını incelemişlerdir.

Antik taş yapılar üzerinde en sık rastlanan mikroorganizmalar; siyanobakteriler, algler, mantarlar, bakteriler, aktinomisetler ve protozodur (Gaylarde and Gaylarde, 2000). Bu organizmalar oluşturdukları asidik ve alkali metabolitlerle hem estetik zararlara hem de taşın, kristal halinde partiküllere ayrışmasına neden olurlar (Krumbein, 1988). Taşın biyolojik olarak çözünmesi ile açığa çıkan kalsiyum, alüminyum, silikon, demir ve potasyum gibi elementleri ise kendi metabolizmalarında kullanırlar (Lewis et al., 1988). Resende ve ark. (1996), Brezilya'daki taştan yapılmış bazı tarihi eserlerden izole ettikleri mantarların asit oluşumuna bakmışlardır. *Verticillium lecanii*, *Penicillium expansum*, *Penicillium nigricans*, *Aspergillus japonicus*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus puniceus*, *Mucor hiemalis* ve *Fusarium oxysporum*'um önemli miktarda asit üreticisi olduklarını belirtmişler ve oluşan asidik ürünleri analiz etmişlerdir. Lamenti ve ark. (2000), İtalya'da Babil'in Asma Bahçeleri'nde bulunan mermer süslemeler üzerindeki fotosentez yapan mikroorganizma kolonizasyonunu incelemişlerdir. Fotosentetik mikroorganizmaların ürettiği şekerlerin, diğer mikroorganizmaların gelişimini teşvik ettiğini, özellikle bunlar arasında bakterilerin ve mantarların yapıları zararının oldukça fazla olduğunu belirtmişlerdir. Valles ve ark.(2000), mermerden yapılmış Belevi harabelerinde, aşınma ve renk değişimi ile biyolojik faktörler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu oluşumlarda hem biyolojik hem de biyolojik olmayan faktörlerin bir arada etkin olduğunu görmüşlerdir. Başta tek hücreli yosunlar ve bakteriler olmak üzere liken ve mantarların biyolojik aşınmaya neden olduğunu bulmuşlardır. Bu araştırmada saptanan mantarların *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Ulocladium*, *Phoma*, *Sporotrichum* cinslerine ait olduğu belirtilmiştir. Videla ve ark. (2000), Maya uygarlığına ait farklı kireç taşından yapılmış arkeolojik ve tarihi yapıların bütünlüğünü etkileyen mikroorganizmaların türünü ve çeşitliliğini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Kimyasal analizler, yüzey analizleri (EDAX) ve elektron mikroskopisi (SEM, ESEM) sonucunda, biyolojik bozulmanın bakteri ve mantarların ürettiği metabolik asitlerin biyolojik çözündürme faaliyetlerinden kaynaklandığını görmüşlerdir. Crispim ve ark. (2004), Brezilya'da altı kilisenin duvarlarındaki mikroorganizma gruplarını incelemişlerdir. İzolasyon çalışmalarında yeşil bakterilerin yanı sıra yosunlar, küfler, mayalar, protozoa ve diğer bakterilerin de biyofilmde yer aldığını belirlemişlerdir. Sanchez ve ark. (2005), Roma Tapınakları'ndaki taş duvarlar ve duvar boyamaları üzerinde gelişen mikroorganizma yoğunluğu ve iklimi üzerinde ziyaretçilerin etkisini araştırmışlardır. Ziyaretçilerin yapıları gezmesi sonucu sıcaklık ve nemin arttığını, CO₂ konsantrasyonunun yükseldiğini, iklimde meydana gelen bu değişimin ise mikroorganizma gelişimini artırdığını belirlemişlerdir.

Tarihi camların biyolojik bozunmasında mantarlar önemli bir role sahiptir. Mikrobiyal gelişimi kolaylaştıran, camın inorganik içeriği değil, toz, diğer mikrobiyal materyaller, bakterilerin metabolitleri, hayvan dışkıları vb. çeşitli kaynaklardan gelip cam üzerinde biriken organik maddelerdir. Mikroorganizmaların bozunmadaki rolü hem mekanik hem de kimyasal yoldan olmaktadır. Parçalanma sürecinde kimyasal ayrışmanın gerçekleşebilmesi için suya gereksinim vardır. pH'sı değiştiren organik ve inorganik asitler gibi metabolik ürünler camın bileşenlerinin ayrışmasına sebep olur. Cam yüzeyindeki küf gelişimi çatlama, oyulma, yarılma, yüzeyin pürüzleşmesi gibi

Tarihi Yapıların Biyolojik Düşmanı Küfler

mekanik hasarlarla sonuçlanır (Nagamuttu, 1967). Gurtner ve ark. (2001), Viyana'daki iki tarihi kilisenin camlarının yüzeyinde çok farklı cinslere ait küflere rastlamışlardır.

Son yıllarda restorasyon ve konservasyon çalışmalarında duvar resimlerindeki ve fresklerdeki mikrobiyal kaynaklı parçalanma prosesi dikkat edilen bir konudur. Duvar resimleri organik bileşikler bakımından oldukça zengin bir çevredir. Bu nedenle duvar resimlerinde başta küfler olmak üzere bakteriler, yeşil bakteriler ve mikroskobik yosunlar gelişmektedir (Savulescu and Ionita, 1971; Saiz-Jimenez and Samson, 1981; Jeffries, 1986; Sampo and Luppi, 1989; Karpovich-Tate and Rebrikova, 1990; Guglieminetti et al., 1994). Sorlini ve ark. (1987), İtalya'da 16. yüzyıla ait iki binadaki zarar görmüş freskler üzerinde yaptıkları mikrobiyolojik çalışma sonucunda bütün örneklerde küfler ile amonyak ve sülfür okside eden bakterilerin bulunduğunu görmüşlerdir. Bazı küflerin malaşit ve hematit varlığında üreyebildiğini ve yine aynı küflerin malaşitin yeşil rengini maviye dönüştürdüğünü belirtmişlerdir. Guglieminetti ve ark. (1994), İtalya'da bir manastırdaki duvar resimlerinden aldıkları örnekler üzerinde bulunan mikoflorayı izole etmişler ve tanılamışlardır. *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* ve *Cladosporium* cinsleri olduğunu görmüşlerdir. Gorbushina ve ark. (2004), Almanya'da bir kilisenin duvar resimlerindeki mikrobiyal biyofilm gelişimini araştırmışlardır. Elektron mikroskopisi analizleri sonucunda biyofilmin ana bileşeninin koyu pigment oluşturan mikroskobik küfler olduğunu görmüşlerdir.

Kültürel eserlerin bozulma prosesinde çevre, belirleyici bir rol oynamaktadır. Yapılar üzerinde yerleşen mikroorganizmalarla atmosferik ve çevresel etkiler arasında yakın bir ilişki vardır. Guglieminetti ve ark. (1994), freskler üzerinde yaptıkları scanning elektron mikroskobik araştırmalarda küfler üzerinde akarların varlığını tespit etmişlerdir. Akarlar ve küfler arasında parazitik besinsel ilişkiler olduğunu ve aralarındaki metabolik ilişkilerin biyolojik bozunmaya yol açan bileşiklerin sentezi ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. Gorbushina and Peterson (2000), kültürel mirasın önemli bir parçası olan antik duvar resimleri üzerinde böceklerin varlığının, mikroorganizma gelişimine destek olduğunu, bu hayvanların kitinoz ve protein kalıntıları üzerinde küflerin hızla geliştiğini belirtmişlerdir.

Dornieden et al. (2000), duvar resimleri ve taş yapılarda yerleşen mikroorganizmalara, ışık, sıcaklık ve hava basıncının etkisini, modifiye ortamlar oluşturarak incelemişlerdir. Bu parametrelerin tür kompozisyonunu etkilediğini ortaya çıkarmışlardır.

Nugari ve Noccardi (2001), kültürel mirasın konservasyonunda, biyolojik parçalanmayı kontrol altına almak için İtalya'da üç farklı tarihi yapıda havasal araştırmalar yapmışlardır. Sıcaklık, nem ve hava akımının hızını belirleyerek, bu etkenler ile mikroorganizma gelişimi arasında paralel bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Sonuç olarak havasal etkenlerin kontrolü ile eserlere zarar veren küflerin de kontrol edilebileceğini belirtmişlerdir. Herrera ve Videla (2004), çevresel faktörlerle tarihi yapılarda kolonize olan mikroorganizmalar arasındaki ilişkileri açıklamak amacıyla Latin Amerika'ya ait eserleri incelemişlerdir. Yapısal malzemelerin kompozisyonunu ve fizikokimyasal karakteristiklerini, atmosferik kirliliğin konsantrasyonunu ve gelişen mikroorganizmaları analiz etmişlerdir. Bu üç önemli faktörün tarihi eserlerin bozunmasında birlikte çalıştığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda tarihi açıdan önemli bir merkez olan, İzmir İli'ndeki XIV-XIX. yüzyıllar arasındaki bazı tarihi yapıların küf içeriği incelenmiştir. Havasal ve yüzeyel örnekler arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Bu incelemelerin sonuçları göz önünde

bulundurulacak, tarihi eserlerin bozulmasında rol oynayan küf florası belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metod

Çalışmamızda İzmir İli'nde farklı nem ve sıcaklık koşullarına sahip olduğu düşünülen 7 ilçeden; Bornova, Buca, Çeşme, Foça, Karşıyaka, Konak, Tire; (Şekil 1), sonbahar ve yaz olmak üzere 2 dönemde örnekler alınmıştır. Havasal örnekler, Mikrobiyal Hava Örneklem Cihazı (Merck MAS-100) kullanılarak alınmıştır. Küflerin gelişimi için gerekli besin ortamı içeren steril plastik petri kaplarına 100 litre hava çekilmiştir. Yüzeysel örnekler, yapılarda bulunma durumlarına göre taş, ahşap, sıva, demir, mermer, alçı, tuğla ve boya olmak üzere farklı malzemelerden alınmıştır. Yüzeysel örnekler steril pamuklu çubuk (eküvyon) ile alınarak yine uygun ortamlara aktarılmıştır.

Belirli üreme süresi sonucunda, petrilerdeki küf kolonilerinin sayısı belirlenmiştir. Her bir koloni ayrı ayrı tanı ortamlarına ekilmiş, 7-10 gün 27 °C'de gelişmeleri beklenmiş ve identifikasyon kitaplarına göre tanımlanmıştır.

Sonuçlar

Çalışmamızda tarihi açıdan önemli bir merkez olan, İzmir İli'ndeki tarihi yapıların küf florası incelenmiştir. Tarihi yapıların yüzeyindeki küf çeşitliliği ile havasal küf çeşitliliği karakterize edilmiştir. Çalışmamızda İzmir İli'nde farklı nem ve sıcaklık koşullarına sahip olduğu düşünülen 7 ilçedeki; Bornova, Buca, Çeşme, Foça, Karşıyaka, Konak, Tire; tarihi yapılardan, sonbahar ve yaz olmak üzere 2 dönemde örnekler alınmıştır.



Şekil 1. *Aspergillus* petri görünümü



Şekil 2. *Aspergillus* mikroskop görünümü

Bu incelemeler sonucunda, havasal ve yüzeysel örneklerden toplam 192 izolat elde edilmiştir. *Zygomycota*, anamorfik *Ascomycota* ve teleomorfik *Ascomycota* gruplarına dahil 25 farklı cins tanımlanmıştır. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Alternaria*, *Chaetomium* ve *Cladosporium* en sık rastlanan küf cinsleri olmuştur. 6 izolat ise tanımlanamamıştır.

Tarihi Yapıların Biyolojik Düşmanı Küfler

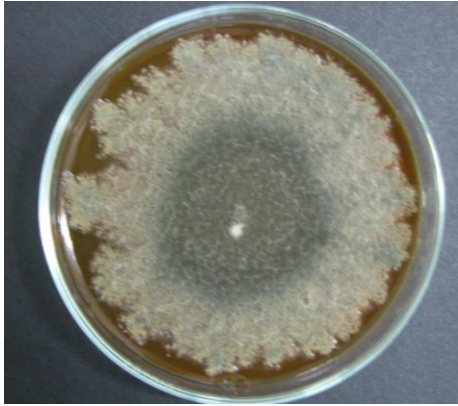
İzole edilen funguslardan birçoğunun hücre dışına enzimler salgıladığı bilinmektedir. Gerek bu enzimatik bileşikler gerekse metabolik aktiviteleri sonucu oluşan asidik ürünler, eserlerin yapısını zayıflatıp ömrünü kısaltır, yüzey dokusunda bozulma, lekelenme veya renk değişimine sebep olarak sanat değerlerinden kayıplara yol açarlar.



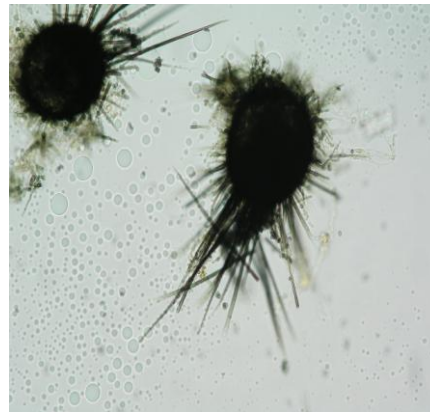
Şekil 3. *Penicillium* petri görünümü



Şekil 4. *Penicillium* mikroskop görünümü



Şekil 5. *Chaetomium* petri görünümü



Şekil 6. *Chaetomium* mikroskop görünümü

Tarihi yapılar üzerinde kolonize olmuş fungusların ve mikrobiyal etkileşimlerin karakterizasyonu, biyolojik bozunmaya yol açan metabolitlerin ve biyoaktif bileşiklerin üretimi hakkında daha fazla bilginin elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Bu kompleks biyolojik bozunma prosesinin anlaşılması, tarihi eserlerdeki mikrobiyal gelişimi sınırlama çalışmalarını sürdürebilmek için gereklidir.

Çalışmamızda, tarihi yapılar üzerinde ve havasal ortamlarında gelişen fungusların tanısı yapılmış, böylece mikoloji açısından da değişik bir habitatın küf

florası belirlenmeye çalışılmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda, diğer mikroorganizmaların da belirlenmesi tarihi yapıların yüzeyindeki kompleks mikrobiyotanın anlaşılması açısından yararlı olacaktır. Bu çalışmalar sadece mikroorganizmalarla sınırlı kalmamalı tarihi yapıların bozulmasında etkili diğer biyolojik faktörler ve bunların fiziksel ve kimyasal etkenlerle ilişkisi de incelenmelidir.



Şekil 7. *Alternaria* mikroskop görünümü

Çünkü tarihi eserlerin yıkıcı şekilde zarar görmesi biyolojik, fiziksel ve kimyasal etkilerin bir arada çalışması ile gerçekleşmektedir.

Kaynaklar

Agrawal, O.P.; Dhawan, S.; Garg, K.L.; Shaeen, F., 1988. Study of biodeterioration of the Ajanta wall paintings. *International Biodeterioration* 24:121-129.

Barlett, A.M.; Bowden, R.; Chin, N.X.; Cooper, C., 1997. Multicenter evaluation of proposed standardized procedure for antifungal susceptibility testing of filamentous fungi. *J. Clin. Microbiol.* 35:139-143.

Barnett, H.L.; Hunter, B.B., 1989. *Illustrated genera of imperfect fungi.*

Berner, M.; Wanner, G.; Lubitz, W., 1997. A comparative study of the fungal flora present in medieval wall paintings in the chapel of the Castle Herberstein and in the Parish Church of Saint Georgen in Styria, Austria. *International Biodeterioration and Biodegradation* 40:53-61.

Tarihi Yapıların Biyolojik Düşmanı Küfler

Björdal, C.G.; Nilsson, T.; Daniel, G., 1999. Microbial decay of waterlogged archaeological wood found in Sweden. *International Biodeterioration and Biodegradation* 43:63-73.

Blanchette, R.A.; Nilsson, T.; Daniel, G.; Abad, A., 1990. Biological degradation of wood. American Chemical Society, Washington DC, pp.141-174.

Blanchette, R.A.; Cease, K.R.; Abad, A.R., 1991. An evaluation of different forms of deterioration found in archaeological wood. *International Biodeterioration* 28:3-22.

Blanchette, R.A., 2000. A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. *International Biodeterioration and Biodegradation* 46:189-204.

Canhoto, O.; Pinzari, F.; Fanelli, C.; Magan, N., 2004. Application of electronic nose technology for the detection of fungal contamination in library paper. *International Biodeterioration and Biodegradation* (Article in press).

Chertov, O.; Gorbushina, A.; Deventer, B., 2004. A model for microcolonial fungi growth on rock surfaces. *Ecological modelling* 177:415-426.

Crispim, C.A.; Gaylarde, C.C.; Gaylarde, P.M., 2004. Biofilms on church walls in Porto Alegre, RS, Brazil, with special attention to cyanobacteria. *International Biodeterioration and Biodegradation* (Article in press).

Dornieden, T.; Gorbushina, A.A.; Krumbein W.E., 2000. Biodecay of cultural heritage as a space/time -related ecological situation- an evaluation of a series of studies. *International Biodeterioration and Biodegradation* 46:261-270.

Erickson, E.E.; Blanchette, R.A.; Ander, P., 1990. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Springer, Berlin, pp:407.

Gaylarde, P.M.; Gaylarde, C.C., 2000. Algae and cyanobacteria on painted buildings in Latin America. *International Biodeterioration and Biodegradation* 46:93-97.

Gorbushina, A.A.; Petersen, K., 2000. Distribution of microorganisms on ancient wall paintings as related to associated faunal elements. *International Biodeterioration and Biodegradation* 46:277-284.

Gorbushina, A.A.; Dornieden, T.; Krumbein W.E.; Heyrman, J.; Delvalle, M.G., 2004. Bacterial and fungal diversity and biodeterioration problems in mural painting environments of St. Martins Church, Germany. *International Biodeterioration and Biodegradation* 53:13-24.

Guglielminetti, M.; Morghen, G.; Radaelli, A.; Bistoni, F.; Carruba G., 1994. Micological and ultrastructural studies to evaluate biodeterioration of mural paintings. Detection of fungi and mites in frescos of St Damian in Asisi. *International Biodeterioration and Biodegradation* 269-283.

Gurtner, C.S.; Pinar, G.; Lubitz, G.; Rolleke, S., 2001. Analysis of fungal communities on historical church window glass by denaturing gradient gel electrophoresis and phylogenetic 18 S rDNA sequence analysis. *Jour. Microbiol. Methods* 47:345-354.

Herrera, L.K.; Videla H.A., 2004. The importance of atmospheric effects on biodeterioration of cultural heritage constructional materials. *International Biodeterioration and Biodegradation* 54:125-134.

ICOM Meeting Report 1999. On microbes and art: the role of microbial communities in the degradation and protection of cultural heritage. *Environmental Microbiology* 6:551-553.

Jeffries, P., 1986. Growth of *Beauveria alba* on mural paintings in Canterbury Cathedral. *International Biodeterioration* 22:11-13.

Karpovich-Tate, N.; Rebrikova, N.L., 1990. Microbial communities on damaged frescoes and building materials in the cathedral of the Nativity of the Virgin in the Pafnutii-Borovski Monastery, Russia. *International Biodeterioration* 27:281-296.

Kirk, P., 2003. The CABI Bioscience and CBS Database of Fungal Names.

Klich, M.A., 2002. Identification of Common *Aspergillus* Species.

Kowalic, R., 1980. Microbiodeterioration of library materials. *Restaurator* 4:135-219.

Krumbein W.E., 1988. Microbial interactions with mineral materials. *Biodeterioration*, 7, Elsevier Applied Science, London, pp:78-100.

Lamenti, G.; Tiano, P.; Tomaselli, L., 2000. Biodeterioration of ornamental marble statues in the Boboli Gardens (Florence, Italy). *Jour. Applied Phycology* 12:427-433.

Lewis, F.J.; May, E.; Brevery, A.F., 1988. Metabolic activity of bacteria isolated from building stone and their relationship to stone decay. *Biodeterioration*, 7, Elsevier Applied Science, London, pp:107-112.

Monte, M.; Ferrari, R., 2000. Airborne microorganisms in a subterranean archaeological area of the basilica of San Lorenzo in Lucina (Rome). *Aerobiologia* 16:435-439.

Moral, S.S.; Luque, L.; Cuezva, S., 2005. Deterioration of building materials in Roman catacombs: the influence of visitors. *Science of the Total Environment* (Article in press).

Nagamuttu, S., 1967. Molds on optical glass and control measures. *Int. Biodeterior. Bull.* 3 (1967), pp. 25-27.

Nugari, M.P.; Roccardi, A., 2001. Aerobiological investigations applied to the conservation of cultural heritage. *Aerobiologia* 17:215-223.

Pasanen, A.L.; Kasanen, J.P.; Rautiala, S., 2000. Fungal growth and survival in building materials under fluctuating moisture and temperature conditions. *International Biodeterioration and Biodegradation* 46:117-127.

Pitt, I.J.; Hocking, D.A., 1985. *Fungi and Food Spoilage*.

Pitt, I.J., 2000. *A Laboratory Guide to Common Penicillium Species*.

Resende, M.A.; Resende, G.C.; Viana, E.M.; Becker, T.W.; Warscheid, T., 1996. Acid production of fungi isolated from stones of historical monuments in the state of Minas Gerais, Brazil. *International Biodeterioration and Biodegradation* 37:125.

Saarela, M.; Alakomi, H.L.; Suihko, M.L.; Raaska, L.; Sandholm, T.M., 2004. Heterotrophic microorganisms in air and biofilm samples from Roman catacombs, with special emphasis on actinobacteria and fungi. *International Biodeterioration and Biodegradation* 54:27-37.

Tarihi Yapıların Biyolojik Düşmanı Küfler

Saiz-Jimenez, C.; Samson, R.A., 1981. Microorganism and environmental pollution as deteriorative agents of the frescoes of the monastery of Santa Maria de la Rabida, Huelva Spain. ICOM Meeting Report, pp:5-14.

Sampo, S.; Luppi, A.M., 1989. A study of the fungi occurring on 15th century frescoes in Florence, Italy. International Biodeterioration 25:343-353.

Savulescu, A.; Ionata, I., 1971. Contribution to the study of the biodeterioration of the works of art and historic monuments. Rev. Roum. Biol. Botanique 16:201-206.

Özet

Konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda kültürel mirasın mikrobiyal kaynaklı bozulması ile ilgili farklı yapı malzemeleri incelenmiştir. Mikrobiyolojik bozulmanın atmosferik ve çevresel etkenlerle ilişkilerine bakılmıştır.

Tarihi eserlerin ve tarihi binaların biyolojik bozulma sürecinde, mikroorganizmaların rolü son yirmi yıldır kabul gören ve araştırılan bir konu olmaktadır. Biyolojik bozulma, tek bir mikrobiyal grupta değil kompleks mikrobiyal ilişkilerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamızda tarihi açıdan önemli bir merkez olan, İzmir İli'ndeki XIV-XIX. yüzyıllar arasındaki bazı tarihi yapıların küf içeriği incelenmiştir. Havasal ve yüzeysel örnekler arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Bu incelemelerin sonuçları göz önünde bulundurularak, tarihi eserlerin bozulmasında rol oynayan küf florası belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu amaçla, İzmir İli'nde farklı nem ve sıcaklık koşullarına sahip olduğu düşünülen 7 noktadaki (Bornova, Buca, Çeşme, Foça, Karşıyaka, Konak, Tire) tarihi yapılardan, sonbahar ve yaz olmak üzere 2 dönemde örnekler alınmıştır.

Flora ile ilgili incelemeler sonucunda, havasal ve yüzeysel örneklerden toplam 192 izolat elde edilmiştir. *Zygomycota*, anamorfik *Ascomycota* ve teleomorfik *Ascomycota* gruplarına dahil 25 farklı cins tanımlanmıştır. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Alternaria*, *Chaetomium* ve *Cladosporium* en sık rastlanan küf cinsleri olmuştur. 6 izolat ise tanımlanamamıştır.

Anahtar sözcükler: *Biyolojik bozunma, restorasyon, konservasyon, mikroorganizma, küfler.*

Abstract

Also cultural heritage is a expression of high civilization, it provides positive supplement to economy and tourism of a country. That historical monuments should be protected is necessary to continue cultural evolution.

Biodeterioration problems in historic buildings are well recognized and during the past decades the role of the microbes in biodeterioration processes has been acknowledged. Biodeterioration cannot usually be related to single microbial groups; rather, they are a result of complex microbial interactions.

Aslı Şahiner

In our study, fungal flora of historical buildings in İzmir, which is the important historical center, have been investigated. With this aim, samples were collected from 7 areas, which have different temperature and moisture conditions, in autumn and summer.

The result of floral investigation, totally 192 isolates were obtained from the air and surface samples. 25 genera related to *Zygomycota*, anamorphic *Ascomycota* and teleomorphic *Ascomycota* were identified. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Alternaria*, *Chaetomium* and *Cladosporium* were found most frequently. 6 isolates were not identified.

Key words: *Biodeterioration, restoration, conservation, microorganism, fungi*