



PHASELIS

Disiplinlerarası Akdeniz Araştırmaları Dergisi
Journal of Interdisciplinary Mediterranean Studies

Issue IV (2018)

Phaselis'teki Bazı Biyositlerin Tarihi Eserlerden İzole Edilen Siyah Mikrokolonyal Mantarlara Etkileri

The Effects of some Biocides in Phaselis Against Black Microcolonial Fungi Isolated from Historical Monuments

Hacer BAKIR SERT - Fatma AKDENİZ



The entire contents of this journal, *Phaselis: Journal of Interdisciplinary Mediterranean Studies*, is open to users and it is an 'open access' journal. Users are able to read the full texts, to download, to copy, print and distribute without obtaining the permission of the editor and author(s). However, all references to the articles published in the e-journal *Phaselis* are to indicate through reference the source of the citation from this journal.

Phaselis: Journal of Interdisciplinary Mediterranean Studies is a peer-reviewed journal and the articles which have had their peer reviewing process completed will be published on the web-site (journal.phaselis.org) in the year of the journal's issue (e.g. Issue III: January-December 2017). At the end of December 2016 the year's issue is completed and Volume IV: January-December 2018 will begin.

Responsibility for the articles published in this journal remains with the authors.

Citation H. Sert, F. Akdeniz, "Phaselis'teki Bazı Biyositlerin Tarihi Eserlerden İzole Edilen Siyah Mikrokolonyal Mantarlara Etkileri". *Phaselis* IV (2018) 47-56.
<http://dx.doi.org/10.18367/Pha.18003>

Received Date: 18.01.2018 | Acceptance Date: 09.02.2018
Online Publication Date: 13.02.2018

Editing Phaselis Research Project
www.phaselis.org



Phaselis'teki Bazı Biyositlerin Tarihi Eserlerden İzole Edilen Siyah Mikrokoloniyal Mantarlara Etkileri

The Effect of some Biocides in Phaselis Against Black Microcolonial Fungi Isolated from Historical Monuments

Hacer BAKIR SERT* Fatma AKDENİZ**

Öz: Son yıllarda mantar ve likenlerin binalar ve özellikle tarihi-kültürel yapılarda meydana getirdikleri zararlar daha iyi anlaşılmağa başlanmış ve bu yapıların korunmasına yönelik araştırmalar oldukça önem kazanmıştır. Mermer, kireçtaşı, kumtaşı gibi taşlardan oluşan birçok yapı, bu biyolojik tehlike ile karşı karşıyadır. Bu organizmaların sadece organik maddeleri değil, aynı zamanda çeşitli mineraller, kayalar, maden cevherleri, camlar, metaller ve alaşımlarını da etkiledikleri kesin olarak ortaya çıkmıştır. Tarihi eserlerde estetiği önemli derece bozan renk değişimleri, tortulaşmalar, kopmalar-kırılmalar bu organizmaların başlıca etkilerindendir. Bu çalışma kapsamında tarihi eserleri korozyona uğratan siyah mikrokoloniyal mantarların üremesini durdurmaya yönelik kullanılan biyositlerden Preventol A8, Preventol R80, Alkil Benzil Dimetil Amonyum Klorid, Trisiklazol (melanin inhibitör), Bismut 2-3 dimerkaptopropanol, Polietilenimin (permeabilizatör), Antimoos'un etkileri araştırılmıştır. Çalışma alanı olarak ülkemizin en önemli tarihi merkezlerinden birisi olan Phaselis antik kenti seçilmiştir.

Anahtar sözcükler: Phaselis, Tarihi Eser, Mikromantar, Korozyon, Biyosit

Abstract: During recent years, damage caused by lichens and fungi on buildings, particularly on ancient buildings and monuments, have been better understood and have acquired a considerable significance. Many ancient structures built or carved from rock, such as marble and limestone, are subject to this threat. It is definitively shown that these microorganisms affected not only the organic materials but also various minerals, rocks, mine ores, glass, metals and alloys. The main effects of these microorganisms on the stones are: color change and flaking on the facades of buildings considerably impairing their visual appearance. In this study the effects of some biocides (Preventol A8, Preventol R80, Alcyil Benzyl Dimethyl Amonium Chlorid, Tricyclazol (melanin inhibitor), Bismut 2-3 dimerkaptopropanol, Polietylenimin (permeabilizatör), Antimoos) on serious biodeteriorationspotential of monument inhabiting black microcolonial fungi. Phaselis antique city was chosen, because of their historical significance in Turkey.

Keywords: Phaselis, Historical Monument, Microfungi, Corrosion, Biocide

Giriş

Tarihi eserlerin mikrobiyolojik yönden tehdidi ülkemizde henüz çok yeni araştırılmaya başlanan bir konudur. Günümüzde tarihi ve kültürel varlıkların korunması ile ilgili çalışmalarına verilen

* Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Turizm Fakültesi, Antalya. hacersert@akdeniz.edu.tr

** MA, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Antalya, fakdeniz@mail.com

Bu projeyi destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne ve uygulamalarda desteğini esirgemeyen Dr. Ulrike Tauer'e (University of Natural Resources and Applied Life Sciences) teşekkürlerimi sunarım.

önem artmıştır. Kültürel mirasın korunup, mimari, tarihi ve estetik özelliklerini kaybetmeden gelecek nesillere aktarılabilmesi için öncelikle onlara zarar veren etkenlerin tam olarak belirlenmesi, ardından korunma ve bakım için en doğru yöntemlerin seçilmesi çok önemlidir. Tarihi eserlerde bakım, onarım, restorasyon ve konservasyon işlemlerinde yapıya zarar veren, görüntüyü bozan organizmaların yok edilmesi ya da gelişimlerinin kontrol altına alınması için biyosidal ürünler kullanılır. Yapılar kimyasal maddeler kullanılmadan da alınabilecek önlemlerle bu etkilere karşı bir dereceye kadar dirençli hale gelebilmekte fakat risk faktörlerinin sürekli ve şiddetli olması durumunda kimyasal önlemlere gereksinim duyulmaktadır.

Bu çalışmada bakım, onarım, restorasyon ve konservasyon işlemlerinde siyah mikrokoloniyal mantarlar yok etmek veya gelişimlerini kontrol altına almak için kullanılan biyositlerin organizma üzerinde farklı dozlarda gösterdiği etkiler araştırılmıştır. Böylece hem bu mikroorganizmaların biyositlere olan direnci belirlenmiş hem de sentetik kimyasalların aşırı ve düzensiz kullanımının önüne geçilerek, tarihi eserleri mikromantarlardan korumak üzere kullanılan biyositlerin insan ve çevre sağlığı, hedef dışı faydalı canlılar, toprak mikroflorası, toprak verimliliği üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirgenmesi hedeflenmiştir.

Binalar ve tarihi yapılar mikromantarların hem mekanik hem de fizyolojik etkilerine maruz kalırlar. Mikromantarlar salgıladıkları asitler, mekanik delme veya taşın içerisinde çoğalarak büyüme ile taşların yapılarını bozarlar, parçalanarak ufalanmalarını sağlarlar. Mantarların mekanik etkileri doğal kayaçların yanısıra binalardaki tuğla ve betonlar da gözlenir¹. Mantarlar taş ile temas ettiği zaman ilk olarak yüzeye sıkıca tutunurlar. Daha sonra çok ince hifleri yardımı ile taşın kristal yapısı içerisine nüfuz ederler. Hifler taşın içerisinde buldukları çatlak ve boşlukları takip ederek buralarda yeni koloniler oluştururlar. Bu koloniler içeride büyüdükçe oluşan yüksek iç basınç taşın çatlamasına veya parçanın kırılıp düşmesine neden olur. Bulaşma, yapışma ve parça kaybı tekrar eden bir süreçtir. Hifler sürekli taşın derinliklerinde ilerleyerek içeride yeni boşluklarda yeni koloniler oluşturur². Şu ana kadar oldukça yavaş işleyen bu süreci belirleyecek ve kolonilerin taşın üstünde büyümelerini doğrudan izleyebileceğimiz bir metot geliştirilememiştir.

Havanın çok nemli olmasından dolayı özellikle Akdeniz ülkelerindeki tarihi eserlerde mikromantarlar oldukça sık rastlanmaktadır. Diakumaku *et al.* 1995, Hawksworth 1969, Krumbein 1969, Ellis 1971-1976, Gorbushina *et al.* 1994, de Hoog & Guarro 1995, Sterflinger *et al.* 1997, Wollenzien *et al.* 1997, de Leo *et al.* 1999, Bogolomova & Minter 2003, Selbmann *et al.* 2004, Bills *et al.* 2004, Ruibal *et al.* 2005, Sert *et al.* 2007a, b, gibi çalışmalarda elde edilen sonuçların zenginliği bunu kanıtlamaktadır. Akdeniz iklimine sahip ülkelerde yapılan çalışmalarda en sık rastlanan cinsler, siyah mikromantarlardan *Coniosporium*, *Sarcinomyces*, *Capnobotryella*, *Phaeooccomyces* ve *Rhinochlaetia*'dır.

Son yıllarda mikromantarların binalar ve özellikle tarihi-kültürel yapılarda meydana getirdikleri zararlar daha iyi anlaşılmaya başlanmış ve bu yapıların korunmasına yönelik araştırmalar oldukça önem kazanmıştır. Mermer, kireçtaşı, kumtaşı gibi taşlardan oluşan birçok yapı, bu biyolojik tehlike ile karşı karşıyadır. Bu organizmaların sadece organik maddeleri değil, çeşitli mineraller, kayalar, maden cevherleri, camlar, metaller ve alaşımlarını da etkiledikleri kesin olarak ortaya çıkmıştır. Taş yapılar üzerinde çok farklı büyüklüklerde koloniler meydana getiren büyüklüğü 2 µm ile 2 cm arasında değişebilen krater şeklindeki çukurların oluşmasına neden olan siyah

¹ Eckhard 1985; Gravesen *et al.* 1994.

² Sterflinger & Krumbein 1997, Sterflinger *et al.* 1999.

mikro-mantarlardan oluşan grup üyelerinin (*Dematiaceae*, *Hyphomycetes*) meydana getirdiği estetik olmayan renk değişimleri, üst yüzeyin ufalanarak parçalanmasıyla parça kayıpları sonucunda lahitler ve diğer yapılar üzerindeki kabartma yazıların okunması, resimlerin tanınma güc-lüğü gibi estetik görüntüde de bozulma meydana gelir.

Birçok medeniyetin beşiği olan ülkemizde tarihi eserlerin korunması için tehdit unsurlarının belirlenerek incelenmesi, daha sonra bu tehdit unsurlarının ortadan kaldırılması için gerekli ça-lışmaların yapılması gerekmektedir. Tarihi eserlerin bakımı, korunması çalışmalarına önemli kat-kılarda bulunacak olan bu araştırmada siyah mikromantarların gelişimine bazı biyositlerin farklı dozlarının etkileri belirlenip sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Tarihi eserlerin yüzeylerinde meydana gelen renk değişimleri, mantar-liken kolonileri ve tor-tulaşmanın giderilmesi, diğer bir deyişle temizlenmesi için çeşitli mekanik uygulamalar yapılma-sının yanında kimyasal maddeler de kullanılmaktadır. Bu maddeler kullanılmadan da alınabilecek önlemlerle yapılar bu etkilere karşı bir dereceye kadar dirençli hale gelebilmekte, fakat risk fak-törlerinin sürekli ve şiddetli olması durumunda kimyasal önlemlere mutlaka gereksinim duyul-maktadır. Kültürel yapıların bakım, onarım, restorasyon ve konservasyon işlemlerinde yapıya za-rar veren, görüntüyü bozan organizmaların yok edilmesi ya da gelişimlerinin kontrol altına alın-ması için kullanılan kimyasal maddelerin uzun vadede doğal ekosisteme verebileceği zarar ihti-malini en aza indirmek için kullanılan dozların hedef organizma üzerinde etkinliğinin test edilip düzenlenmesi gerekir.

Türkiye'nin tarihi eserler yönünden en zengin antik kentlerinden birisi olan Phaselis'te bulu-nan eserlerde mikrobiyal korozyonun çok ileri seviyede olması, antik kent için büyük bir tehdit olarak görülmesi böyle bir çalışmanın yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla tarihi eserlerin bakımı, onarımı gibi işlemlerde kullanılan biyositlerden Preventol A8, Preventol R80, Alkil Benzil Dimetil Amonyum Klorid, Trisiklazol (melanin inhibitör), Bismut 2-3 dimerkaptopropanol, Polietilenimin (permeabilizatör) ve Antimoos'un farklı dozlarının bu organizmalar üzerin-deki etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Phaselis antik kentinde gerçekleştirilen bu çalışmada, biyosit etki denemeleri için tarihi eserlerin bakımı-korunması çalışmalarında kullanılan biyositlerden olan Preventol A8, Preventol R80, Alkil Benzil Dimetil Amonyum Klorid, Trisiklazol (melanin inhibitör), Bismut 2-3 dimerkaptopropanol, Polietilenimin (permeabilizatör) ve Antimoos uygulanmıştır. Üzerinde uygulama yapılacak olan örnekler şu lokalitelerden alınmıştır:

Lokalite I: Antalya; Olimpos Milli Parkı; Phaselis Antik Kenti; İmparatora adanmış kutsal alan ve Tiyatro çevresi, K 36° 31.22'- D 30° 33.05', 15-25 m, 13.ix.2014

Lokalite II: Antalya; Olimpos Milli Parkı; Phaselis Antik Kenti; Kumluca-Antalya Otoyolu güneyi, otel yapımı planlanan alan, K 36° 31.32'- D 30° 31.45', 20 - 30 m, 13.ix.2014

Lokalite III: Antalya; Olimpos Milli Parkı; Kumluca-Antalya Otoyolu kuzeyi, Tahtalı dağı güney etekleri; Antik teraslar, K 36° 32.19'- D 30° 31.13', 280 m, 13.ix.2014

Lokalite IV: Antalya; Olimpos Milli Parkı; Kumluca-Antalya Otoyolu kuzeyi, Tahtalı dağı güney etekleri; Servi topluluğu, K 36° 32.47'- D 30° 30.08', 440 m, 13.ix.2014

Lokalite V: Antalya; Olimpos Milli Parkı; Kumluca-Antalya Otoyolu kuzeyi, Tahtalı dağı gü-ney etekleri; Teleferik başlangıç noktası K 36° 32.23'- D 30° 29.07', 730 m, 13.ix.2014

Uygulama esnasında:

I. Birbirinden farklı taş yapısına sahip olan tarihi eserlerden alınan örneklerin üzerine su ile hazırlanmış % 0.01, 0.1, 1 ve 3'lük biyosit çözeltileri direkt olarak püskürtme yöntemiyle uygulanmış, biyositlerin cinsine bağlı olarak değişen etki süresi sonunda (24-48 saat) uygulama yapılan bölge yıkanmıştır. Uygulama sonrasında tarihi eserlerin mikromantarlar tarafından enfekte olmuş kısımlarından milimetrik boyutlardaki taş parçacıkları kazınıp alınarak TTC (Trifenil Tetrazolyum Klorid) testine tabi tutulmuştur. Kontrol uygulaması için aynı tarihi eserin belirli bir alanına biyosit uygulanmayıp direkt olarak örnek alınmış ve TTC testine tabi tutulmuştur.

TTC Testi: % 0.2 TTC çözeltisi bulunduran ve dışı alüminyum folyo ile tamamen sarılı tüpler içerisinde 28°C de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda kırmızı renkle boyanan bölgeler o kısımda hala canlılığın olduğunu göstermektedir. Uygulamanın ardından hiflerin gelişmelerinin ayrıntılı olarak gözlenebilmesi için taş parçacıkları mikroskopta incelenmiştir.

II. Siyah mikrokolonial mantarlar tarihi eserlerden izole edilip besiyerinde oda sıcaklığında yetiştirilmiştir. Siyah mikro mantarların taşlardan izolasyonu için taş parçaları % 70'lik alkolle yıkandıktan sonra stereo mikroskop altında incelenmiş ve koloniler tek tek steril kanallı iğneyle alınarak malt ekstrakt agar (MeA) ve dichloran rose bengal(DRBC) besiyerlerine aktarılmıştır. Besiyerlerinde gelişimi sağlanan mantarlar petri kaplarından tekrar izole edilerek malt ekstrakt agar ve czapek agar(CzA) besiyerlerine ekilmiştir.

Besiyeri üzerinden steril bistüri yardımıyla kazınarak alınan koloniler ile %1 lik Tween 80 çözeltisi ile oluşturulan süspansiyon steril tüplere aktarılmıştır. Süspansiyondaki sporlar Thoma lamında sayılarak 10 üzeri 6 spor/ml olacak şekilde solüsyon hazırlanmıştır. Daha sonra bu spor solüsyonundan 1'er ml alınarak önceden hazırlanan MeA içeren petri kaplarına aktarılmış ve steril drigalski spatülü ile sporların besiyeri yüzeyine tamamen yayılması sağlanmıştır. Biyositlerden steril su ile elde edilen farklı dozlardaki çözeltilerden (% 0.01, % 0.1, % 1, % 3) besiyeri üzerine açılan çukurlara 50'şer µl pipetlenmiştir. Pipetleme işlemleri bittikten sonra 28 °C de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol uygulaması için her örnekten birer adet biyosit uygulaması yapılmadan ayrılmıştır.

Biyositlerin etki denemeleri değerlendirilirken siyah mikromantarların cinsleri de göz önünde bulundurularak sonuçlar belirtilmiştir.

Bulgular

Tarihi yapılar uygarlıkların mirası olarak bırakılan kültür varlıklarıdır. Bu anıtların bakımı iyi yapılmadığından, günden güne yıpranarak mimari, tarihi ve estetik özelliklerini kaybetmektedirler. Phaselis antik kenti ülkemizin en önemli tarihi ve turistik değerlerini barındıran önemli bir merkezdir. Fakat araştırma esnasında antik kent merkezinde bulunan tarihi eserlerde oldukça fazla mikrobiyal tahribat olduğu gözlemlenmiştir. Bu tahribat yapıların üzerinde yaşayan bakterilerin, mantar ve likenlerin etkisiyle ortaya çıkmıştır. Özellikle siyah mikrokoloniyal mantarlar Phaselis'deki tarihi eserlerin yüzeyinde estetiği bozan renk değişimleri meydana getirmiştir. Bu renk değişimlerinde en fazla göze çarpan renk siyah olmakla birlikte kahverengi, kırmızı, turuncu ve benzeri renklerde kolonilere de rastlamak mümkündür. Siyah mikrokoloniyal mantarlar yüzeyde küçük ve çok sayıda koloniler oluşturup bir süre sonra ardında bu kolonilerin meydana getirmiş olduğu çukurları bırakmıştır. Ayrıca bu mikromantarların salgıladıkları asitler; hiflerinin taş içerisinde ilerlemesi ve bundan dolayı oluşan iç basınç nedeniyle taşların parçalanarak ufalandığı gözlemlenmiştir.

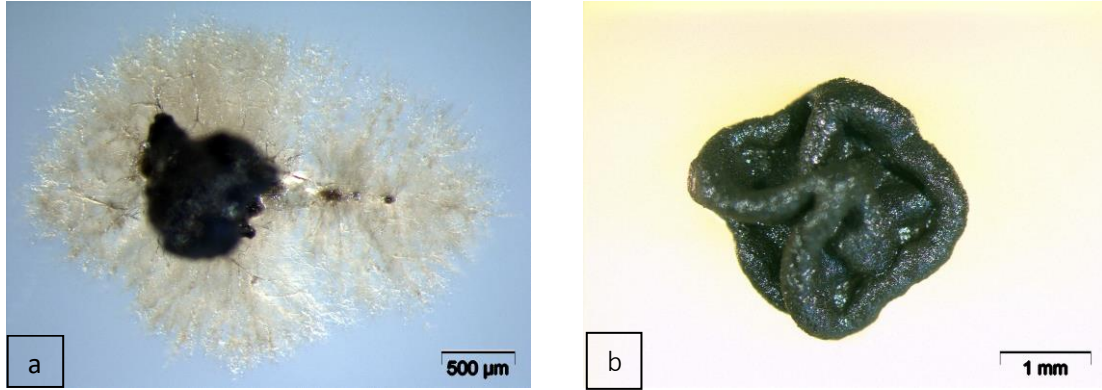
Phaselis Antik Kenti'nde belirlenen 5 ayrı lokalitede, tarihi eserlerin bakımı-korunması çalışmaları sırasında kullanılan biyositlerden olan Preventol A8, Preventol R80, Alkil Benzil Dimetil Amonyum Klorid (ABDAK), Trisiklazol (melanin inhibitör), Bismut 2-3 dimerkaptopropanol (Bi2-3DMP), Polietilenimin (permeabilizatör) ve Antimoos'un % 0.01, % 0.1, % 1, % 3'lük konsantrasyonları uygulanmış ve koloni sayılarının ortalamaları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan biyositlerin farklı konsantrasyonlarının etkilerini gösteren uygulama sonuçları (Ortalama koloni sayıları).

Biyosit / Örnek alınan lokalite (Uygulama alanı)	I	II	III	IV	V
Preventol A8 % 0.01	6700	6300	5900	4000	7000
Preventol A8 % 0.1	6100	6000	3600	3500	6400
Preventol A8 % 1	1300	1500	3000	2000	1500
Preventol A8 % 3	300	250	500	200	450
Preventol R80 % 0.01	5500	5000	4900	3000	6000
Preventol R80 % 0.1	4800	3600	3500	2600	5000
Preventol R80 % 1	250	250	200	230	400
Preventol R80 % 3	120	130	110	100	300
ABDAK % 0.01	8600	8000	7600	7000	9700
ABDAK % 0.1	3000	2800	2700	2400	4000
ABDAK % 1	2800	2500	2100	1980	3900
ABDAK % 3	350	280	280	230	450
Trisiklazol % 0.01	9000	8000	7600	7000	10040
Trisiklazol % 0.1	7600	7500	6900	6000	9000
Trisiklazol % 1	2200	2200	2000	1900	4500
Trisiklazol % 3	250	340	300	230	500
Bi2-3DMP % 0.01	5500	5000	4900	4000	7000
Bi2-3DMP % 0.1	4000	3800	3800	2500	5000
Bi2-3DMP % 1	560	500	450	450	790
Bi2-3DMP % 3	230	340	320	260	560
Polietilenimin % 0.01	8900	6900	6000	4500	11000
Polietilenimin % 0.1	5600	4400	4000	3000	6000
Polietilenimin % 1	340	250	250	240	1200
Polietilenimin % 3	160	130	120	100	700
Antimoos % 0.01	9000	7800	6700	6500	9000
Antimoos % 0.1	4500	4300	4000	3900	7800
Antimoos % 1	570	590	460	480	900
Antimoos % 3	200	190	190	200	500

Yukarıda test sonuçlarının verildiği tablo, laboratuvar ortamında yapılan uygulamaların verilerinin ortalamasından elde edilmiştir. Figür 1'de IV nolu uygulama alanından alınan ve *Sarcinomyces* cinsi türlerini içeren örnekte laboratuvar ortamında yapılan testler sonucundaki gelişim farkları dikkati çekmektedir. Figür 1a'da % 0.01 yoğunlukta antimoos uygulanmış, Figür 1b'de ise % 3'lük antimoos uygulanmıştır. Figür 1 a'da oldukça iyi bir gelişim gösterdiği gözlenen hiflerin ge-

lişiminin b’de tamamen durduğu açıkça ortadadır.



Figür 1. Antimoos uygulanması sonucunda *Sarcinomyces* sp. gelişimi; Konsantrasyon: a: % 0.01, b: % 3

Phaselis antik kentindeki tarihi eserlerde yoğun olarak bulunan türler *Coniosporium* cinsi üyeleridir. Bu cinsin ardından *Capnobotryella* ve *Sarcinomyces* cinslerinin üyeleri en yüksek sayıya sahiptir. Üzerinde deneme yapılan tarihi eserlerden I, II ve III nolu eserlerde yapılan incelemeler bu taşlar üzerinde *Coniosporium* cinsi üyelerinin, IV nolu eserde *Sarcinomyces*, V nolu eserde ise *Capnobotryella* türlerinin yoğun olarak bulunduğunu göstermiştir.

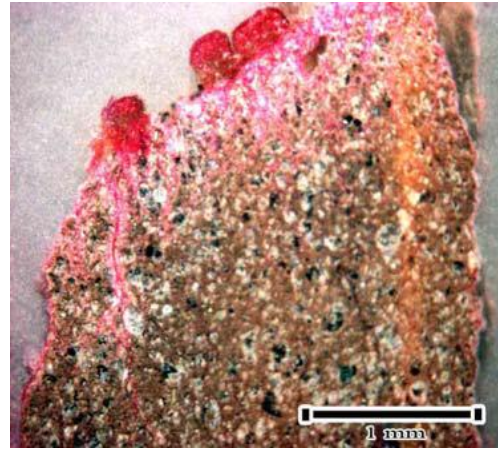
Laboratuvar ortamında uygulanan TTC testlerinde uygulama alanlarından alınan parçacıkların gözlemlenmesi sonucunda; V nolu alanda % 0.01 yoğunluktaki Polietilenimin uygulanması sonrası alınan örneğe ait testte taş parçacığının büyük bir kısmı kırmızı renkle boyanırken, % 3 yoğunlukta Preventol R80 uygulanan IV nolu alanın hemen hemen hiç boyanmadığı gözlemlenmiştir. Tablo 1 incelendiğinde yapılan uygulama sonucunda % 0.01 yoğunluktaki Polietilenimin testinde V nolu alanda ortalama 11000 koloni, IV nolu alanda ortalama 100 koloni sayıldığı görülmektedir. Figür 2’de TTC testi uygulanmış bir örnek gösterilmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Tarihi eserleri, üzerlerinde yaşayan mikroorganizmaların zararlı etkilerinden korumaya yönelik bir araştırma olan bu çalışmada tarihi eserlerin bakımı-korunması çalışmalarında kullanılan biyositlerden olan Preventol A8, Preventol R80, Alkil Benzil Dimetil Amonyum Klorid, Trisiklazol, Bismut 2-3 di merkaptopropanol, Polietilenimin (permeabilizatör) ve Antimoos’un farklı dozları tarihi yapıların enfekte olmuş kısımlarından alınan örneklerle uygulanmıştır.

Tablo 1 incelendiğinde ilk dikkati çeken nokta biyosit konsantrasyonu arttıkça ortamdaki canlılığın azalması üremenin durma noktasına gelmesidir. Tablo 1’de I, II ve III nolu uygulama alanlarında *Coniosporium* cinsi üyeleri, IV nolu alanda *Sarcinomyces*, V nolu alanda ise *Capnobotryella* türleri çoğunlukla yaşamaktadır.

Preventol A8 uygulamalarının sonuçları incelendiği zaman en iyi sonucun genellikle *Sarcinomyces* türlerinin yaşadığı III nolu uygulama alanında %3 konsantrasyonda alındığı gözlenmektedir.



Figür 2. III nolu alanda % 1 yoğunlukta Preventol A8 uygulanması sonrasında yapılan TTC testi sonrası görüntü

Bu kimyasalın en az etkili olduğu uygulama ise *Capnobotryella* türlerinin bulunduğu V nolu bölgedir.

Preventol R 80 *Coniosporium* ve *Sarcinomyces* türlerinin bulunduğu I, II, III ve IV nolu alanlarda etkindir. Fakat yine de en iyi sonucu IV nolu alanda % 3 konsantrasyondaki uygulama vermiştir. Toplamda sadece ortalama 100 koloni sayılmıştır.

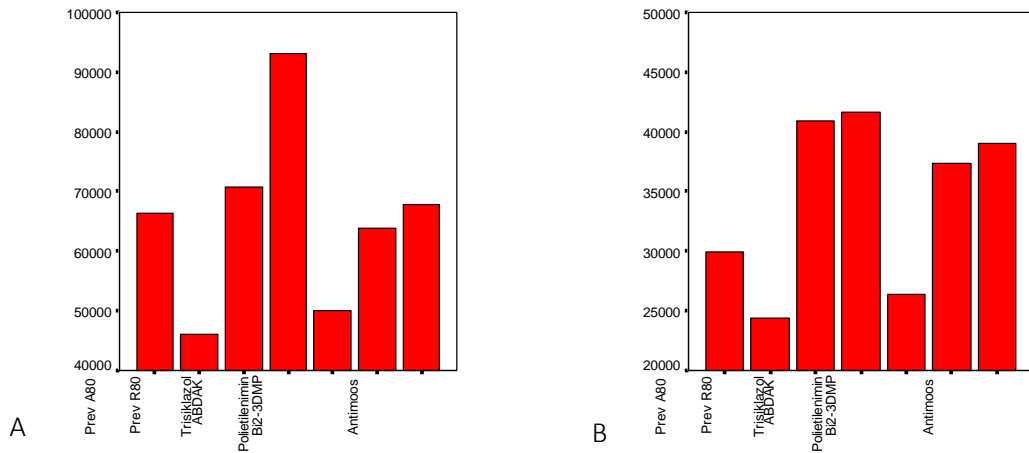
Alkil Benzil Dimetil Amonyum Klorid, Trisiklazol, Bismut 2-3 di merkaptopropanol, Polietilenimin(permeabilizator) ve Antimoos'un farklı dozlarının uygulama sonuçları ile Preventol A8 ve Preventol R80 testleri ile sonuçların benzer olduğu görülmektedir. Tüm kimyasallar en iyi etkiyi % 3 konsantrasyonda ve IV nolu alanda göstermişlerdir. Tablo 1 deki veriler daha ayrıntılı olarak incelenecek olursa biyositlerin etki derecelerinin I, II, III de yaklaşık olarak aynı sonuçları gösterdiği, IV'te etkinin maksimum olduğu, V'te ise minimum olduğu görülmektedir. Bu durumda uygulama yapılan tarihi eserin üzerinde yaşayan mikroorganizmaların önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Tüm biyositlerin maksimum etkiyi gösterdiği IV nolu alanda yaşayan *Sarcinomyces* türlerinin hücre çeperleri I, II ve III nolu bölgedeki *Coniosporium* türlerine göre daha zayıf, V nolu alanda yaşayan *Capnobotryella* üyelerine göre ise oldukça zayıftır. Dolayısıyla kimyasalların en iyi nüfuz edebildiği cins *Sarcinomyces*'tir. *Capnobotryella*'da ise durum bunun tam tersidir. Bu cins üyelerinin bulunduğu V nolu alandaki uygulama sonuçları incelenirse tüm biyositlerde minimum etkinin alınabildiği rahatlıkla görülebilir.

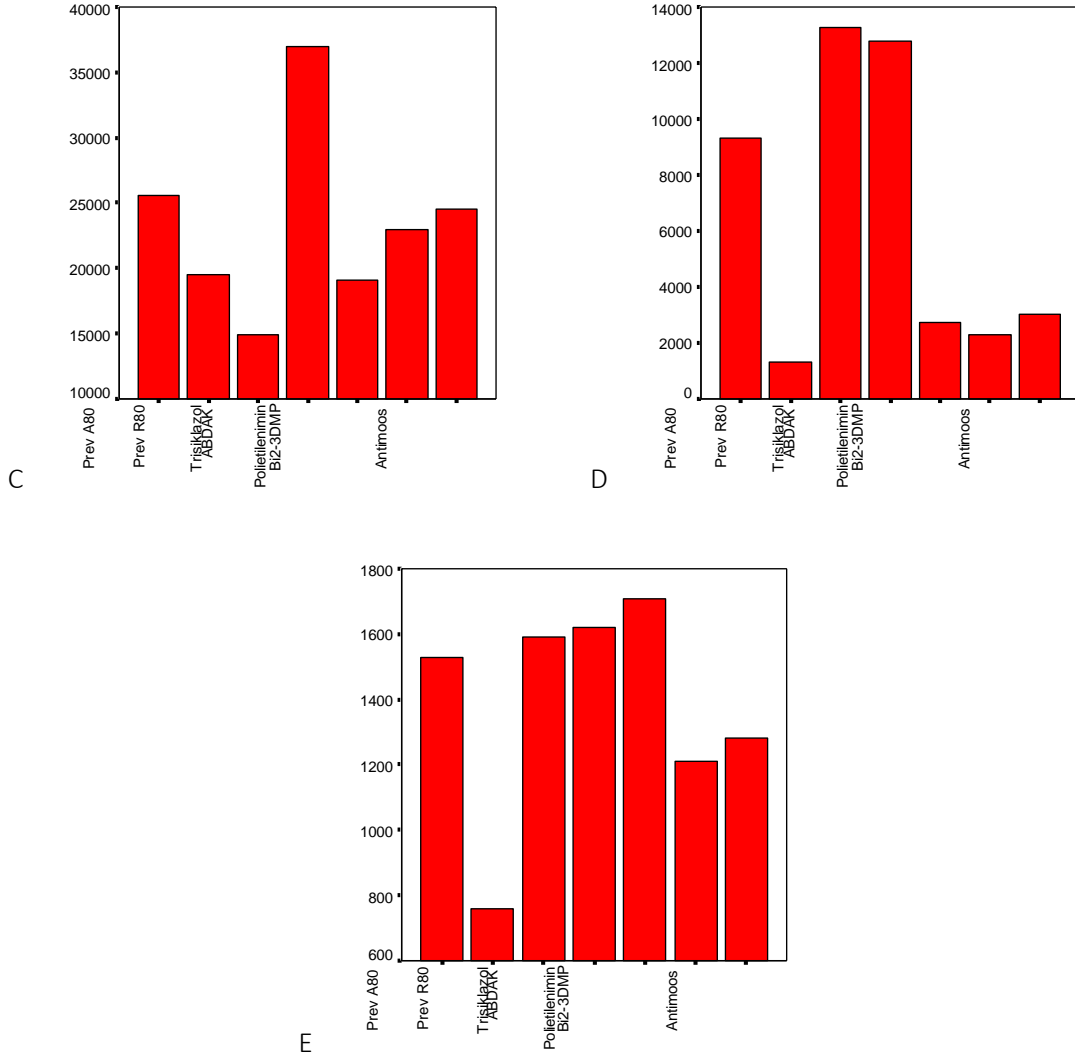
Aşağıda farklı konsantrasyonlardaki uygulamaların daha kolay karşılaştırılabilmesi açısından grafikler verilmiştir (Tablo 2. A, B, C, D, E).

Genel olarak Tablo 1 ve özellikle Tablo 2.A'daki verilere göre biyositlerin tüm konsantrasyonlarının etkileri birbirleri ile karşılaştırıldığında siyah mikromantarlar üzerinde en etkili biyositin Preventol R 80, en az etki gösteren biyositin ise Trisiklazol olduğu gözlenmektedir.

% 0.01 yoğunluktaki uygulamalarda en etkin çalışan biyosit Preventol R80'dir. % 0.1'de Alkil Benzil Dimetil Amonyum Klorid, % 1 ve % 3 yoğunluktaki uygulamalarda ise yine Preventol R 80'in diğerlerine göre daha iyi sonuç verdiği Tablo 2'de açıkça görülmektedir.

Tablo 2. Araştırma alanında kullanılan biyositlerin etkileri ile ilgili hazırlanan grafikler: A) Kullanılan tüm biyositlerin tüm konsantrasyonlarının değerlendirilmesi, B) % 0.01, C) % 0.1, D) % 1, E) % 3 yoğunluktaki uygulamaların değerlendirilmesi





Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar tarihi eserlerde restorasyon ve bakım işlemleri esnasında mikroorganizma etkilerine karşı kimyasal kullanma ihtiyacı duyulduğu zaman kullanılabilir. Başta siyah mikromantarlar olmak üzere diğer mikromantar çeşitleri üzerinde de en başarılı sonuç % 3 konsantrasyondaki Preventol R 80 kullanımıyla elde edilmiştir. Bu dozdan daha yoğun konsantrasyonların kullanılmasının çevre sağlığı açısından sakıncalı sonuçlar doğurabileceği gözardı edilmemelidir.

BİBLİYOGRAFYA

- Bills *et al.* 2004 G. F. Bills, J. Collado, C. Ruibal, F. Pelaez, G. Platas, "*Hormonema carpetanum* sp. nov., a new lineage of dothideaceous black yeasts from Spain". *Studies in Mycology* 50 (2004) 149–157.
- Bogolomova & Minter 2003 E. V. Bogolomova & D. W. Minter, "*Phaeococcomyces chersonesos*, a new microcolonial lithobiontic fungus from marble in Chersonesus (Crimea, Ukraine)". *Mycotaxon* 86 (2003) 195-204.
- de Hoog & Guarro 1995 G. S. de Hoog & J. Guarro (eds), *Atlas of Clinical Fungi*. Centraalbureau voor Schimmelmicrocultures. Baarn 1995.
- de Leo *et al.* 1999 F. de Leo, C. Urzi, G. S. de Hoog, "Two *Coniosporium* species from rock surfaces". *Studies in Mycology* 43 (1999) 70-79.
- Diakumaku *et al.* 1995 E. Diakumaku, A. A. Gorbushina, W. E. Krumbein, L. Panina, S. Soukharjevski, "Black fungi in marbles and limestones- An aesthetical, chemical and physical problem for the conservation of monuments". *Sci. Total Environ* 167 (1995) 295-304.
- Eckhardt 1985 F. E. W. Eckhardt, "Solubilization, transport, and deposition of mineral cations by micro-organisms-efficient rock weathering agents". Şurada: Ed. J. Drever, *The Chemistry of Weathering* 149 (1985) 161-173. Dordrecht.
- Ellis 1971 M. B. Ellis, *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey 1971.
- Ellis 1976 M. B. Ellis, *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Kew, Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute.
- Gorbushina *et al.* 1994 A. A. Gorbushina, W. E. Krumbein, C. H. Hamman, L. Panina, S. Soukharjevski, U. Wollenzien, "Role of black fungi in color change and biodegradation of antique marbles". *Geomicrobiology Journal* 11 (1994) 205-220.
- Gravesen *et al.* 1994 S. Gravesen, J. C. Frisvad, R. A. Samson, *Micro-fungi. Damaging effects on building materials*. Munksgaard, Copenhagen 1994.
- Hawksworth 1969 D. L. Hawksworth, "The lichenicolous Hyphomycetes". *Bull. Br. Mus. Bot. Ser.* 6 (1969) 183-300.
- Krumbein 1969 W. E. Krumbein „Über den Einfluss der Mikroflora auf die exogene Dynamik (Verwitterung und Krustenbildung)". *Geol. Runds.* 58 (1969) 333-363.
- Ruibal *et al.* 2005 C. Ruibal, G. Platas, G. F. Bills, "Isolation and characterization of melanized fungi from limestone formations in Mallorca". *Mycological Progress* 4 (2005) 1-23.
- Selbmann *et al.* 2004 L. Selbmann, G. S. de Hoog, A. Mazzaglia, E. I. Friedmann, S. Onofri, "Fungi at the edge of life: cryptoendolithic black fungi from Antarctic deserts". *Studies in Mycology* 51 (2004) 8-38.
- Sert *et al.* 2007a H. B. Sert, H. Sümbül, K. Sterflinger, "Microcolonial fungi from antique marbles in Perge/Side/Termessos (Antalya/Turkey)". *Antonie van Leeuwenhoek* 91/3 (2007) 217-227.
- Sert *et al.* 2007b H. B. Sert, H. Sümbül, K. Sterflinger, "A New Species of *Capnobotryella* from monument surfaces". *Mycological Research* 111 (2007) 1235-1241.
- Sterflinger & Krumbein 1997 K. Sterflinger, W. E. Krumbein, "Dematiaceous fungi as a major agent of biopitting for Mediterranean marbles and limestones". *Geomicrobiology Journal* 14 (1997) 219-230.
- Sterflinger *et al.* 1997 K. Sterflinger, R. de Baere, G. S. de Hoog, R. de Wachter, W. E.

- Krumbein, "*Coniosporium perforans* and *Coniosporium apollinis*, two new rock inhabiting fungi isolated from marble in the Sanctuary of Delos (Cyclades, Greece)". *Antonie van Leeuwenhoek* 72 (1997) 349-363.
- Sterflinger *et al.* 1999 K. Sterflinger, W. E. Krumbein, T. Lellau, J. Rullkötter, "Two cases of biogenic patina formation on rock". *Ancient Biomolecules* 3 (1999) 51-65.
- Wollenzien 1997 U. Wollenzien, G. S. de Hoog, W. E. Krumbein, J. M. J. Uijthof, "*Sarcinomyces petricola*, a new microcolonial fungus from marble in the Mediterranean basin". *Antonie van Leeuwenhoek* 71 (1997) 281-288.