

72107

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ORGANİK MALZEMELİ MÜZE ESERLERİNİN
(KAĞIT, AHŞAP, DOKUMA, DERİ)
MİKROBİYOLOJİ KÖKENLİ ETKENLERLE BOZULMASI
VE ALINACAK ÖNLEMLER

MÜZECİLİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS BİTİRME TEZİ
A. SERDA KANTARCIOĞLU

DANIŞMAN : Prof. Dr. AYHAN YÜCEL

İSTANBUL, 1998

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



Sevgili Babam'a

ÖNSÖZ

Dokuz yıl önce, organik maddeleri ayrıştıran saprofit mikropları öğrenmemi destekleyen, çalışmalarım sırasında eserlerinden ve kütüphanesinden yararlandığım, ayrıca teşvik ve ilgisini gördüğüm Hocamız Prof. Dr. Ekrem Kadri UNAT'a içtenlikle teşekkürü bir borç bilirim.

Derin ilim ve kültür birikiminden ve engin mikoloji bilgisinden yıllardır yararlandığım, yetişmemde çok büyük emeği olan, konunun ülkemizde çalışılmasına öncülük eden, tez çalışmamı da titizlikle izleyen ve yönlendiren, en yoğun olduğu anlarda bile bana daima sabır ve anlayışla zaman ayırarak yol gösteren, bilim adamı ve hoca kimliğini örnek aldığım değerli Hocam ve Danışmanım İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ayhan YÜCEL'e sonsuz minnet ve şükranlarımı arz ederim.

Çağdaş müzecilik alanındaki gelişmeleri sürekli yakından izleyerek gerek müzeciliğin ve gerekse korumanın disiplinler arası konumuna uygun ve yurdumuzda ilk olarak bu konuda tez yapabilmemi destekleyen, kendi eserlerinden de örnekler katan Müzecilik Anabilim Dalı Başkanı Hocam Prof. Tomur ATAGÖK'e içtenlikle teşekkür ederim. Daima desteklerini gördüğüm Öğr. Gör. Sedat GÖKSU'ya ve tüm Anabilim Dalı mensuplarıma da teşekkürlerimi sunarım.

Ahşap eserlerde odun tanımı konusunda bilgilenmem için bana emek veren, daima yakın ilgi ve desteğini gördüğüm, tez çalışmamda da eserleri bozan mikroorganizmaların odun dokusunda oluşturdukları değişikliklerin saptanması amacıyla Odun Anatomisi laboratuvarında yaptığım çalışmaları yönlendiren İÜ Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'nda Hocam, Emekli Öğretim Üyesi Prof. Dr. Burhan AYTUĞ'a derin şükranlarımı sunarım.

Kültür Bakanlığı, Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı'nda çalıştığım 1987-1996 yılları içinde organik eserler konservatörü olarak yetişmemde büyük payları olan ve konservasyon mikolojisine eğilmeme olanak sağlayan Müdürümüz Arkeolog Mimar Ülkü İZMİRLİGİL ile Topkapı Sarayı Müzesi Müdürü Hocam Dr. Filiz ÇAĞMAN'a yürekten minnettarım. Halen görevli olduğum İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalının tüm öğretim üyeleri ile her iki kurumdaki çalışma arkadaşlarıma destekleri için teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımı sürdürürken bana daima fedakarlıkla ve anlayışla destek veren Babam'a ve Kardeşim'e minnetle teşekkürü borç bilirim.

Cerrahpaşa, Ocak 1998

A. Serda Kantarcioğlu
Konservatör

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	vii
TABLoların LİSTESİ	xii
GRAFİKLERİN LİSTESİ	xiii
ÖZET	xiv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Müze eserlerinin malzemelerine göre gruplanması	4
2.1.1. İnorganik malzemeli eserler	4
2.1.2. Organik malzemeli eserler	5
2.1.3. Karışık malzemeli eserler	6
2.2. Ortam koşulları	6
2.2.1. Sıcaklık ve bağıl nemin malzemeye etkileri	7
2.2.2. Organizmaların fizyolojisinin iklim koşulları ile ilgisi	8
2.2.3. İç iklim koşullarının saptanması	8
2.2.3.1. Anlık ölçüm cihazlarının kullanımı	9
2.2.3.2. Süreli ölçüm cihazlarının kullanımı	9
2.2.3.3. Ölçümlerin değerlendirilmesi ve yorumu	10
2.2.4. İklim yönetimi	12
2.2.4.1. Taşınabilir cihazlardan yararlanma	14
2.2.4.2. Yerleşik sistemlerden yararlanma	15
2.2.4.3. Yardımcı malzemelerin kullanımı	16
2.2.4.3.1. Nem çekici-verici maddeler	16
2.2.4.3.2. Nem dengeleyici malzemeler	17
2.3. Organik malzemeli eserleri bozan mikroorganizmalar, parazitler ve tahrip mekanizmaları	17
2.3.1. Mantarlar	20
2.3.1.1. Mantarların canlılar dünyasındaki yeri, sınıflandırma	20
2.3.1.2. Mantarların bazı yapı ve fizyoloji özellikleri	20

2.3.1.3. Mantarların üreme şekilleri	24
2.3.1.4. Mantarların bozucu etkileri	28
2.3.1.4.1. Yüzeyel mantar gelişmeleri	29
2.3.1.4.2. Malzemenin derininde gelişmeler	29
2.3.2. Bakteriler	30
2.3.2.1. Bakterilerin bazı yapı ve fizyoloji özellikleri	31
2.3.2.2. Bakterilerin bozucu etkileri	31
2.3.2.2.1. Yüzeyel gelişmeler	32
2.3.2.2.2. Derindeki gelişmeler	32
2.3.3. Parazitler	33
2.3.3.1. Parazitlerin bozucu etkileri	37
2.4. Konunun küçük sözlüğü	37
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER	40
3.1. Materyaller	40
3.1.1. İncelenen eserler	40
3.1.1.1. Kağıt	41
3.1.1.2. Ahşap	42
3.1.1.3. Dokuma	46
3.1.1.4. Deri	47
3.1.1.5. Karışık malzemeliler	47
3.2. Kullanılan laboratuvar araçları ve gereçleri, mikroskoplar ve fotoğraf makinesi	51
3.3. Kullanılan eriyikler ve boyalar	52
3.4. Kullanılan besiyerleri	54
3.5. Mikroorganizmaların malzemede yaptıkları tahribatın (değişikliklerin) incelenmesi	59
3.5.1. Kağıtta oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi	59
3.5.2. Ahşapta oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi	59
3.5.2.1. Ahşap örneklerden ince kesitlerin hazırlanması	60
3.5.3. Dokumalarda oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi	61
3.5.4. Deride oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi	61
3.5.5. Karışık malzemelilerde oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi	62
3.6. Bozulmanın mikrobiyoloji kökenli olup olmadığının incelenmesi	62

3.6.1. Etkenin tanımlanmasına yönelik çalışmalar	63
3.6.1.1. Mikroskop incelemeleri ve kültür amacıyla örnek alma yöntemleri	63
3.6.1.1.1. Doğrudan örnek alınması	63
3.6.2. Örneklerin mikroskopta incelenmesi	64
3.6.2.1. Örneklerin stereomikroskopta incelenmesi	64
3.6.2.2. Örneklerin lam lamel arası preparat yapılarak mikroskopta incelenmesi	64
3.6.2.3. Örneklerin Gram ile boyanması	64
3.6.3. Kültür yapılması	65
3.6.3.1. Ekim	65
3.6.3.2. Üretim koşulları	65
3.6.3.3. Saflaştırma	66
3.6.3.4. Ortamdaki havanın ve alanın mikrobiyotasının saptanması	66
3.6.4. Saf kültürlerin incelenip değerlendirilmesi	67
3.6.4.1. Saf kültürlerin çıplak gözle incelenmesi	67
3.6.4.2. Saf kültürlerden preparat yapılması	68
3.6.4.3. Lam kültürlerinin yapılması	69
3.6.4.4. Saf kültürlerin ve hazırlanan preparatların mikroskopta incelenmesi	70
3.6.5. Tanımı destekleyici ve tamamlayıcı deneyler	70
3.6.5.1. Dimorfizmin gösterilmesi	70
3.6.5.2. Teleomorf şekillerin aranması	70
3.6.5.3. Üretim sıcaklık sınırlarının belirlenmesi	71
3.6.5.4. Pigment oluşturma	71
3.6.5.5. Su damlacıkları oluşturma	71
3.6.5.6. Hemolizin belirlenmesi	71
3.6.6. Tanım	72
3.7. Kökenlerle yapılan duyarlılık deneyleri	72
3.7.1. Kullanılan antifungal maddeler	72
3.7.2. Çözeltilerin hazırlanması	73
3.7.3. Antifungal serisinin hazırlanması	74

3.7.4. Farklı biyosid konsantrasyonuna sahip besiyerlerinin hazırlanması	75
3.7.5. Mantar süspansiyonunun hazırlanması	75
3.7.6. Biyosidli besiyerlerine ekim	76
3.7.7. Değerlendirme	76
4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME	78
4.1. Örneklerin doğrudan incelenmesinde elde edilen bulgular	78
4.1.1. Örneklerin çıplak gözle incelemesine ait bulgular	78
4.1.2. Örneklerin mikroskopta incelemesine ait bulgular	79
4.1.3. Ortamdaki havanın mikrobiyotası ile ilgili bulgular	80
4.2. Saf kültürlerle ilgili inceleme bulguları	81
4.2.1. Saf kültürlerin çıplak gözle ve mikroskopta incelenmesinden elde edilen bulgular	81
4.2.1.1. Kağıt örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular	81
4.2.1.2. Ahşap örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular	82
4.2.1.3. Dokuma örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular	86
4.2.1.4. Deri örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular	86
4.2.1.5. Karışık malzeme örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular	86
4.2.2. Tanımı destekleyici ve tamamlayıcı deneylere ait bulgular	87
4.2.2.1. Dimorfizm	87
4.2.2.2. Teleomorf şekiller	88
4.2.2.3. Yüksek sıcaklıkta gelişme	90
4.2.2.4. Pigment oluşturma	91
4.2.2.5. Su damlacıkları	92
4.2.2.6. Hemoliz	92
4.3. Bütün bulguların toplu olarak değerlendirilmesi ve tanım	92
4.3.1. Kağıt eserlerden elde edilen mantarlar	92
4.3.2. Ahşap eserlerden elde edilen bakteri ve mantarlar	94
4.3.3. Dokumalardan elde edilen mantarlar	113
4.3.4. Deri eserlerden elde edilen mantarlar	114
4.3.5. Karışık malzemeli eserlerden elde edilen mantarlar	115
4.4. Sağlam ve bozulmuş ahşap dokularının karşılaştırılması	120
4.5. Duyarlılık deneylerine ait bulgular	133

5. TARTIŞMA	139
5.1. Deney sonuçlarının yorumlanıp tartışılması	139
5.2. Ayrılan kökenlerin yeryüzünde ve benzeri mekanlardaki dağılımının karşılaştırılarak tartışılması	140
5.3. Karşılaştırmadan çıkan epidemiyoloji bilgilerinin tartışılması	149
5.3.1.Epidemiyoloji bilgilerinin yorumu, alınacak önlemler için değerlendirilip tartışılması	150
5.4. Önlemler için duyarlılık deneylerinden çıkan sonuçların değerlendirilerek tartışılması	153
6. SONUÇ	155
KAYNAKLAR	158
ÖZGEÇMİŞ	168



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

1. Termohigrometre	9
2. Termohigrograf	10
3. Taşınabilir nem alıcı-verici cihaz	15
4. Maya kolonisi (<i>Candida parapsilosis</i> ATCC 22019) (SDA besiyerinde)	22
5. Gram yöntemiyle boyanmış maya hücreleri ve tomurcuklanan ana hücreler (ok) (x 6300)	22
6. Çeşitli makro ve mikrokonidiler (Unat, 1995; More ve Jaciow, 1979'dan alıntı)	25
7. Eşey sporları (Unat ve Yücel, 1995 : 687'den alıntı)	27
8. Askosporlar (Unat ve Yücel, 1995: 688'den alıntı)	27
9. Şekillerine göre bakteriler (Ünver ve Baykan, 1981'den alıntı)	31
10. Gram pozitif sporlu (ok) çomakcıklar (<i>Bacillus</i> sp) (x6300)	32
11. Anobidae ailesinden bir kitap ve ahşap paraziti	34
12. Anobidae ailesinden bir erişkin parazit ve <i>Reticulitermes lucifugus</i> (kanatlı erişkin termit)	34
13. Ahşabın oyuklarına bırakılmış parazit yumurtaları	35
14. Larva (Anobidae)	35
15. Bir eski ahşabın dikine kesitinde görülen larva galerileri	36
16. Ahşap yüzeyinde ergin parazit uçuş delikleri ve ögüntüler	36
17. Küf gelişmesi görülen kitaplardan ayrıntı	41
18. Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından alınmış örnekler	42
19. III. Ahmed Çeşmesi müzeyyen ahşap saçakları	43
20. III. Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarının renk değişikliği (ok) bulunan kısımlarından ayrıntı	44
21. III. Ahmed Çeşmesi ahşaplarından alınan örnekler	44
22. Büyükada, ahşap ev, ön cepheden ayrıntı	45
23. Büyükada, ahşap evden alınan örnekler	45
24. İpek iplik ve gümüş simle oluşturulmuş Bizans dokuma parçalarından ayrıntı	46
25. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi 2. tablo, ön yüzün durumu	48
26. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi, 2. tablo'nun arka tarafının durumu	48
27. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi, 3. tablo'dan ayrıntı, ön yüzde küfler	49
28. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi, 3. tablo'nun arka tarafının durumu	49

29. Tomur Atagök, “Nü”den ayrıntı, ön yüzde yer yer küflenmeler	50
30. Güzel yazı levhasının kağıdı ve boya tabakası üzerinde gelişen küfler	50
31. Örneklerin alındığı ahşap ev (Büyükada)’den ayrıntı, mantarla bozularak kare şeklinde çatlaklar oluşmuş ahşap balkon korkuluğu babası	60
32. Bizans dokumasına ait bir ipek lifin stereomikroskop altındaki görüntüsü (x200)	61
33. Parşömen örneği üzerinde renkli lekeler	62
34. Antifungal çözeltileri ve duyarlılık deneyi yapılan tüplerden bir grup	77
35. <i>Aspergillus niger</i> (SDA besiyerinde)	93
36. <i>A. niger</i> (x1700)	93
37. Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun örneklerinden gelişen ilk kolonilerden bir grup : <i>Eupenicillium alutaceum</i> (a), <i>E. crustaceum</i> (b), Gram pozitif koklar (c), <i>Cladosporium sp</i> (d), (SDA besiyerinde)	94
38. Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü’ne ait toz ve parça halindeki örneklerle içiçe durumda gelişen bakteri kolonileri (SDA besiyerinde)	95
39. “A-13” numaralı örnekten gelişen koklar (x 6350)	95
40. <i>Eupenicillium alutaceum</i> ’da ascomata, konidyofor ve konidyumlar (x1700)	96
41. Aynı preparatın (<i>E. alutaceum</i>) değişik bir alanında konidili başlar (x1700)	96
42. <i>Cladosporium sp</i> , (a) hiften dikine çıkan konidyoforlar (b) kopma yeri izi (hila), (c) konidyumlar (x1700)	97
43. “A-19” numaralı örnekten gelişen koloniler (SDA besiyerinde)	98
44. <i>Eupenicillium crustosum</i> kolonileri (CD ve MEA besiyerlerinde)	98
45. <i>Eupenicillium crustosum</i> kolonilerinin arkadan görünüşü (CD ve MEA besiyerlerinde)	99
46. <i>E. crustaceum</i> ’da ascomata, konidili başlar ve konidyumlar (x1700)	99
47. <i>H. capsulatum</i> ’un yaşam çevrimi (Sweany, 1960 : 41’den alıntı)	100
48. <i>H. capsulatum</i> (SDA besiyerinde, örnekten elde edilen ilk kültür)	101
49. İlk kültürden yapılan ekimlerde <i>H. capsulatum</i> ’un güderi renginde kolonileri (SDA besiyerinde)	101
50. <i>H. capsulatum</i> ’da konidyumlar (a) ve makrokonidyum (b) (x 1700)	102
51. <i>H. capsulatum</i> ’da makrokonidyumlar (a) ve aleuroconidium (b) (x 1700)	102
52. <i>H. capsulatum</i> ’un küf kolonisinden BGC besiyerinde (BHI + L-sistein) maya kolonisine dönüşümünün ilk aşaması (10. gün)	103

53. Şekil 52'deki kültürün BGC besiyerinde tekrarlanan pasajlarında maya kolonisine dönüşümünün daha ilerideki aşamaları	103
54. Şekil 50'deki kültürün BGC besiyerinde tekrarlanan pasajlarında maya kolonisine dönüşümünün daha ilerideki aşamaları	104
55. <i>H.capsulatum</i> 'un BGC besiyerinde tekrarlanan küflü kolonisine ait ekimlerden sonra elde edilen maya kolonileri (maya kolonisine dönüşümün son aşaması)	104
56. <i>H.capsulatum</i> , parçalanmış hifler ve maya hücreleri (x6300)	105
57. <i>H.capsulatum</i> , SEA besiyerindeki mikromorfoloji; iyi gelişmiş çok sayıdaki makrokonidyumlar (Şekil 47 ile karşılaştırmız) (x6300)	105
58. <i>H.capsulatum</i> , SEA besiyerindeki mikromorfoloji; (a) makrokonidyumlar, (b) moniliform zincir oluşumu (x1700)	106
59. <i>H.capsulatum</i> 'un teleomorfı <i>Ajellomyces capsulatus</i> 'da cleistothecium (x1700)	106
60. <i>A.capsulatus</i> 'da patlamış askokarp ve dağılan asklar (x670)	107
61. <i>A.capsulatus</i> 'da (a) asklar ve içlerinde askosporlar, (b) makrokonidyumlar (x6300)	107
62. <i>Penicillium frequentans</i> (CD ve MEA besiyerinde)	108
63. <i>P.frequentans</i> (x1700)	108
64. <i>Acremonium charticola</i> (CD ve MEA besiyerinde)	109
65. <i>A.charticola</i> kolonilerinin arkadan görünüşü (CD ve MEA besiyerinde)	109
66. <i>A.charticola</i> , yapışkan konidyumların oluşturduğu toplar (ok) (x1700)	110
67. <i>Verticillium cinnabarinum</i> (CD ve MEA besiyerinde)	110
68. <i>V. cinnabarinum</i> 'da konidyoforlar ve fiyalidler (x1700)	111
69. <i>Fusarium sporotrichioides</i> (CD ve MEA besiyerinde)	111
70. <i>F.sporotrichioides</i> 'de konidyumlar, bölmesiz ve çok bölmeli makrokonidyumlar (x1700)	112
71. <i>F.sporotrichioides</i> 'de klamidokonidiler (x1700)	112
72. <i>Alternaria tenuis</i> (SDA, CD ve MEA besiyerinde)	113
73. <i>A. tenuis</i> 'de (a) konidi gelişmesi; (b) koyu renkli ve enine, boyuna çok bölmeli (muriform) konidyumlar (x1700)	113
74. <i>Trichophyton verrucosum</i> (SDA besiyerinde)	114
75. <i>T.verrucosum</i> 'a özgü (a) makrokonidyumlar; (b) klamidokonidiler (x1700)	115
76. <i>Penicillium implicatum</i> (SDA besiyerinde)	116
77. <i>P.implicatum</i> (x1700)	116
78. <i>Mucor</i> sp'de yüksek hava misellerinin yandan görünümü (SDA besiyerinde)	117

79. <i>Mucor sp</i> (x480)	117
80. <i>Penicillium chrysogenum</i> (CD ve MEA besiyerinde)	118
81. <i>P. chrysogenum</i> (x1700)	118
82. Büyükada, ahşap ev, <i>P. silvestris</i> odununda spiral kalınlaşmaya benzer hücre zarı bozulması (x222)	121
83. <i>P. silvestris</i> L.'de gerçek olmayan, mantarların etkisiyle oluşmuş spiral kalınlaşma görünümü (mikrofotografi Aytuğ, Gordion çalışmaları) (x400)	121
84. <i>P. silvestris</i> 'de kenarlı geçitin orta lamelinde deformasyon (x564)	122
85. <i>P. silvestris</i> , özişimi paranzim hücreleri içerisinde mikroorganizmaların oluşturduğu tanecikli görünüm ve özişimlerinde deformasyon (x222)	123
86. <i>P. silvestris</i> , özişimi paranzim hücreleri içerisinde mikroorganizmaların oluşturduğu tanecikli görünüm ve özişimlerinde deformasyon (x564)	123
87. Sardes, "A-19" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> L.'de kenarlı geçitlerde orta lamelin üzerinde mantarların sebep olduğu empermeabilizasyon (geçirimsizleşme) (x1411)	124
88. Sardes, "A-19" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> 'de traheid içerisinde mantar elemanları (x1411)	124
89. Şekil 88'deki aynı alanda, farklı netlikte, mantarın traheid zarlarında kalbur görünümü oluşturmaları (x1411)	125
90. Sardes, "A-19" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> L.'de özişimi paranzim hücrelerinin zarlarında bozulmalar (x1411)	125
91. Sardes, "A-3/A-1" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , traheid uçlarına doğru zarda ondülasyonlar (x222)	126
92. Sardes, "A-3/A-1" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (normal ışık, x222)	126
93. Sardes, "A-3/A-1" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (polarize ışık, x222)	127
94. Sardes, "A-3/A-1" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (hassas lam, x222)	127
95. Sardes, "A-3/A-1" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (UV, x222)	128
96. Sardes, "A-3/A-1" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , traheidlerin orta kısımlarında transversal yönde halka şeklinde oluşum (x564) (ok)	128
97. Sardes, "A-10" numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , parçalanmış traheidler (x222)	129

98. Sardes, “A-10” numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> , traheidlerin parçalanmasından önceki aşama (x222)	129
99. <i>Juniperus foetidissima</i> , sağlıklı bir odundan radyal kesit (x222) (İÜ Orman Fakültesi odun preparatları koleksiyonundan)	130
100. <i>J. foetidissima</i> , sağlıklı bir odundan radyal kesit (x564) (İÜ Orman Fakültesi odun preparatları koleksiyonundan)	130
101. Sardes, “Etüd için 1” numaralı örnek, <i>Juniperus sp.</i> ’de traheid zarlarında bozulma ve kıvrılma (x222)	131
102. Sardes, “A-8” numaralı örnek, <i>Fraxinus sp.</i> ’de <i>H. capsulatum</i> ’un teleomorfı <i>A. capsulatus</i> ’da makrokonidyumlar, zincir şeklinde dizilmiş hücreler ve ascomata (x222)	131
103. Sardes, “A-8” numaralı örnek, <i>Fraxinus sp.</i> ’de <i>H. capsulatum</i> ’un teleomorfı <i>A. capsulatus</i> ’a ait ascomata, peridiyal hifler ile makrokonidiler (x564)	132
104. Sardes, “A-8” numaralı örnek, <i>Fraxinus sp.</i> ’de bozulmuş ahşap dokusu içinde <i>H. capsulatum</i> makrokonidyumları ve klamidokonidyumları (x564)	132
105. Sardes, “A-8” numaralı örnek, <i>Fraxinus sp.</i> ’de bozulmuş ahşap dokusu içinde <i>H. capsulatum</i> makrokonidyumları, klamidokonidyumları ve moniliform hücre zincirleri (x564)	133

TABLOLARIN LİSTESİ:

1. İncelenen çeşitli organik eserlerin alındığı yerler	40
2. Çözeltilerdeki etkin madde yoğunlukları (µg/ml)	75
3. Çeşitli organik eserlerden ayırdığımız mikroorganizmalar	119
4. Antifungal duyarlılık deneyinin sonuçları	134
5. Materyallerin mikroskop muayenesi ile kültür sonuçlarının karşılaştırılması	141



GRAFİKLERİN LİSTESİ :

1. Termohigrograf aylık ölçüm grafiği (Has Ahırlar, Eylül 1994 ayı sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri)	11
2. Termohigrograf aylık ölçüm grafiği (Has Ahırlar, Ekim 1994 ayı sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri)	11
3. Has Ahırlar, Kasım 1994 ayı sıcaklık ve bağıl nem aylık en yüksek ve en düşük ortalama değerler grafiği	13



ÖZET

Organik malzemeli müze eserleri, kendi yapı özelliklerine ve içinde bulundukları çevre koşullarına bağlı olarak zaman içinde bozulurlar. Müzelerin öncelikli sorumluluğu; var olmalarını sağlayan eserleri korumak, onlar için en uygun çevre koşullarını gerçekleştirmektir. Ortam koşulları nem, sıcaklık, ışık, biyolojik zararlılar, hava kirliliği...gibi unsurları kapsar. Koleksiyonların bulunduğu iç mekanlarda iklimin sürekli ve düzenli olarak ölçülmesi ve elde edilen veriler yorumlanarak bu doğrultuda ortam koşullarının denetlenmesi gerekir. Çalışmamızın Genel Bilgiler kısmında anlık / sürekli / bilgisayarlı ölçüm cihazlarının kullanımı, verilerin değerlendirilmesi, iç iklim değişkenlerini düzenlemek için kullanılabilecek malzeme ve yöntemler üzerinde durulmuş; ortam koşulları ve kendi yapısındaki maddelere bağlı olarak eserleri tutan mantarlar, bakteriler ve parazitler yapı ve yaşam özellikleri ile bozucu etkileri bakımından incelenmiştir.

Bir kısım organik eserlerdeki mikrobiyoloji kökenli bozulmaları incelemek üzere farklı koleksiyonlarda bulunan örneklerle çalışılmıştır. Kağıt malzemeye örnek olarak özel bir koleksiyonda bulunan küflenmiş kitaplardan; ahşap malzemede görülebilen çeşitli bozulma tiplerini örnekleyebilmek için Manisa Müzesi'ne ait Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından, III. Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarından ve Büyükkada'da bir ahşap evden; dokumalarda karşılaşılanları aramak amacıyla İstanbul Arkeoloji Müzeleri'nde bulunan Bizans dokuma parçalarından; deri eserleri tutan mikropları incelemek üzere Topkapı Sarayı Müzesi'ne ait bir parşömen elyazmadan; karışık malzemelilerde karşılaşılanları örneklemek amacıyla da Atagök'e ait tuval resimlerinden ve bir özel koleksiyonda bulunan güzel yazı levhasından alınan örneklerde etken aranmıştır. Örnekler çıplak gözle ve mikroskop altında incelenmiş, kültürler hazırlanmış, bunlar da mikroskopta ve çıplak gözle incelenmiş, sırasında ileri tanım yöntemlerine de başvurularak etken olan bakteri ve mantarlar tanımlanmıştır. Bu eserlerden ayırdığımız mikropların mücadelede kullanılabilecek ilaçlara duyarlılığını ortaya çıkarmak amacıyla, konservasyon literatüründe eserlere uygun olduğu bildirilmiş dört antifungal madde kullanılarak duyarlılık deneyleri yapılmış ve herbirinin bu kökenler üzerinde etkin olduğu en düşük yoğunluk belirlenmiştir.

Örnek eserlerimizdeki bozulmaların %80.81'inde mikropların etken olduğu, bu etkenlerin %15.39'unu bakteri, %65.26'sını mantarların oluşturduğu görülmüştür. İncelediğimiz materyallerden, kağıttan *Aspergillus niger*; ahşapta Sardes buluntularından Gram pozitif koklar,

Cladosporium sp, *Eupenicillium alutaceum*, *E. crustaceum*, *Ajellomyces capsulatus*; III.Ahmed Çeşmesi saçaklarından *Penicillium frequentans*, *Acremonium charticola*; Büyükada, ahşap evden *Verticillium cinnabarinum*, *Fusarium sporotrichioides*; deriden *Trichophyton verrucosum*, dokumalardan *Alternaria tenuis*; karışık malzemelilerden resim *P. implicatum*, *Mucor sp.*; güzel yazı levhasından *P. chrysogenum* ayrılmıştır. Bu materyallerden %15.39'u bakteri ve %65.26'sı mantar olmak üzere toplam %80.81'inde mikroorganizmalar etken olarak ayrılmıştır. Duyarlılık deneylerimizde de *Aspergillus niger* için en düşük yoğunlukta etkili olan madde TBZ (0.33 µg/ml); *Alternaria tenuis* için TBZ (1.33 µg/ml); *Trichophyton verrucosum* için potasyum sorbat (20.00 µg/ml); *Eupenicillium alutaceum* ve *E. crustosum* için TBZ (0.66 µg/ml); *Verticillium cinnabarinum* için potasyum sorbat (20.00 µg/ml); *Acremonium charticola* için potasyum sorbat (2.00 µg/ml); *Fusarium sporotrichioides* için TBZ (1.33 µg/ml); *Histoplasma capsulatum* için potasyum sorbat (2.00 µg/ml); *Cladosporium sp* için TBZ (0.66 µg/ml); *P. frequentans* için TBZ (0.33 µg/ML); *P. implicatum* için potasyum sorbat (0.50 µg/ml); *Mucor sp* için TBZ (0.66 µg/ml) olarak belirlenmiştir.

Mikroorganizmalar sahip oldukları zengin enzimler vasıtasıyla eserlerin malzemelerini parçalayarak kullanır, çıkartılarıyla lekelerle sebep olabilirler. Eserlerdeki bozulmanın önlenmesi için ortamın düzenlenmesi ön koşuldur. Organik malzemeli eserlerin uzun vadeli olarak korunması ve geleceğe aktarılabilmesi için depo ve sergi alanlarında uygun çevre koşullarının sağlanması öncelikle gerekir. Bunun yanı sıra ortama ve mikroplarla enfekte olmuş eserlere uygun kimya maddeleri ve yöntemler kullanılarak ilaç uygulanması da gerekebilir. Uygun ilacın seçiminde duyarlılık deneyleri yapılması etkin ilacın seçilebilmesi bakımından önem taşır. Diğer yandan bu eserlerle yakın temasta olan kişilerin olası hastalık tehlikelerinden korunabilmesi için eldiven, maske ve önlük kullanmaları yararlı önlemlerdir.

Çeşitli yabancı ülkelerde kültür varlıklarında mikrobiyoloji kökenli bozulmalarla ilgili çalışmalarda ayrıldığı bildirilen mikroorganizmalarla tez sonuçlarımız karşılaştırılmış, benzer saprofit mantarlar ve bakterilerle karşılaşıldığı görülmüştür. Ancak parşömen elyazmadan ayırdığımız *T. verrucosum* insanda deri ve eklemlerinde dermatofitoza yol açmaktadır. Sardes buluntularından ayırdığımız *H. capsulatum* ise sessiz enfeksiyonlardan ölümle biten ağır hastalıklara kadar çeşitli şiddette belirtilerle seyreden bir enfeksiyondan sorumludur. Müze eserleriyle ilgili dış kaynaklı çalışmalarda solunum yoluyla alınabilecek mikropların bulunduğu bildirilmişse de gerçek patojen mantarların da bulunabildiği ilk kez tezimizde gösterilmiştir.

SUMMARY

Organic museum objects decay due to both their own components and environmental conditions. However, one of the essential responsibilities of the museums is to provide appropriate conditions to ensure a long term safety and preservation of the collections. The term “managing the museum environment” requires the control of relative humidity, temperature, light, biodeteriogens and atmospheric pollution in the museum. In the introduction of our thesis, the use of termohygrographs, termohygrometers and dataloggers; data recording and interpretation; monitoring the climatic parameters are studied. In addition, the fungi, bacteria and pests that cause deterioration in the objects are studied according to the interaction among their characters, destructive activities and the peculiarities of the substrate.

To examine the microbiological deterioration of some organic museum materials, several object samples found in different collections were selected. Our paper materials consisted of some printed books of a private collection. To be able to examine various types of wood decay, the samples were collected from three different cultural properties, such as archaeological wooden findings of Sardes Bin Tepeler Tumuli belonging to Manisa Museum; from wooden elements of the ceiling of the Fountain of Sultan Ahmed III; and from a wooden house in Büyükkada. Biodeterioration factors of a group of Byzantine textile fragments belonging to Istanbul Archaeological Museum and a parchment manuscript belonging to Topkapı Palace Museum Library collection were also examined. The representatives of deteriorated composite objects in our thesis were three canvas paintings of Atagök and an illuminated calligraphy on paper from another private collection. These samples were examined by naked eye and under microscope; the cultures of microorganisms growth from these samples were examined macroscopically and microscopically and isolated bacteria and fungi were identified. Moreover, antifungal sensitivity tests of these strains were carried on using four chemicals appropriate to museum materials to find the effective minimal concentration to inhibit the mould growth.

The rate of microbiodeteriogens found in our material samples is 80.81%, of these, bacteria is 15.39% and fungi 65.26%. Isolated microorganisms are as follows: *Aspergillus niger* from paper; Gram-positive cocci, *Cladosporium* sp, *Eupenicillium alutaceum*, *E. crustaceum* and *Ajellomyces capsulatus* from Sardes wooden findings; *Penicillium frequentans*, *Acremonium charticola* from wooden elements of the ceiling of the Fountain of Sultan Ahmed III; *Verticillium*

cinnabarinum, *Fusarium sporotrichioides* from wooden house in Büyükkada; *Trichophyton verrucosum* from parchment; *Alternaria tenuis* from textile fragments; *P. implicatum*, *Mucor* sp from canvas paintings and *P. chrysogenum* from calligraphy. In the antifungal sensitivity tests, antifungal agents and effective concentrations were found as follows : TBZ (0.33 µg/ml) for *Aspergillus niger*; TBZ (1.33 µg/ml) *Alternaria tenuis*; potassium sorbat (20.00 µg/ml) for *Trichophyton verrucosum*; TBZ (0.66 µg/ml) for *Eupenicillium alutaceum* ve *E. crustosum*; potassium sorbat (20.00 µg/ml) for *Verticillium cinnabarinum*; potassium sorbat (2.00 µg/ml) for *Acremonium charticola*; TBZ (1.33 µg/ml) for *Fusarium sporotrichioides*; potassium sorbat (2.00 µg/ml) for *Histoplasma capsulatum*; TBZ (0.66 µg/ml) *Cladosporium* sp; TBZ (0.33 µg/ML) for *P. frequentans*; potassium sorbat (0.50 µg/ml) for *P. implicatum*; TBZ (0.66 µg/ml) for *Mucor* sp.

Having rich enzymes, microorganisms possess the ability of using organic materials as food and can perform severe damage and/or discoloration on museum objects. Environmental monitoring is essential necessity to prevent the decay. Appropriate climatic conditions should be maintained in display and storage rooms. Besides this, it could be necessary to chose appropriate chemicals and application methods to use these agents in internal air and directly to objects. It is important to carry on antifungal sensitivity tests to chose the effective agent. Moreover, people should use protective gloves, masks and costumes while handling and working with such infected materials.

Isolated microorganisms were discussed with the results of foreign researches and similar saprophyte fungi and bacteria were distinguished. However *Trichophyton verrucosum* isolated from parchment causes dermatophytosis in man and animals. *Histoplasma capsulatum* isolated from Sardes wooden findings, causes an infection disease that can be severely lethal in man. Although it was reported air-borne fungi found in museum objects causing infections entering by respiratory tract; real pathogen fungi were recovered in our thesis as the first time.

GİRİŞ

Müzeler, insan ve doğa yapısı çeşitli nesneler veya kültür ürünleri ile toplumun bireyleri arasında bilgi akışını sağlayan kurumlardır. Bu iletişimin ileriye yönelik olarak sürekliliğinin sağlanabilmesi için, çağdaş müzecilik yaklaşımında, eserleri toplama ve sergilemenin yanısıra sağlıklı olarak koruma işlevi de giderek önem ve ağırlık kazanmaktadır. Bu amaca hizmet edecek bilgi, malzeme, yöntem ve teknolojilerin belirlenebilmesi için dünyada çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Bu yaklaşım doğrultusunda, müzelerde eserlere sürekli ve düzenli olarak kitle halinde koruyucu işlemlerin uygulanması bozulma aşamasına geldikten sonra müdahalede bulunmaya yeğlenmekte, bunun için de koleksiyonun karşılaşacağı risklerin ve bunları en düşük maliyetle önleyecek vasıtaların önceden belirlenmesi yoluna gidilmektedir. Müzelerde bilinçli ve çağdaş korumanın, ancak bilim ve teknik verilerini esas alan planlar hazırlanarak uygulamaya konduğunda gerçekleştirilebileceği öne sürülmektedir (16).

Koleksiyonların korunmasında en önemli unsur “ortam yönetimi” yani uygun çevre koşullarının sağlanmasıdır. Ortam yönetimi, sıcaklık, bağıl nem, ışık, titreşim ve kirlilik unsurlarının herbirinin alt ve üst sınırlarının belirlenmesi ve uygulanabilir en düşük düzeye indirgenmesini kapsar. Kirlilik terimi ise, iç mekandaki havada bulunan zararlı mikroorganizmaları, toz ve diğer parçacıkları ve kükürt dioksit gibi bazı gazları ifade eder (16).

Eserleri bozucu etkenler içinde yer alan mikroorganizmalar, özellikle organik malzemeli olanların yapılarını ayrıştırarak yok olmalarında büyük rol oynadıklarından, müze eserlerinin ömrünü kısaltmak bakımından kimya ve fizik kökenli diğer bozucu etkenlerden daha etkili ve tehlikelidirler.

Eserleri tahrib eden, dayanıklılıklarını azaltan ve estetik açıdan değer kaybına sebep olan mikroorganizmaların tanınması, bozucu etkilerinin araştırılması ve alınacak önlemlerin belirlenmesi ile ilgili olarak kendi eserlerimizin yapısına ve şartlarımıza uygun araştırmalara yurdumuzda henüz yeni başlanmış ve az sayıda olduğundan, uygulamalarda esas alınan bilgiler büyük ölçüde yabancı araştırmaların verilerine dayanmaktadır (135). Ayrıca, ülkemizde yapılan mikrobiyoloji çalışmaları insan ağırlıklı olmak üzere, hayvan ve bitkileri (canlı dokuyu) tutan

patojen mikroorganizmalara yönelik olup henüz eserleri (ölü organik maddeleri) tutan saprofitlere yönelik çalışma yapan akademik bir kuruluş bulunmadığı gibi, müzeler için çok gerekli olmasına rağmen, bu alan hiçbir lisansüstü programın kapsamına da alınmamıştır.

Müzelerimizin bu yöndeki gereksinimi ile gerek müzecilik gerekse koruma konusunun disiplinler arası konumları göz önünde tutularak “organik müze eserlerinin mikroorganizmalarla bozulması ve korunması” tez konusu olarak seçilmiştir. Çeşitli yabancı ülkelerde yıllardır bu alanda diploma, master ve doktora tezleri yapılmaktaysa da konunun yurdumuzda ele alınması oldukça yenidir ve bir yüksek lisans tezi olarak ilk kez çalışılmaktadır (72).

Mikrobiyoloji kökenli bozulmaların sebep ve sonuçlarının ve müze içinde alınabilecek önlemlerin ortaya konmasının, koleksiyon sorumlularının her müzenin kendi bünyesine ve koşullarına uygun koruma stratejilerini oluşturmalarına ve uygulamaya koymalarına yardımcı olabileceği düşünülmüş, ileride yapılacak başka araştırmalar için de bir kaynak oluşturması ümit edilmiştir.

Tez konumuz çeşitli bilim dallarının bilgilerine dayandırıldığından, konunun bütünlüğünü korumak ve içeriğine açıklık getirebilmek amacıyla olabildiğince bol fotoğraf kullanılarak örneklemeye gayret edilmiş; değişik bilimler arasındaki ilişkinin sağlanabilmesi amacıyla sırasında dip notlar ve sırasında kaynaklar vererek teze ulaşanların ayrıntılı bilgi elde edebilmelerine çalışılmıştır. Kaynakların verilmesinde mikrobiyolojide uygulanan yöntemle uyulmuş, metin içinde sıra numaraları kullanılmıştır. Yine farklı bilimler arasındaki çapraz ilişkilerin sağlanabilmesi amacıyla Genel Bilgiler’e bir alt bölüm halinde Konunun küçük sözlüğü eklenmiş, verilen tanımlar için Kaynaklar’da bildirilen ilgili temel kitaplardan başka Oxford Medical Dictionary (1996)’den yararlanılmıştır.

Tez çalışmamız kapsamında incelediğimiz materyallerden Manisa Müzesi’ne kayıtlı, Sardes Bin Tepeler 89 tümülüsü odun buluntularından ayırdığımız *Histoplasma capsulatum*’un yurdumuzda insanlarda sebep olduğu hastalık olguları ile doğal kaynağından ayırmak için arama girişimleri daha önce bildirilmiş olmakla beraber, bu mantarın ayrılarak kültürde üretildiğine ilişkin bir bildiriye rastlayamadık. Bu mantar bu yönüyle ilk kez tezimizde ele alındığından tanım için gerekli ayrıntılara ağırlıklı olarak yer verilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Müzelerde saklanan ve sergilenen eserler diğer tüm nesneler gibi oluşumlarıyla başlayan ve yok olmaları ile sona erecek olan bir bozulma süreci içinde varlıklarını sürdürürler. Onlara yüklenen kültürel değerler gereği bozulmayı yavaşlatarak ömürlerini uzatmak kültür varlıklarını korumanın temelini oluşturur.

Bozulma sürecinin uzunluğu malzemelerin kendi yapılarının ve kullanım biçimlerinin yanısıra içinde bulundukları çevre koşullarına bağlıdır, başta nem ve ışık olmak üzere, sıcaklık, hava kirliliği ve biyolojik etkenler malzemelerin çoğunu etkiler. Biyolojik bozulma terimi, çeşitli sistematik gruplara dahil mikroorganizmaların ve organizmaların etkinliklerine bağlı olarak materyallerin özelliklerinde istenmeyen herhangi bir değişikliği ifade eder. Malzemelerin biyolojik bozulması, parçalanma biçimde mekanik olarak ve/veya kimyaca ayrışma biçiminde olabilir.

Ekoloji, organizmalarla ortamları yani yaşayanlarla onların canlı ve cansız çevreleri arasındaki karşılıklı ilişkilerin konu edildiği bilimdir. Bu açıdan bakıldığında çevre, birbirini etkileyen ve koşullandıran unsurlardan oluşan bir sistemdir. Ekoloji değişkenlerinin belirlendiği herhangi bir sisteme ekosistem denir. Ekosistem sınırı belli bir yerdeki canlı ve cansız tüm varlıkların karşılıklı etkileşimlerini ifade eden bir ekoloji birimidir. Ekosistemde yer alan canlılar ototrof veya heterotrof olabilirler ve oksijen, karbon dioksit, azot döngüleri gibi canlılığın devamı için şart olan olaylarda işlev görürler. Ototrof olanlar su ve mineral tuzlar hariç diğer materyalleri kendi metabolik gereksinimleri için doğrudan kullanmazlar ama dolaylı olarak metabolizma ürünleri ile veya nüfuz ederek mekanik olarak malzemeleri bozarlar. Ototrof bakteriler, algler, likenler ve bitkiler...gibi. Heterotrof olanlar organik maddeleri parçalayarak veya oksitleyerek beslenmeleri için kullanırlar. Biyolojik bozulmaya katılan bakterilerin büyük çoğunluğu, mantarlar ve böcekler böyledirler ve böyle bir sistemde mikroorganizmaların rolü büyüktür (9, 32, 123, 124).

Biyotop bir ekosistemin çevredeki birimidir ve fiziko-kimya değişkenlerinin yeknesak (üniform) olduğu ve belirli bir biyokoenozun (biocoenosis) yaşadığı bir alanı temsil eder. Bir biyokoenoz bir biyotopla birlikte yaşayan çeşitli türlerin oluşturduğu bir biyolojik topluluktur. Bir sanat eserinde, nesnenin boyutlarına ve yapısına ve ortam koşullarına bağlı olarak bir veya daha çok sayıda biyotoplar ve biyokoenoz bulmak olasıdır.

Kütüphane ve müzeler bir kısım mantar, bakteri ve parazitlerin iyi bir yaşam için gereksinim duydukları hemen her türlü olanağı sunarlar. Kütüphane ve müze ortamları sıcaklık ve hava kalitesi açısından bu zararlılar için korunaklı ve sağlıklıdır. Özellikle kitaplar üretimlerinde kullanılmış olan organik maddeler itibarıyla bol karbonhidrat, protein, vitaminler ve mineraller içerirler. Ayrıca sık sık ellenmek gibi sebeplerle üzerinde yağ vb. kirlilik biriktiğinden besince zengin bu malzemeler durgun havalı yüksek bağıl nem ortamında mikroorganizma gelişmesini teşvik ederler. Organik maddeler su tutma özelliği gösterdiğinden ortamın bağıl nemi yükseldiğinde bünyelerine nem çeker, düştüğünde ise ortama nem verirler. Böylece diğer önemli yaşam unsuru olan su da sağlanır. Konuya bu açıdan bakıldığında kütüphane ve müze zararlılarının bir türlü kökünün kazınmamasının sebebi açıkça anlaşılır.

Müzelerin öncelikli sorumluluğu, varlık nedenleri olan eserleri korumak, onlar için en uygun çevre koşullarını sağlamaktır. Aynı iklim koşulları her malzeme için uygun değildir. Bileşimlerine bağlı olarak, farklı malzemelerden yapılmış eserler farklı çevre koşulları gerektirirler. Biyolojik populasyonların olumsuz etkileri de ortamın değişkenleri ile yakından ilgilidir (62, 117, 143).

2.1. Müze eserlerinin malzemelerine göre gruplanması

Müzeler ve sanat koleksiyonları farklı malzemelerden yapılmış eserler içerirler. Müzelerde saklanan eserler yapıldıkları malzemelere göre üç grupta toplanabilirler.

2.1.1. İnorganik malzemeli eserler

Minerallerden oluşurlar ve yanmazlar. Taş, pişmiş toprak, cam, maden bu tür malzemelerin başlıcalarıdır. Higroskopik olmayıp ortamla nem alışverişi yapmadıklarından neme bağlı boyut değişikliği göstermezler. Ancak gözenekli taş ve pişmiş toprak malzemeler kapilarite yoluyla suyu emebilirler ve suyun içerdiği tuz ile kirlilikler malzemenin derinliklerine taşınır ve diğer unsurlarla birleşerek çeşitli organizmaların yaşam faaliyetlerine olanak sağlar. Taş binalara ve heykellere zarar veren mikroorganizmaların gelişmesi ile havadaki hidrokarbon kirliliği arasındaki bağlantıyı ilk bulan kişi 1966'da Almanya'da Oldenburg Üniversitesi jeomikrobiyoloji profesörü Krumbein'di. Havayla taşınan organik ve inorganik kimya maddeleri, taş yapıların üzerinde yaşayan ve onları parçalayan mantar, yosun, bakteri ve liken çeşitleri için başlıca besin kaynağını

oluşturur. Taşlar üzerindeki bu mikrop gelişmesi havadaki organizmaların is veya diğer küçük parçacıklarla ya da bazen yeraltı suları ile taşınmasıyla başlar. Nerede koloni geliştirecekleri taşların cinsine, biçimine ve mikroklimaya bağlıdır. Bazı organizmalar yüzeyde tortular oluşturur, bazıları ise taşa oyuklar açarak kristal yapısını zayıflatırlar. Ege Denizinde, mitolojide Apollo'nun doğum yeri olarak bilinen Delos Adası'nda geçen yüzyılda yapılan arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılmış olan Apollo Tapınağı'na ait mermer yazıtlar bulunduklarında sağlam ve temiz olmalarına rağmen bir yüzyıl sonra bir mantar enfeksiyonundan kaynaklanan küçük oyuklarla neredeyse okunamaz duruma gelmişlerdir. Delos eserlerinden ayrılan siyah mayayla inoküle edilen mermer levhaların, mantar gelişimi için uygun koşullarda sadece 9 ay sonra 400 µm derinliğe kadar oyuklar oluşturdukları gözlemlenmiştir. Krumbein'in hem Delos hem de başka yerlerde yaptığı gözlemler, mantarların taşları 100 yıl içinde 5 mm kadar yiyebildiklerini göstermiştir. Bu tip biyoloji kökenli bozulma üzerinde çalışan araştırmacılarla korumacılar, Tac Mahal, Westminster Abbey gibi önemli kültür varlıklarının korunması için biyolojice kirlenmenin önlenmesi gerektiğini savunmaktadırlar (128).

Havayla taşınan organik ve inorganik kimya maddelerinin taş yapıların üzerinde yaşayan ve onları parçalayan mantar, yosun, bakteri ve liken çeşitleri için başlıca besin kaynağı olduğuna dair kanıtlar giderek artmakta ve inorganik malzemelerde biyolojik bozulmalar hakkındaki araştırmalar da ilerlemektedir. Bu sorun müze içinde sergilenen eserlerden çok açık havada sergilenen eserler için önemlidir. Ayrıca malzemenin gözeneklerine ve çatlaklarına giren suyun donması sonucu hacminin genişlemesi ile yüzeyde ufalanma ve çatlama olabilir. Nem; madenlerin korozyonunu hızlandırır, nem değişimi ise bazı eski camların yüzeyinde ince çatlaklar olmasına ve camın saydamlığını kaybetmesine sebep olur. İnorganik malzemelerin korunması için bağıl nem oranının %45'in altında tutulması istenir (144).

2.1.2. Organik malzemeli eserler

Bitki veya hayvan kökenli olup yüksek oranda karbon içerirler ve yanabilirler. Ahşap, kağıt, dokuma, deri, parşömen, kemik, fildişi, boynuz bunlar arasında sayılabilir. Organik malzemelerin tümü higroskopiktir yani ortamdaki havayla sürekli denge ararlar. Kuru haldeyken ortamdan nem çeker, ortam kurduğunda havaya nem verirler. Nem verirken küçülüp çeker, nem alırken genişleyip şişerler. Durmaksızın süren bu nem alışverişi tekrarlayan boyut değişimlerine sebep olarak malzemelerde şekil bozukluğu, dönme, çatlama, yarıma gibi bozulmalara sebep olur.

Organik malzemeler uzun süre nemli ortamda kaldıklarında mantar ve parazitlerin yerleşmesine uygun ortam oluştururlar. Organik malzemeli eserlerin korunması için bağıl nem oranının %50-65 arasında ve olabildiğince küçük oynamalarla sabit düzeyde tutulması önerilir (64).

2.1.3. Karışık malzemeli eserler

Farklı malzemelerin bileşiminden oluşan eserlerdir. Tuval resimleri, ahşap üzerine kağıt hat levhaları bu grupta yer alırlar. Saklanmaları için içerdikleri malzemelerin en duyarlı olanının gerektirdiği nem düzeyi sağlanmalıdır (64).

2.2. Ortam koşulları

Koleksiyonların korunmasında en önemli unsur, ortam yönetimi yani uygun çevre koşullarının sağlanmasıdır. Ortam veya çevre koşulları; iklim koşulları, ışık, titreşim ve kirlilik unsurlarını kapsar. Müze iklimi terimi genelde sıcaklık ve bağıl nemi, kirlilik terimi ise iç mekanlardaki havada bulunan mikroorganizmaları, toz ve diğer parçacıkları ve kükürt dioksit gibi bazı gazları ifade eder (64).

“İç ortam hava kalitesi” (IAQ) yakın zamanlarda mimarlık, makine mühendisliği, endüstri hijyeni, kimya, çevre mühendisliği, biyoloji, fizik gibi çeşitli alanlarda araştırılmaya başlanan disiplinler arası bir konudur. Sağlıksız binalarda bulunan tozlar, gazlar, çeşitli buhar ve aerosoller, duman gibi unsurların insan ve eserler üzerine etkilerini konu alır. “Hasta bina sendromu” (Sick building syndrome-SBS) bu alanda yaygın olarak kullanılan bir terimdir. “Bina bağlantılı hastalıklar” (Building related illness-BRI) belirli bir binadan kaynaklanan ve ayırdedilebilen bir dizi semptomla özelleştirilen, alerji, baş ağrısı, gözde tahriş, nezle gibi durumları tarif eder. Bunlar içerisinde hastalık yapan mantarlar da önemli bir yer tutar. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus* ve *Merilius lachrymans* alerjik astım ve nezlenin önemli etkenleri olarak tanımlanmıştır. *Candida*, *Scedosporium*, *Scopulariopsis*, *Geotrichum* ve *Paecilomyces* gibi diğer cinslerin sporları da bunlara dahil edilir. Hem sporlara duyarlı bireyler hem de korunması gerekli eserler için, mantar gelişmesinin önlenmesi gereklidir. Holmberg, *Aspergillus* sp.’nin havada 50 CFU/m³’den daha fazla düzeyde bulunmasının gözde ve solunum yollarında tahriş için anlamlı bir risk faktörü olduğunu belirtmiştir (56). Nyuksha ve bşk. (1990)

ise kütüphane depolarında normal şartlarda birim hacim havada bulunan mikroorganizma içeriğinin 800-1000'i geçmemesi gerektiğini bildirmiştir.

2.2.1. Sıcaklık ve bağıl nemin malzemeye etkileri

Organik eserlerde bozulmaya yol açan fizik, kimya ve biyoloji kökenli etmenlerin hepsi bağıl nemle ilişkilidir. Görünür etkileri bazen çok dikkat çekici olmayan fakat aslında eserlerin ömrünü kısaltmak bakımından daha etkili ve tehlikeli olan nemle ilgili bozulmalar kimya ve mikrobiyoloji kökenli olanlardır (64).

Nem organik malzemelerin bünyesine nüfuz ettiğinde genleşmeye ve dolayısıyla kendi içinde bir tür şişme direncine sebep olur. Ortamın bağıl nem düzeyi düştüğünde nemin malzemeyi terk etme hızı da genellikle nüfuz etmesinden daha yavaştır, zaman alır ve sonuçta malzeme daralır. Nemlenme ve kuruma genellikle malzemelerin her tarafında eşzamanlı olarak seyretmez. Kalın ahşaplarda kuruma önce dış kısımda olur, daha derinlerdeki nemin dışarı çıkması daha uzun sürer, bu sırada gerilmeleri esneklik sınırları içinde karşılayamayan malzemede yarılma ve çatlaklar ya da biçim değişikliği oluşur. Oluşan çatlaklar parazitlerin vücutlarına takılmış olan sporları derinlere iletmelerine yol açar. İç kısımda uzun süre kalan nem malzemelerin derinlerinde mikroorganizma gelişmesini teşvik eder (70, 87, 88, 89).

Mantar ve bakterilerin malzemeleri tutmaları da fizyolojik özellikleriyle bağlantılı olarak sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak değişir. Mikroorganizmalar tarafından oluşturulan bozulmalar büyük ölçüde yüksek nemle ilgilidir ve hepsi görünür tahribat biçiminde değildir. Bir kısmının fark edilmesi güç, bazıları da başka bozulmalarla karıştırılabilir görünümündedir. Çıplak gözle fark edilebilir hale gelmeleri çoğunlukla ancak ilerlemiş, hatta gecikmiş aşamalarda. Ekseri olayın gerçek sebebi fark edilmeden eskime sebebiyle çürüme olarak değerlendirilir ve eser kayıp edilebilir. Oysa eskime ya da teknik deyişle doğal yaşlanma bir çürüme sebebi değildir. Pratikte genel olarak mikroorganizmalarla bozulma tehlikesi %75'in üzerindeki bağıl nem ortamında başlar, ancak bazı mantar cinsleri bunun altındaki bağıl nem seviyelerinde de gelişebilmektedirler(47).

Ortam sıcaklığının eserler üzerindeki etkileri dolaylıdır ancak, sıcaklığın yükselmesi bağıl nemin düşmesine sebep olur. Mikrobiyoloji kökenli bozulmaların önlenmesi için Florian mantar konidilerinin çimlenme alt sınırı olan 10°C ortam sıcaklığına işaret ederken Nyuksha ve arkadaşları eserlerin 4°C’de saklanmasıyla daha emniyetli olduğu görüşündedirler (35, 43).

2.2.2. Organizmaların fizyolojisinin iklim koşulları ile ilgisi

Suyun varlığı, malzemelerin bünyesindeki çeşitli bileşiklerin kendi aralarında zaman içinde doğal olarak gelişen kimya reaksiyonlarını hızlandırır. Söz gelimi yüksek bağıl nemli ortamlarda bulunan selüloz esaslı kağıda nüfuz eden nem, selüloz molekülünün hidrolizini artırır. Su aynı zamanda mikroorganizmalar için önemli bir yaşam unsurudur. Mikroorganizmalar, özellikle mantarlar biraz organik madde ve nem bulunması koşulunda hızla çoğalıp etrafa yayılabilmekte, seçicilik göstermeden çeşitli malzemeler üzerinde gelişebilmekte ve yüksek tahrip gücüne ulaşabilmektedirler.

Pratikte genel olarak mikroorganizmalarla bozulma tehlikesi %75’in üzerindeki bağıl nem ortamında başlar. Bazı mantar cinsleri bunun altındaki seviyelerde de koloni geliştirebilmektedir. Bu varlıklar kuru ortamlarda da canlılıklarını sürdürebilmekte ama metabolizmanın yavaşladığı bir uyku dönemine girmektedirler (43).

Koloni geliştirilmesi, organizmanın yaşı gibi kendi fizyolojik koşulları ile, besin bulunması veya iç ortam iklimi ve bölgenin iklimi gibi özellikle ılıman kuşakta mevsimden mevsime değişen dış koşullardan etkilenir.

Bir organizma uygunsuz koşullarda geliştiğinde görünümü, renk veya biçimi değişebilir. Bu durumda organizmanın iyi veya zayıf fizyolojik koşullar altındaki morfolojisini daha iyi belirtmek için “tipik” ve “atipik” gelişme kelimelerinin kullanılması gerekebilir. Bu değişim bazen bozulmanın biyolojice kökeninin anlaşılmasını zorlaştırır (32).

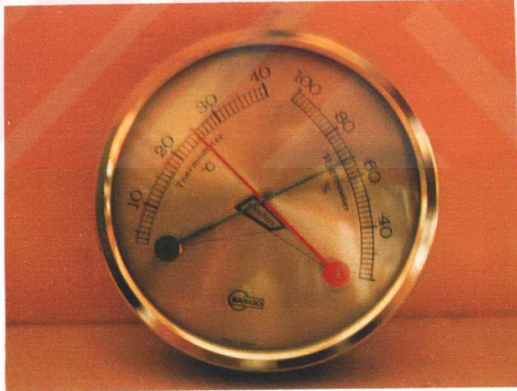
2.2.3. İç iklim koşullarının saptanması

Ortam yönetiminde özellikle önem taşıyan konulardan biri iç mekanlarda iklimin ölçülmesi ve denetlenmesidir (16). İç iklimin denetimi amacıyla alınması gereken önlemleri saptamak için

günlük ve mevsimlik değişimler, sıcaklık ve nem ölçme aletleriyle denetlenir ve bu kayıtlar temel verileri oluşturur (77). Herhangi bir depo alanında ilkin koşulları zaman içinde değişiklik gösterdiğinden belirli bir depo alanında değişen koşulların birikici etkisini ölçmek için “zaman ağırlıklı koruma indeksi” (time-weighted preservation index-TWPI) geliştirilmiştir. Bu yöntem iyi ve kötü koşulların ortalamalarının yıllara göre değerlendirilmesine dayanır (103). Doğru değerlendirmeler yapabilmek için aynı zamanda dış iklim koşullarının da kaydı tutulmalıdır. Kapalı bir mekandaki bağıl nem ve sıcaklığın saptanması amacıyla kullanılabilecek çeşitli ölçüm aletleri bulunmaktadır (40, 149).

2.2.3.1. Anlık ölçüm cihazlarının kullanımı

Termohigrometreler, sıcaklık ve bağıl nem düzeyi üzerlerinde okunabilir aygıtlardır. Okunan değerler anlık olduğundan ölçümlerden iç ortam iklimi (mikroklima) ile ilgili bir değerlendirmeye ulaşabilmek için, belirli aralıklarla günde birkaç kez okunarak kayıt edilmesi gerekir. Ayrıca ölçümlerin doğruluğunu sağlamak için ayda bir kez ayar edilmeleri gerekir. Doğru ayarlanmış olmak koşuluyla herkes tarafından kullanılabilir olmaları ve vitrin içine yerleştirilebilir olmaları üstünlükleridir (41, 117, 140) (Şekil 1).

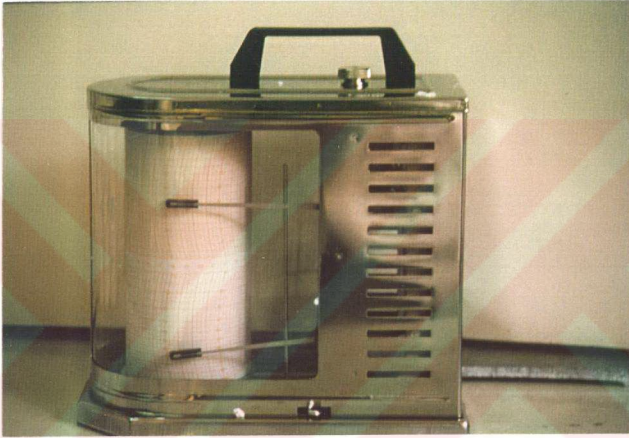


Şekil 1. Termohigrometre

2.2.3.2. Süreli ölçüm cihazlarının kullanımı

Grafik veren mekanik cihazlar veya bilgisayarlı sistemler kullanılarak süreli ölçümler yapılabilir. Böyle cihazların kullanılması ölçümlerde kişi hatalarının azaltılmasını sağlarlar (141).

Termohigrometreler haftalık veya aylık olarak hazırlanmış basılı grafik kağıtları üzerine ölçümleri kaydeden ayardır (Şekil 2). Ayda bir kez ayar gerektirirler. Belirli bir hacmi kontrol edebildiklerinden belirli bir kapalı mekanın iç ortam ikliminin sağlıklı olarak izlenebilmesi için kullanılması gerekli cihaz sayısı ve uzaklıkları hesaplanmalı, grafik kağıtları zamanında değiştirilmelidir. Yapılan sürekli ölçümler de gece-gündüz ve mevsimler arasındaki değişimlerle günlük etkinliklere bağlı farklılıkları saptamaları üstünlükleridir (118, 143) (Grafik 1 ve 2).



Şekil 2. Termohigrograf

Bilgisayarlı sistemler de son yıllarda hızla kullanıma girmektedir. Belirli bir mekanın çeşitli uygun yerlerine yerleştirilen cihazlarla alınan ölçümler bir merkezdeki bilgisayara kayıt edilmekte ve grafiklendirilmektedir.

2.2.3.3. Ölçümlerin değerlendirilmesi ve yorumu

Ölçümlerin güvenilirliğini sağlamak için mekanik ölçüm cihazları bir psikrometre yardımıyla ve zamanında ayarlanmalıdır. Bir mekanın iklim rejiminin saptanabilmesi ve yönlendirilebilmesi için ölçüm cihazlarından elde edilen değerlerin işlenmesi ve yorumlanması gerekir. Anlık ölçüm yapan

Grafik 1 ve 2. Termohigrograf aylık ölçüm grafikleri (Topkapı Sarayı Müzesi, Has Ahırlar, Eylül 1994 ve Ekim 1994 ayları sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri)

cihazlardan okunan değerler düzenli olarak kayıt edilmelidir. Bu kayıtlardan veya cihazların verdiği grafiklerden elde edilen değerler önce hazırlanan tablolara haftalık ve aylık ortalama rakamlar halinde işlenir. Bunlardan yararlanılarak sıcaklık ve bağıl nem alt ve üst sınır değerleri ile en yüksek ve en düşük ortalamaları gösteren grafikler hazırlanır (Grafik 3). Bir kapalı mekanın iklimi hakkında fikir edinebilmek için en az bir tam yıl boyunca veri toplanmalıdır. Ardarda bir kaç yıl yapılan ölçümlerin değerlendirilmesiyle mekanın iklim rejimi belirlenir. Bu dönemler içinde oluşabilecek raslantıya bağlı değişimler de dikkate alınır. Yağmurlu günler ve mevsimlerin etkisi göz önünde tutulur. Günlük rakamların değerlendirilmesinde su ile temizlik yapılan veya ziyaretçinin yoğunlaştığı saatler önem taşır. Bir kişinin solunum yoluyla havaya saatte 50 g su buharı verdiği, böylece insanın önemli bir nem kaynağı olduğu bildirilmiştir (40).

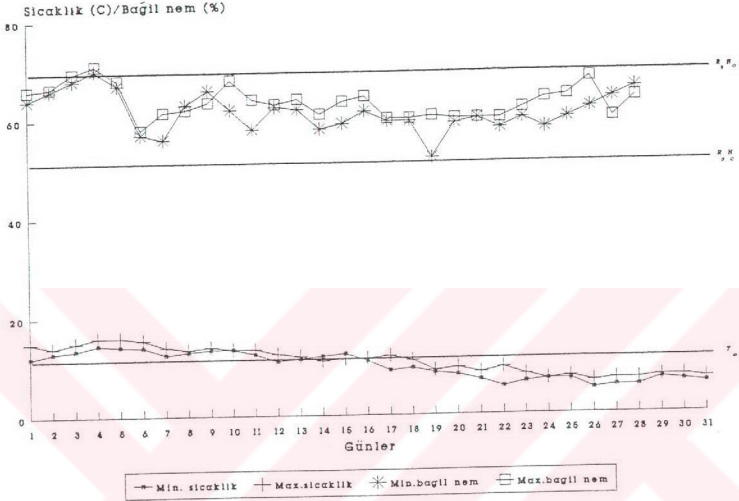
Elde edilen tüm veriler çeşitli organik eserler için fizik, kimya ve biyoloji kökenli tehlike sınır değerleri açısından yorumlanır (64). Bu verilerin değerlendirilmesiyle elde edilen bilgilerden depo ve sürekli sergi alanlarında iklim denetlenmesi, organik eserlerin bulunduğu geçici sergilerde iklim düzenlenmesi ve sekişyon ve/veya müze dışına ödünç verilen organik eserlerin sergilenmesinde sürdürülmesi gerekli iklim koşullarının saptanması konularında yararlanılır.

2.2.4. İklim yönetimi

Müzecilik ve konservasyonda iklim koşullarının denetimi ifadesi, mekanda sıcaklığın ve nemin sürekli olarak istenen düzeyde tutulmasını belirtir. Organik malzemeli eserlerin bulunduğu mekanlar için günümüze kadar geçerli kabul edilen iklim standartları, 18-20°C sıcaklık ve %55 ($\pm$ %5) bağıl nemdir (143). Bu yaklaşım doğrultusunda Londra'da National Gallery 1930'larda iç iklimini kontrol edecek yerleşik bir sistem kurdurmuştur. Bağıl nem değerlerinin sık aralıklarla geniş dalgalanmalar göstermesinin malzemelerin aynı ölçüde esneklik gösterememesi sebebiyle verdiği zararlar hem laboratuvar deneyleriyle hem de eser örnekleri üzerinde araştırılmıştır (88).

Bağıl nemin tek tek eserler veya belirli koleksiyonlar üzerindeki etkisi incelenmiş ve belirli koleksiyonlar için en uygun değerler aralığı bildirilmiş ve yakın zamanlarda da bozulmaları en aza indireyecek değerleri belirleyecek bilim araştırmaları yapılmasına girilmiştir. Thomson 1978'de, eserlerde mantar gelişimini önlemek için bağıl nemin %65-70 değerlerini üst sınır ve ahşap ve kemik gibi malzemelerin zayıflamasını önlemek için de %40-45 değerlerini alt sınır olarak önermiş, bir yandan da bu konuda yeterli bilgilerin bulunmadığını vurgulamıştır (118).

Has Ahırlar, Kasım 1994
Sıcaklık/Bağıl nem



Grafik 3. Topkapı Sarayı Müzesi, Has Ahırlar, Kasım 1994 ayı sıcaklık ve bağıl nem aylık en yüksek ve en düşük ortalama değerler grafiği

Organik malzemeli eserlerde sıcaklık bağıl nem emniyet sınırları: RH_0 : kuruma, çekme, lif sürtünmesi bağıl nem alt sınırı, RH' : mantarların üremesi, jelatinleşme, hidroliz, şişme, biçim değişikliği bağıl nem alt sınırı, T_0 : sıcaklık alt sınırı

Diğer yandan, müzelerin çoğunda farklı malzemelerden yapılmış eserlerin yan yana bulunması, gerektirdikleri farklı ortamlar açısından güçlükler yaratır. Eserlerin korunmaları için doğru koşulların sağlanması; katı sınırlar uygulanması yerine, her durum için, olanaklar da göz önüne alınarak, bilgi, sağduyu ve deneyim ile ulaşılan çözümler geliştirilmesiyle mümkündür (143).

Çeşitli ülkelerde halen sıcaklık ve bağıl nem etkisiyle oluşan fizik ve kimya reaksiyonları ile biyolojik bozulmalar incelenmekte ve sonuçlar elde edildikçe yayınlanmaktadır (143, 145).

Yeni gelişmeler ışığında, bozulmaların en aza indirgenebileceği değerler aralığının saptanmasında, eserin yapıldığı malzemenin ve üretildiği iklim koşullarının dikkate alınmasının gerekliliği konusu ön plana çıkmış ve ortamı kontrolü için kabul edilmiş olan standartlar değişmeye başlamıştır (87). Yeni yaklaşım, her müze yapısı ve koleksiyon için özgün standartlar saptanarak uygulanması yönündedir. Reilly, iklim kontrolünün dayandırılaacağı sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin değerlendirilmesi için diyagramlar (isoperm) hazırlanmasını tarif etmiştir. *

Gerekli iklim şartlarını kararlı olarak sürdürebilmek amacıyla gerek taşınabilir nem çekici cihazlar, gerekse hava üfleme sabit ısıtma -soğutma sistemleri üretilmekte ve önerilmektedir.

2.2.4.1. Taşınabilir cihazlardan yararlanma

Bu tip cihazlar gerektiğinde bir mekandan diğerine taşınarak kullanılabilirler. Özellikle geçici sergilerin düzenlendiği mekanlar için uygundurlar. Etkili olarak kontrol edebildikleri en büyük ve en uygun hacim / saat ve buna göre günlük en fazla su çekme kapasiteleri bellidir. Odada hedefe yakın bir yerde bir termometre ve bir higrometre bulundurarak okunan değerlere göre higrostatı ayarlamak gerekir (Şekil 3).

* Reilly sıcaklık ve bağıl nem verilerinin ve ortamı sebebiyle bozulma koşullarının değerlendirilmesinde şu unsurların göz önüne alınmasını önerir : 1) mekanik tahribat (çok yüksek veya çok düşük nem veya bunların ani değişiklikleri sebebiyle eğilme, dönme, şişme, çatılma); 2) biyolojik bozulma (sıcaklık ve bağıl nemin iç etkileşiminin sebep olduğu haşere ve mikroorganizmalar gibi); 3) malzemenin doğasında var olan kimyaca bozulma ve doğal yaşlanma (malzemenin, sıcaklık ve bağıl nem tarafından belirlenen bir hızla kendi kendisiyle reaksiyona girmesi). Reilly, 1996.



Şekil 3. Taşınabilir nem alıcı-verici cihaz

Ölü bölgeler yaratmaktan kaçınmak için mekan içindeki hava akımının engellenmemesi önemlidir. Ayrıca etkin olarak işlev görebilmesi için cihazın hava emiş ağzının ve çıkışının engellenmemiş olması gerekir. Sürekli olarak çalışması koşulunda uzun vadede mekan içinde istenen kurulukta hava bulundurulabilir. Cihazın yararlı olabilmesi için varsa yapıya dışarıdan gelerek nemi yükselten su kaynakları kesilmeli, çatı ve tesisatta gerekli bakım ve onarımlar zamanında ve düzenli olarak yapılmalıdır (14).

2.2.4.2. Yerleşik sistemlerden yararlanma

Koleksiyonun bulunduğu yapının içine iç iklimi düzenleyici yerleşik ısıtma soğutma sistemlerinin kurulması da diğer bir iklim yönetim biçimidir. Söz gelimi Amerika'da ASHRAE (American Society of Heating and Air Conditioning Engineers), içinde eski eser koleksiyonu bulunan bazı binalara HVAC (heating, ventilating, air conditioning) sistemlerini yerleştiren ticari kuruluşlara bir program dahilinde destek vermektedir. Ancak ilk tesis ve işletme masraflarının kabarık olmasının yanı sıra, yapının kendisinin de bir eski eser olması durumunda binada oluşacak

tahribat daima tartışma konusu olmaktadır* (141). Üstelik bu tür sistemler aslında insan konforu için ve eski eserlerinkinden çok farklı gerksinimlere cevap vermek üzere üretilmektedir (142).

Müzelerde gerek sabit gerekse taşınabilir cihazların kullanımına bağlı olarak Lejyoner hastalığı ve “hasta bina sendromu” denen olgu bildiriminin giderek arttığı, bu cihazların kullanımında havalandırma hijyeni de göz önünde tutulması gerektiği bildirilmiştir.**

2.2.4.3. Yardımcı malzemelerin kullanımı

Özellikle sergi vitrinlerinin içlerinde veya depolama kutuları gibi küçük hacimlerde bağıl nemi sürekli aynı düzeyde tutmak, yükseltmek veya düşürmek için çeşitli daha basit ve ucuz çarelere de başvurulmaktadır. Kullanılacak tampon malzemelerin nem alıp verme kapasitelerinin yüksek olması ve kolaylıkla koşullandırılarak yeniden kullanılabilir olmaları yeğlenir.

2.2.4.3.1. Nem çekici-verici maddeler

Nem dengelenmesi amacıyla kullanılan çeşitli malzemelerden biri olan silika jel (SiO_2) renksiz kristaller halinde, biyoloji ve kimyaya nötr bir maddedir. Silika jel toksik ve koroziv olmadığı gibi neme bağlı boyut değişimi de göstermez, kuvvetli alkali ve flor asidi gibi kimya maddelerine dayanıklıdır. Silika jel kendi ağırlığının %38'i kadar su emebilir, %0 ile %100 arasında istenen bağıl nem derecesinde yaklaşık iki hafta tutularak o nem düzeyine dengelenebilir. Daha sonra konulduğu sınırlı ve kapalı hacimde bağıl nem bu düzeyi aşınca fazla nemi emerek, bağıl nem düşünce ortama nem vererek dengelenmesini sağlar. Fakat uzunca bir süre geçince ortamın bağıl nem oranına alışma eğilimi gösterir ve giderek nem emme özelliğini kaybeder. Bu durum nem

* Böyle bir sistemi kullanmakta olan National Gallery of Art, devre dışı bırakması durumunda yıllık 100.000 dolar enerji tasarrufu yapabileceğini açıklamıştır. Buna karşılık Vermont'daki Shelborne Müzesi konservatörü Kerschner (1992) farklı özelliklerdeki 33 binaya yayılmış olan müzesinde iklim denetimini böyle bir sistemle yapmanın pratikte yarar sağladığını bildirmiştir. Christensen, 1995 : 2.

**Birmingham Müzesi ve Sanat Galerisi ve başka örnekler aktararak, *Legionella pneumophila* bakterisiyle bulaşmış su damlacıkları içeren havanın solunması ile enfeksiyon tehlikesi ve ayrıca canlı veya ölü bakteri ve mantarların solunumu ya da göz ve deriye temasıyla “havalandırma humması” (Pontiac fever, air-conditioning fever) denen alerjik bir reaksiyon oluşması tehlikesinin olası olduğu bildirilmiştir. Learmonth, 1989 : 47-52. Fliermans da bu hastalığın insandan insana yayıldığını bildirilmediğini, en büyük enfeksiyon mekanizmasının havada aerosol halinde bulunan su damlacıklarının solunması şeklinde çevreden doğrudan temas yoluyla olduğunu belirtir. Fliermans, 1995 :55.

ölçme aletleriyle saptanır ve silika jel çıkarılarak yerine yenisi konulur, önceki de tekrar koşullandırılarak daha sonra tekrar tekrar kullanılır (34, 77).

Vitrin içine konulması gereken silika jel miktarı vitrinin hacmi, geçirgenliği, iç ve dış ortamlar arasındaki nem farkı arttıkça çoğalır. Kullanılacak miktar ve ön koşullandırma süresi ilgili formüllere göre hesaplanır. Müze salonlarının nem düzeyi ile vitrin içinde istenen nem oranı çok farklı değilse, vitrin iyi kapanıyorsa ve kullanılan silika jel miktarı fazla ise sık sık yeniden dengelenmesi gerekmez. Vitrin içine konulacak higrometre değişme zamanını gösterir (41, 42).

Silika jel ticarete tanecikler halinde bulunduğu gibi, resim ve levhaların arkasına çerçevenin içine yerleştirilebilecek ince tabakalar halinde de bulunur.

2.2.4.3.2. Nem dengeleyici malzemeler

Ortamın bağıl nem düzeyine bağlı olarak havadan su buharı emen veya havaya su buharı veren malzemeler higroskopik malzeme olarak tanımlanırlar. Bu nitelikteki organik malzemeler ahşap, kağıt, dokuma ve benzerleridir. Böyle malzemeler kendi nem oranlarıyla içinde bulundukları ortamın nem düzeyini ayarlama özelliklerinden yararlanılarak ani bağıl nem değişimlerini dengelemede tampon olarak kullanılabilirler.

Vitrin yapımında kullanılacak ahşap, nem düzenleyici etkisinin yanı sıra yüzeyi sıcak olduğu için yoğunlaşma tehlikesini de önler. Vitrin içine kaplanacak kumaş ya da görülmeyecek yerlere yerleştirilecek yün gibi malzemelerin de benzer özelliklerinden yararlanılabilir. Buna karşılık yüzeyin gözeneklerini kapayarak nem alışverişini kesen plastik boyalar ile, soğuk yüzeylerinin yoğunlaşmaya yol açabildiği maden, cam, beton gibi malzemeleri vitrinlerde kullanmaktan kaçınmak gerekir (143).

2.3. Organik malzemeli eserleri bozan mikroorganizmalar, parazitler ve tahrip mekanizmaları

Malzemelerin kimyaca farklı bileşimlerine, etkene ve çevre şartlarına bağlı olarak farklı biyolojik kökenli bozulmalar görülür. Eserlerde kolonileşebilen bakterilerle mantarlar ve parazitler arasında sıkı bir ilişki vardır ve bu üç bozucu etken birbirlerinin gelişmelerini kolaylaştırabilirler. Söz gelimi ahşabı tutan bakteriler materyalin bünyesinde bulunan doğal koruyucu maddeleri

etkisizleştirerek mantar saldırılarına zemin hazırlarlar. Mantarlar da enzimleriyle materyali ayrıştırarak parazitlerin sindirebilecekleri hale getirirler (70). Parazitlerse vücutlarına takılan mantar sporlarını materyalin iç kısımlarına veya diğer eserlere taşıyarak bulaşmayı genişletip yayarlar (45).

Aslında her türün kendine özgü yerleşim yeri vardır ve bu zararlı mikroorganizmalar beslenmeleri için organik maddelerin yapısını oksitleyerek veya parçalayarak değiştirirler. Organik malzemeli eserler büyük oranda selüloz, lignin ve protein ile hemiselüloz, nişasta ve benzeri maddeler içerirler. Bu yüzden enzimleri ile organik polimerleri bozabilen heterotrof mikroorganizmaların yani pektinaz, proteinaz ve selüloz enzimleri olan bakteri ve mantarların saldırılarına açıktırlar. Ancak lignin bileşikleri selüloz bileşiklerine göre daha dayanıklıdır (33) .

Enzimler hücrelerin ürettiği, yüksek derecede özgün ve etkin organik katalizleyici protein yapısında moleküllerdir. Enzimlerin katalitik etkinlik göstermeleri için maddenin molekülleriyle uyumlu olmaları gerekir. Hücre içinde üretilen ve dışarı salgılanmayan endoenzimler ile hücrenin dışına salgılanan eksoenzimler veya hücre dışı enzimler vardır. Hücre dışı enzimler sanat eserlerinin biyolojice bozulmasında önemli rol oynarlar.

Hücre dışı enzimlerin ana işlevi ortamda bulunan besinlerde kimyaca değişiklik yaparak onları gıda olarak hücre içine girebilir duruma getirmektir. Bu enzimler, proteinler, selüloz, hemiselüloz, lignin gibi karmaşık molekülleri suda çözünebilen daha basit moleküllere çevirirler. Proteolitik enzimler proteinleri hidrolize ederek parşömen ve deri gibi malzemeleri bozarlar. *Aspergillus niger* ve *Penicillium glaucum* gibi küfler tannaz üretilip mürekkeplerdeki tanenleri glukoz ve gallik aside çevirerek renklerinin solmasına yol açarlar (33)

Selüloz, lignin ve hemiselüloz bitki kökenli maddeleri oluşturan ana bileşiklerdir. Selüloz bir polisakarittir yani karbon, hidrojen ve oksijenden oluşur. Doğada selüloz molekülleri birbirlerine mikrofibril denilen paralel demetler halinde bağlıdırlar. Zincirlerin birbirine çok sık bağlı olduğu alanlara kristalli ve zincirlerin ayrık olup sıkıca paralel olmadığı alanlara amorf denir. Kristalli alanlar birbirlerine sıkıca bağlı olduğundan kimya maddelerine ve enzimlere karşı yüksek direnç gösterirler, gevşek bağlanmış olan amorf alanlara kimya maddeleri kolay nüfuz edebilir (cellulolysis). Selülozun bozulmasının başlıca sebebi mikroorganizmalardır. Selülozun

biyodegradasyonu birkaç hücre dışı enzimin ve hücreler arası enzimlerin oluşturduğu selüloz kompleksini denilen bir sistemle ilgilidir. Enzimler selülozu glukozla parçalarlar (33).

Selülitik enzimlerin, kristal selüloz üzerine etki ederek selüloz zincirini parçalayan ve hidrolitik enzimlerin saldırıları için yolu açan bir C1 bileşeni ile arkasından selülozun hidrolizine etki eden, genellikle Cx denen iç (endo-) ve dış (exo-) 1,4- β -glukanaz bir enzim ve suda çözünebilen sellodekstrinleri glukozla çeviren bir 1,4- β -glukozidaz enzimi olmak üzere birkaç enzim oldukları gösterilmiştir. Bazı selülitik mikroorganizmalar C1 ve Cx enzimlerine sahip olduklarından, selülozu pamuk lifi gibi doğal halinde parçalayabilirler. Bunların “gerçek selülitik mikroorganizmalar” olduğu düşünülür. Diğerleri, C1 enzimleri üretmediklerinden materyali sadece kimyaca bazı değişimlerden sonra bozabilirler. Mikroorganizmaların selülozu inductive enzimlerdir ve yalnızca selülozun bulunması durumunda üretilirler. Mikroorganizmalar tarafından bu enzim kompleksinin üretilmesi, maddedeki selüloz biyodeteriorasyonunun son ürünü olan glukozun miktarına bağlı olarak kendiliğinden düzenlenir. Selülozun parçalanması kesinlikle ortamda diğer besinlerin bulunmasıyla da sıkıca bağlantılıdır. Bulunan nitrojen miktarının düşük olması mikroorganizmaların selüloza saldırmasını büyük ölçüde sınırlarken, bir nitrojen kaynağının ve mineral elementlerin bulunması selülozun bozulmasını teşvik eder (33).

Lignin aromatik alkollerden oluşan üç boyutlu bir polimerdir, odun liflerinin esas kısmını teşkil eder. Lignin birçok mikroorganizmanın tahribine dayanıklıdır. Doğada sadece bazı mantarlar ile bazı bakteri kökenleri lignini ayrıştırabilir. Bunların en önemlileri odun tahripçisi diye bilinen mantarlardır. Yapılan yeni araştırmalarda sadece odun tahripçisi *Basidiomycetes*'in lignini etkin biçimde metabolize edebildikleri, bazı *Actinomycetes* türlerinin sadece kısmen bozulmaya sebep oldukları gösterilmiştir (33).

Hemiselülozlar bitkilerin hücre duvarlarında selülozla birlikte bulunan ve alkalilerde çözünebilen polisakaritlerdir. Birçok bakteri ve mantar hemiselülozları, hücre dışı enzimler (hemiselülozlar) üreterek hidrolize etme kabiliyetindedir (33).

Bitki kökenli maddeler, temel elementlere ek olarak, değişik yüzdelerde basit şekerler, nişasta, taninler, sakızlardan oluşan oluşurlar. Şeker ve nişasta varsa, bir kısım organizmalar böyle maddeleri metabolize edebildiklerinden, biyolojik bozulmaya duyarlılık artar. Örneğin,

salgıladıkları amilaz ile nişastayı çözünebilir glukoza çevirirler. Diğer taraftan, taninler ve reçineler gibi maddeler biyolojik bozulmaya duyarlılığı azaltır (33).

2.3.1. Mantarlar

2.3.1.1. Mantarların canlılar dünyasındaki yeri, sınıflandırma

Mantarlar, 1969'da Whittaker tarafından önerilen ve daha sonra az çok değiştirilen, doğadaki canlıları beş evrene ayıran yeni sistemde bitkiler, hayvanlar, protistler ve monerlerden ayrı bir evren (Myceteae evreni) olarak kabul edilmektedir (10, 123).

Taksonomistler ve mikologlar mantarlar evreninin alt bölümlerinde görüş ayrılığında olduklarından, mantarlar için birkaç sınıflandırma bulunmaktadır. Bizim uyduğumuz sınıflamada Myceteae evreni, Mastigomycota ve Amastigomycota bölümlerine; ikinci bölüm de Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota altbölümlerine ayrılmıştır (123). Bu sınıflamada mantarların geliştirdikleri koloninin tipi, misel bulunup bulunmadığı, miselin tipi, sporların boyut ve biçimi, rengi gibi özelliklerle konidi ve spor geliştirme yöntemi önem taşır (90, 132).

2.3.1.2. Mantarların bazı yapı ve fizyoloji özellikleri

Mantarlar çok çekirdekli ve çekirdekleri ökaryonlu, klorofilsiz canlılardır. Beslenme absorpsiyonladır. Vücutları bir hücreli veya birçok hücreli ipliğimsidir, fakat hücreler organlar yapmak üzere ayrışmalar göstermezler. Ancak bazı yüksek şekillerde çoğalmaya yarayan doku ayrışması ve evrim şekilleri belirgindir. Hücrenin kitinli sert bir duvarı vardır. Hücrelerde ışından sentez yapan plastidler yoktur. Mitozlu ve meozlu çekirdek bölünmesi vardır, kamçısızdırlar. Hareketsizdirler yani amastigotturlar. Besinli bir ortama gömülü olarak yaşarlar, hemen hepsi aeroptur. Eşeyli ve eşeysiz olanlar vardır. Konidi ve sporlar yaparlar. Misel, aşağı şekillerde haploid, yüksek mantarlarda dikaryotiktir (123).

Mantarlar, hücre duvarıyla çevrilmiş protoplazmaları bulunmasıyla yeşil bitkilere uyarken beslenme biçimleri açısından esasta farklılaşırlar. Mantarlar klorofilleri bulunmadığından temelde yeşil bitkilerden farklıdır, dolayısıyla organik besinlerini karbondioksit ve sudan fotosentezleyemezler ve hayvanlar gibi ya ölü organik maddeler üzerinde saprofit olarak veya canlı organizmalar üzerinde parazit olarak ya da başka canlılarla ortak yaşamaya mecburdurlar (60). Ortaklaşa yaşamın en iyi örneği bir mantar ve algden oluşan likendir. Burada askomiset olan mantar alge destek olur, onu dış etkenlerden korur ve tuzları sağlarken alg de fotosentezle organik bileşikler sağlar ve her iki canlı bağımsız olarak çoğalırlar (123).

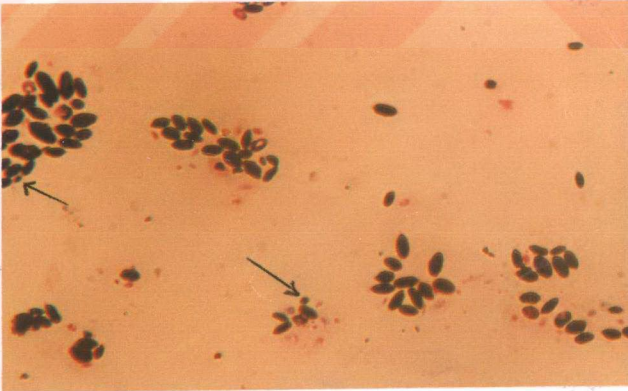
Mantarlar vücutları bakımından mayalar ve küfler olarak kabaca ikiye ayrılabilirler. Mayaların vücudu birer birer duran veya sürekli olarak birbirine yapışabilen toparlak veya toparlağımsı ve aslında bir hücreli varlıklardan yapılıdır. Küflerde vücut dallanan, ince ve çok kez bölmeli borucuklardan yani hiflerden yapılıdır. Hiflerin duvarı çekirdekten zengin bir protoplazma kitlesini çevirir. Bazı mantarlarda bölmeler yoktur, hücreleri birleşmiştir (sönositik hifler). Hiflerin dallanması, birbirine sarılması ve bazen birbirleriyle birleşmesi ile meydana gelen dokuya misel (Mycelium) denir. Miselin üzerinde geliştiği maddeye nüfuz eden ve yiyecek absorblayan kısmına beslenme miseli denir. Beslenme miseli bazen ortama yapışmasına yarayan ve beslenmede rolü olduğu kabul edilen kök şeklinde oluşumlara sahiptir, bunlara “köksü” denir. Mantarların üredikleri yerden yukarı doğru büyüyen kısmına ise “hava miseli” denir. Küflerde çoğalmayı sağlayan konidi ve sporların üretildiği bu misele “çoğalma miseli” de denir. Hava miselinin sıklığına ve yüksekliğine göre koloni kadife, yün veya pamuk manzarası alır. Küflerin sınıflandırılmasında ve birbirinden ayrılmasında kolonide bulunan misel tipi çok önemlidir. Tal (Thallus) terimi ise bütün mantar vücudu için kullanılır (12, 59, 123).

Mayalar genellikle bir hücreli mantarlar olarak tariflenir. Maya kolonisi hamur kıvamında, yumuşak ve kendisinden iğne ile kolaylıkla madde alınabilen bir kolonidir (Şekil 4). Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota bölümlerinde maya ve mayamsı mantarlara rastlanmaktadır (108, 123).



Şekil 4. Maya kolonileri (*Candida parapsilosis* ATCC 22019) (SDA besiyerinde)

Mantarların maya şekillerinin tanımında da karakteristik yapı özelliklerinden (vejetatif üreme biçimi, vejetatif hücrelerin özellikleri, sıvı besiyerinde çökelti oluşturma, yüzeyde halka veya tam zar geliştirme gibi kültür özellikleri ile ask ve askosporlar veya teliosporlar gibi eşey özellikleri...) yararlanılarak üst taksonlara ulaşılır (Şekil 5). Sonra gerekli fizyoloji deneyleri (karbon bileşiklerinin fermentleyici ve oksitleyici kullanılması, arbütinin parçalanması, nitrojen bileşiklerinin kullanılması, vitaminsiz besiyerinde ve yüksek sıcaklıklarda gelişme, ürenin hidrolizi, cycloheximide [actidione] direnci...) yapılarak alt taksonlara gidilir (82).



Şekil 5. Gram yöntemiyle boyanmış maya hücreleri ve tomurcuklanan ana hücreler (ok) (x 6300)

Birçok maya bazı koşullarda gerçek bölmeli hif ve/veya pseudohif biçiminde ipliksi yapılar oluşturur. Gerçek bölmeli hifler uç kısmından uzar ve sonra enine duvarlarla bölünür. Böyle bir hifin parçalanmasıyla oluşan hücrelere “artrokonidi” denir. “Psödomiselyum” terimi ise hücrelerin tomurcuklanarak boğumlu özel bir ipliksi yapı oluşturmasını belirtir. Hücreler eşit veya değişik boyda olabilir (82, 108, 123).

Gerçek ve psödomiselyumun ara biçimlerini ayırd etmek zordur. Bir kriter hifli yapının uçtaki hücrelerini incelemektir. Gerçek miselde bölme oluşmadan önce hifin uçtaki hücresi bir önceki hücreden daha uzundur. Gerçek misel daha kalındır ve bölmelerinde büzülme yoktur veya azdır, psödomiselyum ise belirgin büzülmeler gösterir, en uçtaki hücre daha kısa ve ana hücreye yakındır (82, 108).

Bazı mantarlar “dimorfizm” denen, biri küf safhası ve diğeri maya safhası olmak üzere iki yapı özelliği gösterirler. Maya safhası 37°C’de kanlı besiyerinde yani *in vivo* ortama yakın ortamda ve insan veya hayvan organizmasında gerçekleşir. Küf safhası *in vitro* ortamda oda sıcaklığında ve SDA besiyerinde gerçekleşir. Bu özellik tanımda değer taşır.

Mantarların üremesi için karbonhidratlar, tuzlar ve organik veya inorganik azot kaynakları gereklidir. Bazıları belirli aminoasitlere, bazıları ise belirli vitaminlere (thiamin, biotin..) gereksinirler (123).

Sıcaklık ve pH, bir mantarın kültürdeki gelişmesini büyük ölçüde etkileyen iki unsurdur. Birçok mantar için en düşük gelişme sıcaklığı 2-5°C, optimum 22-27°C ve en yüksek 35-40°C’dir (60). Termofil mantarlar 20°C’nin altında gelişmezler ama 50°C’nin üzerinde hala gelişebilirler. Aksine psikrofil türler 10°C’nin altındaki düşük sıcaklıklara uyum sağlarlar. Mezofil olan birçok mantar 10-40°C arasındaki geniş bir sıcaklık aralığında gelişebilirler (81).

Birçok canlı organizma gibi, mantarlar da suya mutlak bir gereksinim duyarlar. Miselyum sadece sulu bir çözeltide, jelde veya doygunya yakın atmosfer koşullarında gelişebilir. Kserofil küf ve maya türleri %62’nin altındaki bağıl nem ortamında gelişebilirler (80). Fakat, birçok mantar çok kuru dönemler süresince üreme yeteneğini gösterebilir veya gelişim göstermeden canlılığını sürdürebilir (61).

Miselyum gelişmesi sırasında ortamdan hücre zarı vasıtasıyla bazı maddeler absorblanır ve dışarı bazı maddeler atılır. Miselyum, normal olarak çimlenen bir spordan gelişir. Sporların çoğu glikojen veya yağ şeklinde besin deposu içerir ve bazıları suda çimlenebilir. Diğerleri yalnızca bir dış besin kaynağı bulunması durumunda gelişebilir. Aerop ayrıştırıcı mantarlar organik maddeleri bozarak besine dönüştürerek karbon çevriminde rol alırlar (61).

2.3.1.3. Mantarların üreme şekilleri

Mantarlar eşeyli ve eşeysiz üreyebilirler. Çekirdek bölünmesinin yer almadığı üreme eşeysiz üremedir. Konidiler hifin uçlarından veya duvarlarından tomurcuklanma ya da bölünme ile ortaya çıkan ve mantarların yayılmasına yarayan varlıklardır. Konidilerin oluştuğu hücrelere konidi yapıcı hücreler ve bunların bulunduğu hiflere konidi taşıyıcılar veya “konidyofor”lar, uç kısmında halkalar halinde birçok kopma yeri izi taşıyan, konidi üreten özelleşmiş hücrelere “annellid” (annellofor) denir ve böyle bir konidi zincirinde en uçta bulunan en yaşlı olandır. Yeni bir duvarla sınırlanmış olan konidilerin oluşumu sırasında kendisi büyümeyen özelleşmiş konidi yapıcı hücrelere “fiyalid”; konidi yapıcı hücrenin dış tabakasının konidiyi örtmek üzere uzamadığı bu tipte gelişmeye “enteroblastik gelişim” denir. Böyle bir zincirde en genç hücre en diptekidir. Belirgin bir konidyofor olmadan hifin kenarında oluşan konidilere “sapsız konidi”ler, bu tipte konidi oluşumuna “Acladium tipi” konidi oluşumu denir.

Uç kısmı şişe biçiminde şişkin konidyoforlara “sterigma”; fiyalidlerin daralan uç kısımlarına “boyun” (collula) denir. *Aspergillus*’larda olduğu gibi konidyoforların yukarı doğru yuvarlak veya elips biçiminde oluşturdukları baş kısmına “vezikül” adı verilir ve fiyalidler ya doğrudan vezikülden veya “metula” denen taşıyıcı hücrelerden doğarlar. *Penicillium*’larda tek veya daha çok kademeli (verticille) olan metula ve fiyalidler dal (rami) denilen taşıyıcı hücreler ve altındaki “sap” (stipe) denilen hücre ile birlikte fırça benzeri bir görünüm oluştururlar. Bu özellikler türlerin ayırımında önem taşır.

Konidiler toparlak, söbemsi, silindirimsi, iğsi şekillerde, saydam veya koyu renklerde, bölmesiz veya birkaç bölmeli olabilirler. Konidilerin tek hücreli olanları “mikrokonidi” veya kısaca “konidi”, çok hücreli ve büyük olanları “makrokonidi” olarak adlandırılır. Önceden var olan bir hifin bölmelerinin kopmasıyla oluşan konidilere “artrokonidi” bütün bir hücrenin tümünden değil, bir kısmından tomurcuklanma ile oluşanlara “blastokonidi” adı verilir. Konidi yapıcı hücrenin

duvar tabakalarının konidiyi örtmek üzere uzadığı bu tip gelişmeye “holoblastik gelişim” denir. Birbirine yapışan blastokonidilerden oluşan bir zincirde en genç hücre en uçtadır, bu tipte konidi oluşumuna “akropetal gelişme”, en uçtaki konidiye “romokonidi” denir. Konidiler üzüm salkımı gibi kümeler veya tesbit şeklinde ard arda dizilerek zincirler oluşturabilirler. Hifin veya yalancı hifin içinde veya ucunda sitoplazma yoğunlaşması ve duvarının kalınlaşmasıyla oluşan ve hifin çapından daha geniş, toparlağımsı, içi kesif varlıklara “klamidokonidi”; üreyimli bir hifin uç veya yan kısmının veya konidyoforun ucunun şişkinleşerek konidiye dönüşmesi ve dip kısmından bir bölmeyle ayrılmasıyla oluşanlara “alöryokonidi” denir. Bazı grup küflerde birden fazla tipte konidi oluşur. Konidyoforlar ve konidilerin büyüklük, şekil ve bölme sayıları, bir kese içinde bulunup bulunmadıkları ve diğer bazı özelliklerinden küflerin cins ve türlerinin tanımında yararlanılır (10, 11, 58, 59, 75, 108, 123).



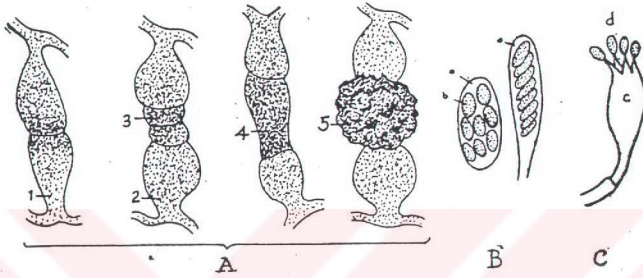
Şekil 6. Çeşitli makrokonidiler ve mikrokonidiler (Unat, 1995 ; More ve Jaciow, 1979'dan alıntı)

Zigomisetlerde de hiflerin dallarının sonunda oluşan kubbe tarzında şişliklerin (columella) etrafında “sporangium” denilen bir kese içinde beliren eşeysiz sporlara “sporangiospor”, sporangium’u taşıyan hife “sporangifor” denir. Olgunlaşan sporların yaptığı iç basınç ve bazı enzimlerin etkisiyle sporangium duvarının yırtılmasıyla sporlar etrafa dağılırlar. Köksüleri aracılığıyla ortama yapışabilen ve sporangioforları doğuran özelleşmiş hiflere “stolon”, sporangium’un hemet altında sporangifor şişlik oluşturuyorsa buna “apophysis” denir ve bu özellikler *Mucorales* takımı içerisinde *Mucor*, *Rhizopus* ve *Absidia* cinslerinin ve bunların türlerinin birbirinden ayırılmasında kullanılır. *Mucor*’da köksü bulunmazken *Absidia*’da sporangioforlar stolonun iki köksünün arasına rastlayan bir yerinden ve *Rhizopus*’da da köksünün üzerinden doğarlar (108, 114, 123).

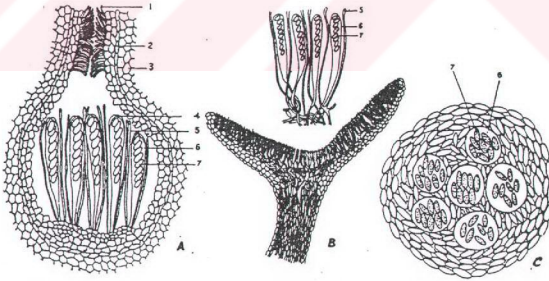
Eşey sporları çekirdek bölünmesi sonucunda gelişirler ve eşeysiz konidilerden daha seyrek olarak rastlanırlar. Bunlar iki gametin haploid çekirdeklerinin birleşmesi ile oluşan bir varlığın içinde meiosis olayından sonra gelişirler. Bu şekilde eşey sporlarıyla çoğalmaya “tam çoğalma şekli” denir. “Sporokarp”lar yani meyveli gövdelerin biçim ve yapısı mantarların tanımlanmasında önemli bir özelliktir. Askosporlar *Ascomycota* bölümünü, basidiosporlar *Basidiomycota* bölümünü ve zigosporlar da *Zygomycota* bölümünü özelleştiren sporlardır. Henüz eşeyli şekillerine rastlanmamış olan mantarlar ise *Deuteromycota* bölümünde toplanmaktadır (81).

Mantarların eşey organlarına “gametangium”lar (gametangia) denir ki gametleri yapabilirler veya bunun yerine bir veya daha fazla gamet çekirdeği içerirler. Erkeği ve dişi yapıca ayrılmayan gametangium ve gametlere “isogametangium” veya “izogamet” denir. Yapıca erkeği ve dişi ayrılanlara “heterogametangium” veya “heterogamet” denir. Eşey sporlarının başlıca üç çeşidi önemlidir. 1) Zigosporlar; İki izogamet in birleşmesiyle oluşur. Burada bir miselin (homotallik) veya iki ayrı miselin (heterotallik) iki komşu hifi birer yan dal verir, bunlar birbirlerine yaklaşır değ erler, her iki uçta bölmeye birer hücre gelişir, çekirdeklerinde hazırlık tamamlanır, aralarındaki bölme kaybolur, içleri birbirine karışır, böylece ortaya bir kitle çıkar, kalın bir zarla sarılarak zigospor olur. 2) Askosporlar; Adına ask (Ascus) denen bir kese içinde oluşurlar. Askıları içinde bulunduran cisme askokarp denir. Askokarp çeşitli şekillerde olabilir, bazen bir ayrılmamış doku kitlesinden ibarettir, bunun içinde veya üstünde asklar gelişir. Fincan tabağı şeklinde olan askokarplara apothecium, toparlak fakat bir yerinden açık olanlara “perithecium”, tam kapalı olanlara “cleistothecium” denir. Bazen askokarplar yoktur, asklar çıplaktır, buna “gymnothecium” denir. 3) Bazidiyosporlar; Bunlar adına basidium denen lobut biçimindeki özel

bir oluşuğun üstünde ve dışında meydana gelen sporlardır. “Basidium” misel hiflerinin bir şişliğinden ibarettir, bunun üzerinde dört tane sap çıkar ve bu sapların her biri üzerinde bazidiyosporlar bulunur (Şekil 7, 8). Eşey sporlarının oluşumlarına bazı özel koşullar sebep olabildiği gibi bazı çevre faktörleri de etkili olabilir (10, 81, 123).



Şekil 7. Eşey sporları. A: Bazı mantarlarda zigospör'ün oluşu. (1: Progametangium, 2: Süspansör, 3: Gametangium, 4: Zigot, 5: Zigospor). B: Askılar ve askosporlar (b). C: Basidium (c) ve Basidiosporlar (d). (Unat ve Yücel, 1995 : 687'den alıntı).



Şekil 8. Askosporlar. A: Perithecium, B: Apothecium, C: Cleistothecium. 1: Periphysis, 2: Perites'in cidarı, 3: Stroma, 4: Askın deliği, 5: Paraphysis, 6: Askospor. (Unat ve Yücel, 1995 : 688'den alıntı).

Mikolojide son zamanlardaki yaklaşım mantarların etrafa saçılmasına ve yayılmasına yarayan şekillerden meoz sonrası oluşanlarla (zigospor, askospor ve bazidiospor) ile bir sporangiospor içinde mitozdan sonra oluşanların (sporangiospor) spor olarak kabul edilmesi, dinlenme şekilleri dahil öteki şekillerin hepsinin konidi (conidium) olarak adlandırılması yönündedir (123). Anatomik sınıflandırma sisteminin sadece eşeysiz şekillere dayandırılmasına karşın, botanik sınıflandırma sisteminde bir mantarın isimlendirilmesi eşeyli şeklinin (teleomorf) bilinmesi durumunda buna dayandırılır. Birden çok yapı özelliği gösteren (polimorfik) mantarların isimlendirilmesinin hangi sisteme dayandırılacağı tartışmalıdır. Bir teleomorf mantarın birden çok eşeysiz (anamorf) şekli varsa bunlar “sinanamorf” olarak adlandırılır. “Holomorf” terimi, bir mantarın bütün eşeysiz ve eşeyli şekillerini kapsar (85).

Mayaların eşeysiz üremeleri tomurcuklanma ve az sayıda cinsten de fission yoluyla. Fission mayaya hücrenin bir veya daha çok enine bölme ile ayrılması ve buralardan koparak ayrı ayrı hücreler oluşturmaktır. Tomurcuklanma ile oluşan hücrelere “blastokonidi” denir. “Tomurcuk”, bir hücrenin herhangi bir, iki veya birçok yerinden üretilebilir ve ana hücreye yakın büyüklüğe ulaştığında ondan kopup ayrılabilir veya birlikte kalabilir. Bazen birkaç tomurcuk ana hücreye veya birbirine bağlı kalarak hücre zincirleri veya salkımları oluşturabilirler. Bazı cinslerde tomurcuklar kısa saplar üzerinde oluşurlar. Bazı mayalarda blastokonidiler psödogerminasyonla “çimlenme borusu” denilen bölmesiz kısa borucuklar oluştururlar ve bu özellik örneğin *Candida albicans*’da tanım için değer taşır. Basidiomycetes’de bazı mayaların hücrenin bir yerindeki kısa bir çıkıntı üzerinde oluşturduğu toparlak, oval veya böbrek biçiminde olan ve olgunlaştığında özel bir mekanizma ile atılan hücrelere “ballistokonidi”; eşey sporlarına da “teliospor” denir (82, 123).

2.3.1.4. Mantarların bozucu etkileri

Saprofit mikroorganizmalar cansız (ölü) organik maddelerle beslenirler. Besin kaynağı olan bu maddeler şekerler, aminoasitler, karbohidrat ve mineralleri içerirler. Bakteri, aktinomisetler ve mantarlar materyalin belirli bir molekülünü daha basit bileşiklere ayıracak sindirim enzimleri salgılarlar. Organik bileşikler inorganik ve mineral şekilleriyle ortama geri döndüklerinde ayrışma tamamlanır. Söz gelimi karbon karbondioksit, nitrojen amonyağa, fosfor fosfata dönüşür. Molar nitrojen protoplazma sentezinde kullanılır. Dönüştürme işlemin hızı her madde için farklıdır. Çözünbilir şekerler ve aminoasitler mikroorganizmalarca doğrudan absorbe edilerek metabolize edilir. Şekerler, nişastalar, hemiselülozlar gibi basit karbohidratlar ile bazı proteinler birçok

mikroorganizma tarafından hızla ayrıştırılır. Selüloz, katı ve sıvı yağlar belirli bazı mikroorganizmalar tarafından ve daha ağır ayrıştırılır. Ligninler, balmumu, ve tanenler daha dirençli bileşiklerdir ve nispeten az sayıda mantar tarafından kullanılabilirler (94).

2.3.1.4.1. Yüzeyel mantar gelişmeleri

Yüksek bağıl nemli ortamda bulunan mantarlar eserlerin yapıldığı maddenin bozulmaya dirençli olması durumunda, yüzeydeki parlattıcı yağlar, cilalar, toz ve kirler gibi üretim ve kullanım aşamalarında eser üzerinde biriken maddeleri kullanırlar. Bu durumda gelişme malzemenin yüzeyinde ya sadece lekelenme veya yüzey küfü biçimindedir, içeri işleme nadirdir. Ancak gelişen mikroorganizmalar bir seri organik asitler ürettiklerinden malzemenin rengini bozabilir, lekelerin oluşmasına ve hatta derilerde sertleşmeye, kağıtlarda yumuşamaya yol açarlar. Örneğin *Penicillium solitum* önemli miktarda sitrik asit çıkarır ve bitki kökenli maddelerle tabaklanmış derilerde beyazlaşmaya; *Aspergillus wentii* bazı kağıtlarda pembeleşmeye sebep olur (33, 69, 73). Ahşabı tutan bazı mantarlar hücre çeperini parçalayacak enzimleri olmadığından ahşabı çürütmeden sadece salgıladıkları pigmentlerle yüzeyde bölgesel veya yaygın lekelenmelere sebep olurlar. Ahşabı çürütmeyen ama renklenme oluşturan mantarlar ya hifleri şeffaf olmakla birlikte konidileri renkli olan ve derine nüfuz etmeyip sadece yüzeyde renk değişimine yol açan *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp. ve *Aspergillus* sp. gibi küf mantarlarıdır veya paranzim hücrelerini tutup özışınları yolu ile radyal yönde malzemenin derinliklerine ilerleyen ve koyu renkli olan hiflerine ışığın çarparak dağılması sonucu meydana gelen optik bir olay neticesinde malzemede mavimsi, açık gri veya kahverengi renklenme şeklinde görülen mantarlardır. Bu ikinci tip renklenmeye sebep olan mantarların en önemlileri *Ceratocystis* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium aureum* ve *P. funiculosum*, *Fusarium reticulatum* ve *Cephaloscypha*'dur (26). Selülitik olmayan mantarların kağıdın yüzeyinde oluşturduğu küçük pas rengi lekeler "foxing" olarak adlandırılır (49, 50). Yüzeyel renklemeler durumunda etkenin anlaşılması ve başka benzer bozulmalardan ayırd edilmesi doğru tedavi için koşuldur.

2.3.1.4.2. Malzemenin derininde gelişmeler

Basidiomycetes ve Ascomycetes gruplarında bulunan gerçek ahşap tahripçisi mantarlar, yüksek oranda nem içeren malzemeyi tutup asıl odun elemanları olan lignin ve selüloza saldırarak enzimleriyle parçalarlar. "Çürüklük" olarak adlandırılan bu bozulma sonucunda ahşabın mekanik

dayanıklılığı büyük ölçüde azalır. *Polyporus lenzites*, *Serpula lacrymans*, *Coniophora cerebella* gibi esmer çürüklük etkeni mantarlar hem selülozu hem de hemiselülozu parçalayacak enzimleriyle ahşabın hafiflemesine, kırılganlaşmasına, renginin koyulmasına sebep olurlar. Yumuşak çürüklük etkenlerinden olan *Cladosporium herbarum*, *Chaetomium globosum*, *Alternaria tenuis*, *Stemphiliium verruculosum*, *Trichoderma viride* ise selülozu tahrip ederek yumuşamaya ve renk bozulmasına yol açarlar. Beyaz çürüklük etkenlerinden *Stereum* türleri, *Polyporus versicolor* ise lignini tahrip ettiklerinden geriye beyaz lifli selüloz kalır, ahşabın rengi beyazlaşır ve lifli bir durum alır (94, 115).

Kağıt yapımında kullanılmış olan selüloz lifleri tutkallarla dolgu maddeleri gibi diğer organik bileşikler de çok sayıda mantar tarafından bozulmaya uğratılır. *Trichoderma viride*, *T. rasei* ve *Chaetomium* cinsleri gibi selülitik olanlar kağıdı keçeleştirirler. Derinin yapısını oluşturan kolagen, anaerop şartlar dışında mikroplara dirençlidir (69). İnsanlarda da hastalık yapan mantarlardan *Trichophyton* ve *Microsporum* gibi bazı dermatofitler ile *Candida albicans*; proteinleri parçalayan enzimler üretebildiklerin için yün ve diğer proteinli lifli dokumaların, ana bileşenleri keratin ve kolagen olan deri ve parşömen ile yünlü dokumaların bozulmasında da rol oynarlar (68, 98). Bu özellikten yararlanılarak, *T. mentagrophytes* ile *T. rubrumum* birbirinden ayırılabilmesi için “etilen oksitle sterilendirilmiş yünü parçalama deneyi”nin tür ayırımında tanıma götürebilecek yöntemlerden biri olduğu vurgulanmıştır (131).

2.3.2. Bakteriler

Ökaryonlularla virüslerin dışında kalan canlıları kapsayan bakteriler; eskiden mavi-yeşil algler adı verilen siyanobakteriler (cyanobacteria) ile birlikte monerler veya prokaryotlar (monera veya procaryotae) evrenini oluşturlar. Prokaryotlar ayrı ayrı duran veya birbirine benzeyen prokaryonlu hücrelerin basit ortaklaşmalarını gösteren ve ancak mikroskopla görülebilen küçük canlılardır. Hücrelerin çoğalması büyüme ve genellikle iki eşit parçaya bölünmesiyle olur. Bu bölünme bazen eşit değildir, bazen çok parçaya ayrılma veya tomurcuklanma görülür. Hücreler bölündükten sonra birbirinden ayrılır veya yapışık olarak kalabilir, böylece çeşitli şekiller ortaya çıkar (122, 123).

2.3.2.1. Bakterilerin bazı yapı ve fizyoloji özellikleri

Tek hücreli basit canlılardan olan bakteriler, şekillerine göre yuvarlak (kok), çomakcık (basil) ve burgumsu biçimlerde olabilirler ve türlerine göre değişik şekiller gösterirler. Çifter çifter veya birkaçı birarada kümeler ya da zincirler şeklinde dururlar ve bunlar ancak mikroskop altında görülebilirler (Şekil 9).



Şekil 9. Şekillerine göre bakteriler (Ünver ve Baykan, 1981'den alıntı)

Bakterilerin çoğalabilmesi için gerekli besinler karbonlu, azotlu enerji veren maddeler, mineraller, vitaminler ve sudur. Üremelerinde sıcaklık, nem, pH, serbest atmosfer oksijeninin bulunup bulunmaması gibi çevre koşullarının da rolü vardır. Bunlardan biri veya birkaçı olmadığı zaman bakterinin üremesi durur veya ortadan kalkar. Bakterilerin çoğu genel olarak pH=4-9 sınırları arasında ve %90 nemin üzerinde ürerler (125).

2.3.2.2. Bakterilerin bozucu etkileri

Bazı eserlerde bakterilerin yol açtığı çeşitli renklerde lekelenmelere rastlanabilmekle beraber, müze eserleri için esas bozucu olan mikroorganizmaların, yüksek bir su içeriğine gereksinim duyan bakteriler değil, mantarlar olduğu noktasında tüm araştırmacılar fikir birliğindedir (45, 68, 105, 126).

2.3.2.2.1. Yüzeyel gelişmeler

Bağıl nemi %80-90 olan ortamlarda uzun süre saklanan bazı kağıt eserlerde *Cellfalcicula*, *Celhvibrio* ve *Cytophaga* gibi bazı bakterilerin yol açtığı yoğun lekelenmeler saptanmışsa da bunların oranlarının mantarınkine göre az olduğu bildirilmiştir. Bakterilere müzelerde korunan dokumalarda da nadir rastlanılmaktadır. Ancak nemli ortamlarda veya toprak altında kalmış olanlarda, örneğin arkeolojik tekstillerde bakterilerin selülozu ciddi biçimde ayrıştırmış olduğu görülebilmektedir. Bitki kökenli olanları ayrıştıranların *Celhvibrio*, *Cellfalcicula*, *Microspora* ve *Clostridium* türlerinden olduğu, pamuk ve diğer proteinli liflerin bozulmasında en sık karşılaşılanların ise *Bacillus* ve *Proteus* türlerine ait oldukları bildirilmiştir (Şekil 10) (68).



Şekil 10. Gram pozitif sporlu (ok) çomakcıklar (*Bacillus* sp) (x 6300)

2.3.2.2.2. Derindeki gelişmeler

Islak ahşabı tutan bakteriler hücre duvarının bileşiklerini kullanarak ayrışmaya sebep olurlar. Ahşabın yapısmadaki polimerler giderek daha basit moleküllere indirgenir ve sonunda CO_2 ve suya çevrilirler. Kara ve su ekosistemleri için olağan olan organik maddelerin bu doğal çevrimi, müzelerdeki eski eserler için önemli olmasa da, yüksek bağıl nemli ortam koşullarında bulunan arkeolojik ahşaplar için ciddi bir problemdir. Bakteriler enzim aktiviteleriyle ahşabın hücre

duvarlarında ekseri lifler boyunca farklı boyutlarda oluklar açarlar. Bakterilerin odunun lignin-selüloz yapısını bozma yeteneğine sahip oldukları bilinmektedir. Ancak yakın zamanlara kadar odun hücre çeperini tahrip edebilen bakterilerin saf kültürü elde edilememiştir. Bu sebepten taksonomik durumları bilinmemektedir fakat çalışmalar Gram negatif bir hücreli bakterileri ortaya koymaktadır (23).

Deri eserler kütüphane ve müze ortamlarında çeşitli mikroplar tarafından bozulmaya uğratılırlarsa da bakteri gelişmesi oldukça olağan dışıdır, çünkü hem %100 bağıl neme gereksinim duyarlar, hem de derinin 3-4 arasında değişen pH'sı gelişmelerine uygun değildir. Bakteriler ıslak haldeki deriyi ayrıştırırlar, ancak kolagen molekülünün polimer zinciri bozulduğunda bazen deride bakterilerin oluşturduğu flora görülebilir. *Clostridium histolyticum* ve *C. capitovale* gibi anaerob kolagenolitik bakterilerden başka, derilerde kolagenaz üreten aerob bakteriler de saptanmıştır. Kağıt eserlerden ayrıca *Nocardia*, *Sreptomycetes*, *Sporocytophaga* türlerinin de ayrıldığı bildirilmiştir (47, 69, 73, 105).

2.3.3. Parazitler

Malzemenin bünyesinde bulunan selüloz, lignin gibi maddeleri kullanarak ve galeriler olarak zarar veren haşerelerdir. Müzelerde en sık karşılaşılanlar Coleoptera (Anobidae, Lyctidae, Dermestidae, Blattidae, Nicobidae.), Isoptera (termitler)'dir (Şekil 11, 12). Yaşam çevrimleri cinslere göre değişiktir.

Parazitler müzelerde yumurtalarını dokumaların ve kitap ciltlerinin içine veya aralarına, özellikle ahşapların delik, çatlak, ekleni yeri gibi cilasız, pürüzlü, kuytu yerlerine bırakırlar. Yumurtalar çoğunlukla beyaz, açık veya hafif kahverengimsi renklidir (Şekil 13). Yumurtadan birkaç hafta sonra çıkan parazitin larvaları ahşabı oyarak içeri girmeye başlar, olgunlaşınca kadar ahşabın içinde yaşar ve onunla beslenir (Şekil 14).



Şekil 11. Anobiidae ailesinden bir kitap ve ahşap paraziti



Şekil 12. Anobiidae ailesinden bir erişkin parazit ve *Reticulitermes lucifugus* (kanatlı erişkin termit)



Şekil 13. Ahşabın oyuklarına bırakılmış parazit yumurtaları (ok)

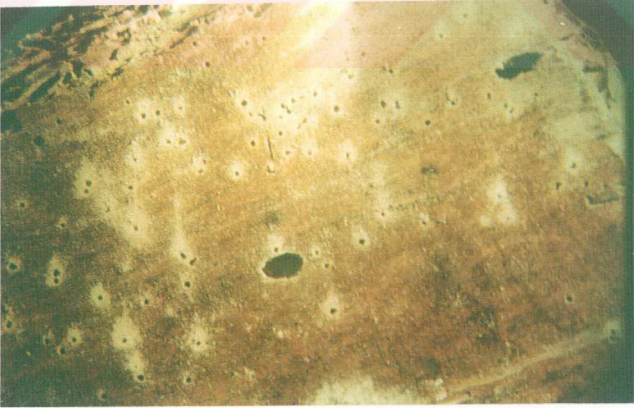


Şekil 14. Larva (Anobidae)

Larva olgunlaşmaya başladıkça oyma yönü dışarıya yani yüzeye yönelir ve bu safhadayken onun ahşabın içinde yaptığı tahribat henüz dışarıdan gözle görülemez (Şekil 14). Larva olgunlaşmasıyla doğru orantılı olarak yüzeye yaklaşır, bazı cinsler yüzeyin altında bir yerde küçük bir odacık oyar ve burada metamorfoz geçirerek pupa haline gelir. Böceğin cinsine göre birkaç hafta süren bu safha sonunda da erişkin böcek oluşur. Erişkin parazit odacıktan yukarıya doğru ahşabın yüzeyini deler ve uçmaya başlar (Şekil 15, 16). Bu sırada çiftleşirler ve yumurta bırakırlar.



Şekil 15. Bir eski ahşabın dikine kesitinde görülen larva galerileri



Şekil 16. Bir ahşap eserin yüzeyinde ergin parazit uçuş delikleri ve öğüntüler

2.3.3.1. Parazitlerin bozucu etkileri

Parazitler beslenmek için ahşabın bünyesindeki nişasta, şeker, protein ve selülozu kullanarak malzemenin doğal yapısını bozarlar. Fakat bunların pek azı ahşabın bünyesindeki selülozu sindirebilecek özelliktedir. Sindirim sistemi ahşabın bileşiklerini parçalamaya elverişli olmayan parazitler ise mantarlaşmanın başladığı ahşaplara yerleşirler ve onların ayrıştırdığı ahşap bileşikleriyle beslenirler.

Gümüşçül (*Thysanura*) kitaplardaki çeşitli tutkalları kullanarak, kağıt eserlerde yüzey erozyonuna sebep olur.

Dokumalarda ise en sık karşılaşılanlar güve, *Attagenus* ve *Anthrenus* türleridir (47).

Parazit cinsinin zamanında belirlenmesi, doğru madde ve yöntemler kullanılarak etkin bir mücadele yürütülmesine yardım edeceğinden; yüzeyde öğüntü bulunup bulunmadığının, larva galerilerinin ve erişkin böcek çıkış deliklerinin çap ve biçiminin, yakalanacak larva veya erişkinin incelenmesini gerektirir.

2.4. Konunun küçük sözlüğü

Burada verilen tanımlar için Kaynaklar'da bildirilen ilgili temel kitaplardan başka Oxford Medical Dictionary (1996)'den yararlanılmıştır.

Aerop :Enerji üretmek için molekül halindeki oksijene (O_2) gereksinim duyan mikroorganizmalar

Aerosol : Havada dağılmış ve bir süre için böylece asılı kalan, sıvı damlacıkları veya katı parçacıkları (0.01-100 μ m)

Aher : Yazı yazmayı ve düzeltmeyi kolaylaştıran kaygan ve pürüzsüz bir zemin elde etmek üzere kağıdın yüzeyine uygulanan çeşitli karışımlar

Anaerop : Molekül halindeki oksijene dayanamayan, karşılaştığında baskılanan veya ölen mikroorganizmalar

Antagonizma : Birarada bulunan çeşitli mikroorganizmaların birbirinin yaşamasını olumsuz yönde etkilemesi

Antifungal : Mantarlara karşı etkili olan madde

Asepsi : Mikropsuz yerde mikroplarla teması önleme

Bağıl nem : Belirli hacimde ve belirli sıcaklıkta, havada bulunan su buharı miktarının aynı hacimde ve sıcaklıkta havanın taşıyabileceği maksimum su buharı miktarına oranı (%)

Dejenerleşme : (Mantar kolonileri için) Tarif edilmiş tipik koloni yapısının çeşitli sebeplerle yozlaşması

Dezenfeksiyon : Hastalık yapıcı mikropların vejetatif şekillerinin insan veya başka canlıların vücutları dışında öldürülmesi

Dikaryot : Çift (2n) sayıda kromozom içeren

Dimorfik mantar: Hem maya hem miselli şekilde gelişebilme yeteneğinde olan mantar

Dromos : Tümülüs tipi mezarlarda, toprak altındaki mezar odasına girişi sağlayan, çoğunlukla ağza gizlenmiş, dar ve uzun geçit biçiminde, genellikle taştan oluşturulmuş dehliz

Epidemiyoloji : (Dar anlamda) Salgınlar bilgisi. (Daha geniş olarak) bir enfeksiyonun, bir hastalığın veya bir durumun çeşitli topluluklardaki dağılışı ve sıklığını etkileyen faktörlerin ve koşulların birbirleriyle ilişkilerini inceleyen bilim

Etiology : Bir hastalığın sebebi ve bununla ilgili bilim çalışması

Foxing : Kağıt ve dokumaların yüzeyinde sarımdan kahverengiye kadar yer yer lekelenmeler

Fungusit madde: Mantarlara öldürücü etkisi olan madde

Fungustat madde: Mantarların gelişmesini baskılayıcı etkisi olan madde

Haploid : (n) sayıda kromozom içeren

Heterotallik : Eşeyli çoğalma için başka uygun bir vücuda muhtaç olan mantar

Homotallik : Vücudu eşeyce kendi kendini döleyecek nitelikte olan mantar

İnfeksiyon : Bir parazitin bir konak vücuduna girip yerleşmesi, büyümesi, çoğalması durumu

İnfestasyon : Bir parazitin konağın dış örtüsünde yerleşmesi, büyümesi, çoğalması durumu

İnokulum : Ekim yoğunluğu

Koloni : Tek bir bakteri veya mantardan köken alan bir mikroorganizma topluluğu

Kontaminasyon : Mikroplarla kirlenme

Kserofil : Düşük nem içeren malmzemeler üzerinde gelişebilme kabiliyetinde olan organizmalar

Mikoz : Mantarlarla oluşan enfeksiyon hastalığı

Nekropol : (Nekropolis) mezarlık

Parazit : Diğer bir organizmanın içinde veya üzerinde onun zararına yaşayan organizma

Patogenez : Patolojik değişimin meydana gelişinin açıklanması

Patoloji : Hastalığın temel doğası ve oluşturduğu yapı ve işlev değişiklikleri

Profilaktik : Önleyici, koruyucu

Pseudohif : Bazı mayalarda tomurcuklanma sonucunda üretilen hifi andırır biçimdeki hücre dizisi

Pseudomorf : Gerçek olmayan yapı görünüşleri

Radyal kesit : Özişnlarından geçen kesit

Saf kültür : İçerisinde kendinden başka bir mikroorganizma bulunmayan ve tür düzeyinde saflığın söz konusu olduğu bir mikrop topluluğu

Saprofit : Besinlerini organik maddelerin parçalanma veya çürüme ürünlerinden ozmoz yoluyla alan organizmalar. Saprofit mantarlar vücut direnci kırık insanlarda fırsatçı mantar infeksiyonlarına sebep olurlar.

Satraplık : Pers yönetim sisteminde merkezi hükümetin otoritesini temsil eden mülki, idari ve askeri gücü bünyesinde toplayan yönetim birimi

Sterilleme : Bir maddedeki bütün canlıları ortadan kaldırma

Tanjansiyel kesit : Odunda yıllık halkalara teğet kesit

Tezhip : Elyazma eserlerde altın ve boya maddeleri kullanılarak yapılmış süslemeler

Transversal kesit : Enine kesit

Tümülüs : İçinde yer alan mezar odası, yığma toprak tepe altında gizlenmiş, genellikle bir dromos'a sahip, önemli kişiler için oluşturulmuş mezar yapısı

Virülens : Bir etkenin bir konağı hastalandırabilme derecesini gösterir, bunda mikroorganizmanın yapısı ve metabolizma ürünleri rol oynar

Yoğuşma : Buhar halinden sıvı hale dönüşme

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyaller

Müzelerde bulunabilen çeşitli organik malzemeli eserlerden mikrobiyoloji kökenli bozucu etmenlere duyarlı olan ve bozulmaları oldukça hızlı seyreden kağıt, ahşap, dokuma ve deri malzemeli olanlar üzerinde durulmuş, bunlardan başka beşinci bir grubu oluşturmak üzere karışık malzemeli eserler ile de çalışılmıştır.

3.1.1. İncelenen eserler

Her malzeme cinsi için farklı koleksiyonlarda bulunan örnek eser grupları seçilerek incelenmiş; bunlarla ilgili bir kısım bilgiler Tablo 1’de, ayrıntıları da maddeler halinde aşağıda sunulmuştur.

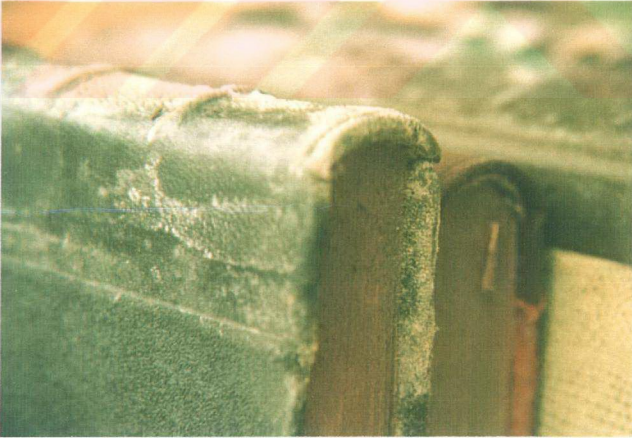
<u>Malzeme cinsleri</u>	<u>Örnekler</u>	<u>Yerleri</u>
Kağıt	Baskı kitaplar örnek K 1 örnek K 2 örnek K 3	Özel koleksiyon
Ahşap	Sardes buluntuları örnek A-11 örnek A-12 örnek A-13 örnek Etüd 3 örnek A-1 örnek A-19 örnek Etüd I örnek A-8 örnek A-20 örnek A-2 örnek A-5 örnek A-3 / A-1 örnek A-10	Manisa Müzesi

	III. Ahmed Çeşmesi saçakları örnek Z (zemin) örnek R (rölyef bezeme)	Sultanahmed
	Ahşap ev	Büyükkada
Deri	Elyazma ilahi kitabı	Topkapı Sarayı Müz.
Dokuma	Bizans kumaşı	İst. Arkeoloji Müzeleri
Karışık malzemeliler	Resim	T. Atagök atölyesi
	Görme biçimleri serisi Tablo 2	
	Görme biçimleri serisi Tablo 3	
	Nü	
	Güzel yazı levhası	Özel koleksiyon

Tablo 1. İncelenen çeşitli organik eserler ve alındığı yerler

3.1.1.1. Kağıt

Kağıt malzemeli eserlerde oluşan mikrobiyoloji kökenli bozulmanın örneklenmesi amacıyla bir özel koleksiyonda bulunan bir grup nadir baskı eserin durumu incelenmiştir (Şekil 17). Değişik konularda ve yabancı dillerde yazılmış olan söz konusu eserler bu yüzyılın başlarında basılmıştır. Çoğunluğu karton kapaklı bez ciltlidir. Rutubetli bir odada raflarda dizili olarak saklanmıştır.



Şekil 17. Küf gelişmesi görülen kitaplardan ayrıntı

3.1.1.2. Ahşap

Ahşap eserleri tutan mikroorganizma cinslerinin ve ahşabın dokusunda oluşturdıkları değişikliklerin saptanması ve ayrıca koruyucu önlemlerin araştırılması amacıyla, iki grup materyalle çalışılmıştır. Birinci grup Manisa Müzesi Müdürlüğü tarafından 1989 yılında Sardes * antik kenti nekropolü Bin Tepeler 89 Tümlüsünde gerçekleştirilen kurtarma kazısında ele geçmiş olan eserler arasında yer alan ve Müze Müdürlüğünün yazılı talebi gereği Aytağ tarafından cins tanımı yapılmış olan odun buluntulardan örneklerdir (Şekil 18).



Şekil 18. Sardes Tümlüsü odun buluntularından alınmış örnekler

* Sardes, bugün Manisa ili sınırları içinde bulunan Salihli ilçesi Sart Mahmut ve Sart Mustafa köylerinde yer almaktadır. Persler MÖ 546 yılında Batı Anadolu'daki Yunan şehirlerini zapt etmişler, böylece Lydia Krallığı'nın başkenti olan Sardes Akhemenid sülalesinin egemenliği altına girerek satraplık olmuştur. Lydia'nın son kral soyu olan Mermnad'lar Salihli ilçesinin Bin Tepeler yöresinde kraliyet nekropolü oluşturmuşlardır. Bu kral mezarlığında yüz kadar tümlüs yer almaktadır. Bin Tepeler 89 tümlüsü kurtarma kazısı sırasında, dromos girişinde *in situ* olarak 4.5 m derinlikte, dış çapı 1.60 m iç çapı 1.30 m olan ve halka şeklinde sıralanmış demir objeler ve tümlüsün dromosdan mezar odasına kadar uzanan yol boyunca dağılmış başka demir objelerle, parçalanmış durumda ahşap parçaları ve mezar odasında ise kireç taşından bir kline üzerinde iskelet bulunmuştur. Buluntular Manisa Müzesi'nde saklanmaktadır. İncelemelerde bu demir objelerin, cenaze töreni sırasında ölüyü taşımakta kullanılan ve törenin son aşamasında sökülen arabanın tekerleklerine ait olduğu anlaşılmıştır. Tekerleğin ahşap ispitleri demir elemanlarla birleştirilmiştir. Demir kenetlerin iç yüzeylerinde inorganik demirokside dönüşmüş psödomorfik oluşum şeklinde ahşap dokusu saptanmıştır. Cenaze arabasının kullanıldıktan sonra söküldüğü, atların koşum takımları ile birlikte geri götürüldüğü, fakat tekerleklerin dromos girişine bırakıldığı ortaya çıkarılmıştır. Ahşap parçaların cenaze arabasının tabanına veya ölüntü taşındığı sandukaya ait olabileceği düşünülmektedir. (Kökten, 1992).

Bundan başka ahşap malzemenin diğer tipik bozulma şekillerini karşılaştırarak incelemek amacıyla dış ortam koşullarına açık bulunan bazı ahşap eserlerden de örnekler toplanmıştır. III. Ahmed Çeşmesi müzeyyen ahşap saçakları ve Büyüka'da eski eser bir ev, tez çalışmamız içerisinde ikinci bir materyal grubu olarak ele alınıp ayrıca değerlendirilmiştir.

III. Ahmed Çeşmesi restorasyonu İstanbul Vakıflar Bölge Başmüdürlüğü tarafından yapılmış ve boyalı bezemeli ahşap saçakların durumunun incelenerek koruma yöntemlerinin önerilmesi konusunda Kültür Bakanlığı Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğüne görevlendirildiğim sırada, çok küçük kıymık boyutunda örnekler alınmıştır. Örnekler ahşapta renk değişikliği olmuş kısımlardan seçilmiştir (Şekil 19, 20, 21). Çeşme geçmişte onarım geçirmiş olmakla birlikte ahşap saçakların orijinal olduğu anlaşılmaktadır.

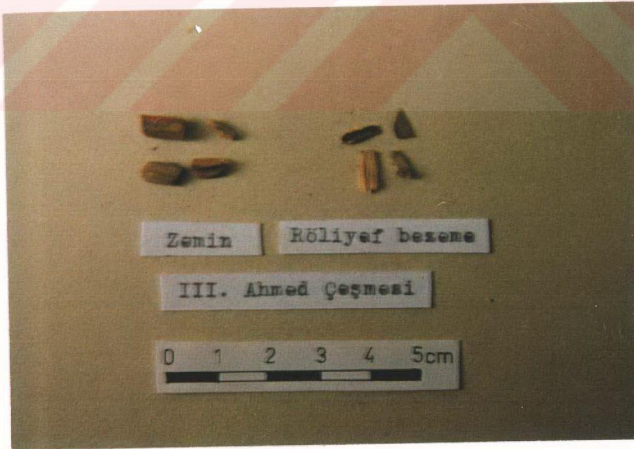
Eski eve ait örnekler, küp şeklinde çatlama görülen balkon korkuluğu babasından alınmıştır (Şekil 22, 23).



Şekil 19. III. Ahmed Çeşmesi müzeyyen ahşap saçakları



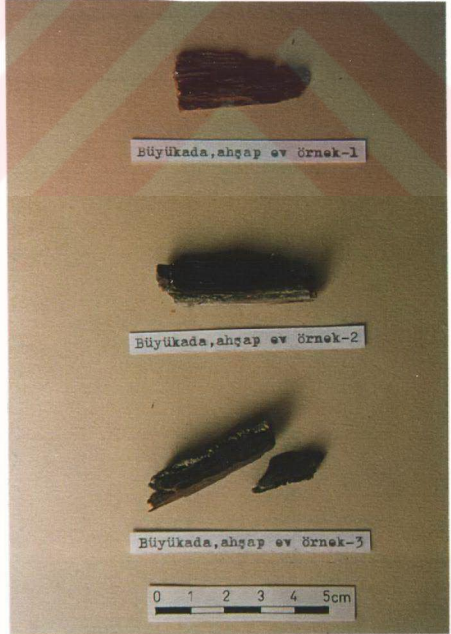
Şekil 20. III. Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarının renk değişikliği bulunan (ok) kısımlarından ayrıntı



Şekil 21. III. Ahmed Çeşmesi ahşaplarından alınan örnekler



Şekil 22. Büyükada, ahşap ev,
ön cepheden ayrıntı



Şekil 23. Büyükada, ahşap evden
alınan örnekler

3.1.1.3. Dokuma

Tekstillerde karşılaşılan mikrobiyoloji kökenli bozulmanın ömekenmesi amacıyla İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğüne ait olan bir grup Bizans dokuması parçalarına ait lif kırıntıları ile çalışılmıştır (Şekil 24). Arkeoloji Müzesi'nin yeni binasının hafriyatı sırasında ele geçen Bizans dokuması parçaları dört gruptur. Bunlar, ipek lif ve gümüş simle dokunmuş olan geometrik desenli ve çok ince dokunmuş parçacıklar, gene ipek lif ve gümüş simle örülmüş saç örgüsü şerit parçaları ile biye ya da atkı olabilmeli olası küçük parçacıklar, yalnız gümüş simle örülmüş zincirlerden oluşan bir küme ve altın simlerdir (63). Kültür Bakanlığı Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğünde, söz konusu dokuma parçalarının koruma işlemlerini yürüttüğüm sırada, kopuk durumda olan kırıntı halindeki lif parçacıkları toplanarak hiçbir işleme tabi tutulmadan orijinal haliyle saklanmış ve tez çalışmamızda bu lif örneklerinden yararlanılmıştır.



Şekil 24. İpek iplik ve gümüş simle oluşturulmuş Bizans dokuma parçalarından ayrıntı

3.1.1.4. Deri

Deri eserlerini tutan mikroorganizmaların örneklenmesi amacıyla Topkapı Sarayı Müzesi Müdürlüğü Kütüphane Bölümü Gayri İslami Yazmalar envanterine kayıtlı Latince ilahiler içeren minyatürlü elyazma çalışılmıştır. XV. yüzyıla tarihlenen eser parşömen* üzerine yazılmıştır. Kitap 1996 yılında Kültür Bakanlığı Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğünün görevlendirmesi ile yerinde incelenmiş ve durum raporu hazırlanmış, ayrıca mikrobiyoloji yönünden incelemek için mahfazasının içine kopup dökülmüş çok küçük parçalardan örnek alınmıştır.

3.1.1.5. Karışık malzemeliler

Karışık malzemeli eserleri tutan mikroorganizmaların örneklenmesi amacıyla farklı özelliklerde iki tip malzeme ile çalışılmıştır. Birinci grupta Atagök'ün İstanbul Derimod Kültür Merkezi'ndeki (11 Ocak-17 Şubat 1991) Sergisi'nden katalog ile belgelenmiş bir grup tablonun durumu sanatçının atölyesinde incelenerek ön ve arka yüzlerinde belirgin mantar kolonileri ve/veya arka yüzde renkli lekelenmeler seçilmiş ve örnekler alınmıştır (Şekil 25, 26, 27, 28, 29)** . Tablolar 1963-1964 yıllarında tuval üzerine yağlı boya ile yapılmış olup üzerlerine dammar reçinesi verniği uygulanmıştır.

Karışık malzemeli ikinci bir eser tipi olarak da bir özel koleksiyonda bulunan aherli kağıt üzerine is mürekkebi ile yazılmış ve tezhiplenmiş bir güzel yazı levhasının yüzeyinde gelişmiş yaygın küflenmelerden örnek alınarak çalışılmıştır (Şekil 30).

* Parşömen genel bir terimdir ve üzerine yazılıp çizilmek üzere işlenmiş herhangi bir, hayvanın derisini ifade eder. Bu, tabaklanarak işlenen deriden farklıdır. Parşömen üretim yöntemleri ortaçağdan beri pek az değişikliklerle temelde benzer olup derinin proteinli liflerini gerilim altında yeniden yerleştirmeye yöneliktir. Temizlendikten sonra bir kasağa gerilen deri arka arkaya birkaç kez akarsu altında tutularak ıslatılıp kurutulur, ağ dokusunu oluşturan liflerin yerleşim düzeni değiştirilerek deri yüzeyine paralel hale gelmeleri sağlanır. Kantarcıoğlu, 1994 : 71.

** Prof. Tomur Atagök (Derimod Kültür Merkezi, 11 Ocak-17 Şubat 1991 Sergisi), İstanbul, 1991 : 10, 11. [Sergi kataloğu].



Şekil 25. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi 2. tablo, ön yüzün durumu



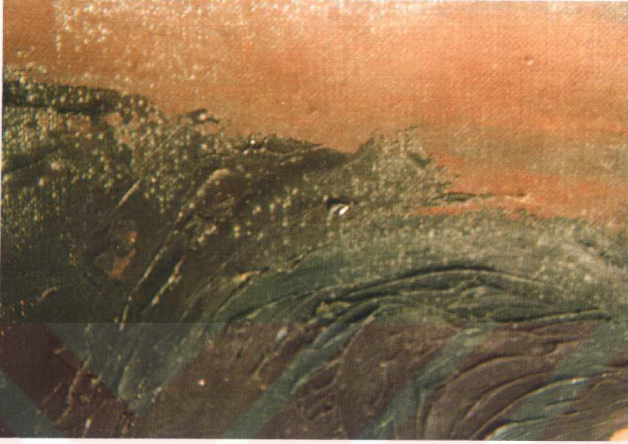
Şekil 26. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi, 2. tablo'nun arka tarafının durumu



Şekil 27. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi, 3. tablo'dan ayrıntı, ön yüzde küflenmeler



Şekil 28. Tomur Atagök, Görme Biçimleri serisi, 3. tablo'nun arka tarafının durumu



Şekil 29. Tomur Atagök, “Nü”den ayrıntı, ön yüzde yer yer küflenmeler



Şekil 30. Güzel yazı levhasının kağıdı ve boya tabakası üzerinde gelişen küfler

3.2. Kullanılan laboratuvar araçları ve gereçleri, mikroskoplar ve fotoğraf makinesi

Hassas terazi	: Shimadzu, Libror AEG 220 model
Etüv	: Memert, BE 500 model
Soğutmalı etüv	: Sanyo, MIR 153 model
Otoklav	: Hirayama HA-300 IV
Pastör fırını	: İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndaki Heraus Pastör fırınları
Vorteks	: Nüve, NM 110 model
Spektrofotometre	: TKA-4HB model
Otomatik pipetler	: Prizma 50-200 µm
Cam eşyalar	: Olağan laboratuvar malzemeleri
Buzdolabı-derin dondurucu	: Philco soğutucu-derin dondurucu, ayrılan mantar kökenlerinin ve bazı besiyerlerinin saklanması için kullanılmıştır.
Mikrotom	: İÜ Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'ndaki Reichert kızaklı mikrotomu
Stereomikroskop	: Olympus SO 51 model (eserler üzerinde gelişmiş mikroorganizmaların ve oluşturdukları değişikliklerin incelenmesinde kullanılmıştır).
Işık mikroskobu	: İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndaki Olympus CH2 model floresans mikroskobu (transmission (geçirim) durumunda olarak, doğrudan örneklerden ve kolonilerden yapılan preparatlarda mikroorganizmaların tipik özelliklerinin incelenmesinde kullanılmıştır). (Oküler x10; objektif x 10/, x 20/, x 40/0.65, x 100/).
Mikrofotografi makinesi	: Olympus C35AD4 model. Mikroorganizmaların tipik yapılarına ait görüntülerin mikrofotografilerinin alınmasında kullanılmıştır.
Fotomikroskop	: İÜ Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'ndaki Carl Zeiss fotomikroskobu (ahşap örneklerden ince kesitlerin incelenmesinde ve mikrofotografilerinin alınmasında kullanılmıştır). (Normal ışık, polarize ışık, hassas lam -kuartz veya mika veya selofan kağıt- ve UV). * (Objektif x 6.3/0.15, x 6/0.15, x 40/0.65; oküler x 12.5). Mikrofotografiler optovar 1.25, projeksiyon 3.2 ile çekildiğinde x16 obj. için 24x36 mm boyutlu film

* Normal bir gözün en küçük görme sınırı olan 0.1mm, normal ışık mikroskobunda 200 nm'ye, UV mikroskobu yardımıyla 70-140 nm'ye (Unat, 1997 :18), polarize mikroskop ile 100 µm'ye indirilebilmektedir (Aytaç, 1996).

üzerinde büyütme x63'dür. x40 obj. ile büyütme x160 ve x100 obj. ile büyütme x400'dür.

Fotoğraf makinesi : Mamiya ZE-X tipi fotoğraf makinesi ile Osawa Mark II objektif ve Ricoh XR-8 Super tipi fotoğraf makinesi ile Tokina AT-XM 90 objektif ve Soligor lens seti (Kolonilerin makroskopik görüntüleri belgelenmiştir).

3.3. Kullanılan eriyikler

Mikroskop altında incelenmek üzere yapılan çeşitli preparatlarda aşağıdaki çözeltiler kullanılmıştır.

Potasyum hidroksit (KOH) eriyiği :

Bu çözelti ahşaptan doğrudan hazırlanan preparatların kurumaması ve örneğin saydamlaştırılmasıyla mantar elemanları taşıyıp taşımadığının incelenmesinde kullanılmıştır (123).

Potasyum hidroksit (KOH)	20 g
Gliserin	20 ml
Damıtık su	80 ml

Gliserin-jelatinli tespit maddesi :

Ahşap ince kesitlerinin lamı lamel arasında incelenmesinde kullanılmıştır (15).

Jelatin (20C'de distile suda 1 saat bekletilmiş) 1 ölçü (ağırlıkça)

Gliserin 1.5 ölçü

Asit fenik kristali %0.1

Safranin veya füksin açıklaştırmış çözeltisi eklenerek boyalı olarak da hazırlanabilir.

Pamuk mavili laktofenol eriyiği :

Bu çözelti mantar elemanlarının boyalı olarak incelenmesi ve mikroskop preparatının kurumasını önlemek amacıyla kullanılmıştır (123).

Laktik asit	20 ml
Fenol kristal	20 g
Gliserin	40 g
Damıtık su	20 ml
Pamuk mavisi	0.05 g

Fenollü Jansiyen moru (veya metilen moru) eriyiği :

Preparattaki tüm mikroorganizmaların boyanması amacıyla kullanılmıştır (124).

Alkoldeki doymuş çözelti	10 ml
Sıvı fenol	1 ml
Damıtık su	100 ml

Bu boya çöküntü yaptığından her kullanıştan önce süzgeç kağıdından süzölmelidir.

Sulu Lugol eriyiği :

İyot	5 g
Potasyum iyodür	10 g
Damıtık su	100 ml

Bu çözelti 5 misli sulandırılarak kullanılmıştır (124).

Sulu füksin eriyiği :

Ziehl'in fenollü füksin eriyiği*	10 ml
Damıtık su	90 ml

Boya çöküntü yaptığında kullanılmamalıdır (124).

*** Ziehl'in fenollü füksin eriyiği :**

Bazik füksinin alkoldeki doymuş çözeltisi	10 ml
Sıvı fenol	5 ml
Damıtık su	100 ml

Löffler'in Metilen mavisi eriyiği :

Bu boya mantarların maya şekillerinin boyanmasında kullanılmıştır (124).

Metilen mavisinin alkoldeki doygun çözeltisi	30 ml
Suda %0.01 KOH**	70 ml

**** %0.01 KOH eriyiği :**

%1 KOH	0.7 ml
su	70 ml

Steril %0.9'luk tuzlu su

Örneklerden lam lamel arası boyasız preparat hazırlanmasında kullanılmıştır.

NaCl	9 gr
Distile su	1000 ml

3.4. Kullanılan besiyerleri

Örneklerde bulunan mikroorganizmaları üretmek amacıyla genel üretim besiyerleri ; mantarların tür düzeyinde tanımına gidebilmek için seçici besiyerleri ile tanımlı tamamlayıcı besiyerleri kullanılmıştır. Hazırlanan besiyerleri çalışma ve sterillik açısından kontrol edildikten sonra kullanılmıştır.

Genel amaçlı besiyerleri :

Adi agar veya jeloz :

Tüplerde eğri olarak katılaştırılmış olan bu besiyeri örneklerdeki bakterilerin geliştirilmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Unat'ın tarifine göre aşağıdaki şekilde hazırlanan 1:2 balıklı buyyon / oranında sulandırılır, buna %2 agar konarak jeloz besiyeri elde edilir (122, 133).

Balıklı sıvı besiyeri : Taze ve yağsız olmak üzere hamsi, istavrit, sardalya, lüfer, uskumru, palamut...veya tatlı su balıkları gibi herhangi bir tür balık çeşme suyunda yıkanır, kıyma makinesinden çekilir (balıklar kalın kemikli ise omurga ve yüzgeçleri çıkarılır fakat iç organları asla atılmaz). Balık kıyması tartılır, steril bir balona veya uygun bir kaba konur, ağırlığının iki katı %0.6 sodyum karbonatlı (veya %1.6 kristal ve 10 molekül sulu sodyum karbonatlı) ve %7.5 kloroformlu su katılır ve ağzı steril pamukla kapatılır, 37°C'de 48 saat arada sırada çalkalanıp karıştırılarak, hazma uğratılır. Bu süre tam sindirim olana kadar uzatılabilir. Sindirim sırasında kıymanın tümü kloroformlu sıvı içinde kalmalıdır, dışındakiler kokuşabilir. Bu yöntemle elde edilen sıvı önce bez torbadan, sonra ısıtılarak süzgeç kağıdından süzülür, pH'sı 7.4-7.6'ya getirilir, buğuyla 100°C'de 1 saat ısıtılır, tekrar süzgeç kağıdından süzülür ve buğu kazanında 100°C'de 1 saat veya otoklavda 120°C'de ısıtılarak sterilendirilir. Bu şekilde hazırlanan 1:2 balıklı ana buyon %0.5 tuzlu su ile 20 defa sulandırılır.

Sabouraud dekstroz agar besiyeri (SDA):

Örneklerde bulunan mantarların gelişmelerini sağlamak amacıyla tüpteki değiştirilmiş katı Sabouraud besiyerine ekilmişlerdir. Kullanılan değiştirilmiş Sabouraud besiyerleri İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nın kendi üretiminden sağlanmıştır. Bu besiyerinin mantar üretimi ve tanımı için uygun olduğu bildirilmiştir (128). Hazırlanmasında 50 ml 1/20 balıklı sıvı besiyerine 950 ml %0.5'lik tuzlu su ilave edildikten sonra 20 g dekstroz 20 g agar agar ilave edilip 100°C'de 1 saat ısıtılarak eritilmekte ve tüplere dağıtılmaktadır. Daha sonra otoklavda 10 dakika veya 100°C'de 30 dakika tutularak sterilendirilir ve eğri olarak katılaştırılır. Bu besiyerine bakterileri baskılamak amacıyla suda çözünen ve otoklavda ısıtmaya dayanan gentamisin sülfattan 0.080 g/l katılmaktadır (123).

Sabouraud'nun dekstrozlu sıvı besiyeri (SD):

Bu besiyeri, örneklerden ayrılan kökenlerle yapılan antifungal duyarlılık deneylerinde, farklı yoğunluklardaki biyosid serilerinin hazırlanmasında kullanılmıştır.

50 ml 1/20 balıklı sıvı besiyerine 950 ml %0.5'lik tuzlu su ilave edildikten sonra 20 g dekstroz, 20 g agar agar, 80 mg /lt gentamisin sülfat ilave edilip 100°C'de 1 saat ısıtılarak eritilir, tüplere dağıtılmaktadır. Otoklavda 10 dakika veya 100°C'de 30 dakika tutularak sterillendirilir (122).

Nutrient broth besiyeri (NB):

Kökenlerle yapılan duyarlılık deneylerinde kullanılmak üzere süspansiyonu hazırlamak amacıyla kullanılmıştır (13).

Et özeti	3 g
Pepton	5 g
Distile su	1000 ml

(Hazır ticari karışımdan 8 g alınarak 1 lt distile veya deiyonize suda çözünür, tüplere dağıtılır, otoklavda ilave 1 At basınç altında 121 C'de 15 dak sterillendirilir). 25°C'de sonuç pH'sı 6.8 (± 0.2)'dir.

Seçici besiyerleri :

Üretilen mantar cinslerinin tanımlanabilmesi için ilgili kaynaklarda önerilen seçici besiyerleri hazırlanarak kullanılmıştır. pH'ları nötr civarında olan bu besiyerlerinin bileşimi şöyledir.

Czapek dekstroz agar (CDA) :

Örneklerden ayrılan mantarların tür düzeyinde tanımına gidilebilmesi için çıplak gözle ve mikroskop altında görülen tipik yapı özelliklerinin ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır.

30 g sakkaroz, 2-3 g NaNO_3 , 1g K_2HPO_4 , 0.5 g KCl, 0.5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1000 ml distile su. Sakkaroz hariç diğer katkı maddeleri suya katılır, eiyinceye kadar kaynatılır, sakkaroz ilave edilir, otoklavda sterillendirilir (138).

Malt özü tü agar (MEA) :

Bu besiyeri, ayrılan mantar kökenlerinin pigment yapma, su damlacıkları oluşturma gibi ikincil özellikleri ile çıplak gözle ve mikroskop altında görülen tipik yapı özelliklerinin ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır (138).

20 g malt hılasası, 15 g agar, 1000 ml distile su. Katkı maddeleri karıştırılır, otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilendirilir.

Tanımı tamamlayıcı besiyerleri :

Tür düzeyinde tanıma gidebilmek amacıyla mantar kolonilerinin makrokonidi ve eşey sporları geliştirmelerini teşvik etmek amacıyla kullanılmıştır. Mantarların sınıflandırılmasında eşeyli yapılar taksonomik olarak eşeysiz yapılardan daha anlamlı olarak kabul edildiğinden teleomorfu bilindiğinde mantarın tanımının buna dayandırılması önerilmektedir (75, 108, 123). Bu sebeple mantarların tanımında sadece anamorf durumlarının elde edilmesiyle yetinilmemiş, var olduğu biliniyorsa, teleomorf şekillerinin aranmasına gidilmiştir.

Patatesli dekstrozu agar (PDA) :

Bu besiyeri dermatofitlerle bazı diğer mantar kolonilerinin makrokonidi ve eşey sporları geliştirmelerini teşvik etmek amacıyla kullanılmıştır (123).

100 g yıkanmış soyulmuş ve iyice ezilmiş patates 300 ml çeşme suyunda soğuk bir yerde saatlerce bırakılır, sonra bir bezden süzülür, otoklavda 120°C'de 1 saat steril edilir. Bunun 230 ml'sine 770 ml çeşme suyu ve 20 g glikoz ve 20 g agar agar konur, hepsi ısıtılarak agarın erimesi sağlanır ve tüplere dağıtılır. 120°C'de 15 dakika ısıtılarak steril edilir.

Yulaf unu agar (OA) :

Bu besiyeri *Fusarium*'un tür düzeyinde tanımlanabilmesi için tipik koloni ve yapı özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılmıştır (108).

30 g yulaf 1 litre suda 2 saat hafifce kaynatılır, bezden süzülür ve 1 litreye tamamlanır. 15 g agar eklenir, otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilendirilir.

Gliserol laktoz agar (GLA) :

Bu besiyeri, ahşap örneklerinden ayırdığımız *Histoplasma capsulatum* mantarının konidili küf şeklinin devam ettirilmesinde kullanılmıştır (75).

15 g agar, 2.5 g glisin, 1.0 g K_2HPO_4 , 1.0 g NaCl, 0.1 g $CaCO_3$, 0.1 g $FeSO_4$, $MgSO_4$ 1000 ml distile su ile karıştırılır, hafifce ısıtılarak eritilir, 20.0 ml gliserol katılır, tüplere dağıtılır, otoklavda 121°C'de sterilendirilir.

Maya özütü agar (YEA) :

Bu besiyeri ahşap örneklerinden ayrılan *Histoplasma capsulatum*'un eşeyli şeklinin aranmasında kullanılmıştır (75, 104).

20 g agar, 1 g maya özütü, 2 ml tampon çözeltisi. Besiyerinin pH'sı 6 olacak şekilde ayarlanır. Tampon çözeltisi; 50 g KH_2PO_4 ve 40 g Na_2HPO_4 ve 400 ml distile su karıştırılarak hazırlanır.

Toprak özütü - saç agarı (SEA) :

Örneklerden ayrılan mantarların teleomorf şekillerinin elde edilmesinde kullanılmıştır (75, 123).

500 g humuslu toprak, 1200 ml çeşme suyu otoklavda 3 saat 121°C'de tutulur, sıcakken filtre kağıdından süzülür, su eklenerek hacmi 1000 ml'ye tamamlanır. 2 g glukoz, 1g maya özütü, 0.5g KH_2PO_4 , 15 g agar katılır, pH 7.0'a ayarlanır, otoklavda 121°C'de 20 dakika sterilendirilir. Bu besiyeri içinde steril küçük saç parçaları bulunan Petri kutularına dökülmüştür.

Kanlı-glukozlu-sisteinli agar (BGC) :

Üretilen mantarlarda kesin tanıma gidilebilmesi için, varsa, dimorfizm yani farklı ortamlarda değişik koloni ve yapı özelliklerinin sergilendiği gösterilmek istendiğinde kullanılmıştır.

1g L-sistein hidroklorür, 37 g Brain Heart Infusion (BHI), 20 g glukoz, 39 g Columbia blood agar base, 10 ml Penicillin 100.000 U, 50 ml koyun kanı, 990 ml distile su. 1 ml 4N Hcl katılır ve otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilendirilir, 40-50° C'ye soğutulur, steril koyun kanı ve Penicillin eklenir, tüplere ve Petri kutularına dağıtılır. Besiyerinin pH'sı 6.7 civarındadır (75).

3.5. Mikroorganizmaların malzemede yaptıkları tahribatın (değişikliklerin) incelenmesi

3.5.1. Kağıtta oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi

Tez kapsamındaki kağıt eserler, yüzelerinde foxing ve/veya diğer renklerde lekeler küf gelişmesi bulunup bulunmaması açısından çıplak gözle (gerekğinde stereomikroskop altında düşük büyütme objektifler (x 6.3, x10) kullanılarak) incelenmiş gözlemler kayıt edilmiştir. Ayrıca kağıtta yumuşama olup olmadığı da kontrol edilmiştir.

3.5.2. Ahşapta oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi

Ahşabın yüzeyinde renklenme veya gözle görülür koloni gelişmesi, çatlaklar oluşması, lifli bir görünüm belirmesi, dağılma ve ele alındığında materyalde hafiflik olup olmadığı çıplak gözle ve lupla (x10) incelenerek kaydedilmiştir (Şekil 31).

Ayrıca baş parmak tırnağıyla bastırılarak üst yüzeylerde belirgin bir yumuşama olup olmadığı da kontrol edilmiştir.



Şekil 31. Örneklerin alındığı Büyükkada'daki ahşap ev'den ayrıntı, mantarla bozularak kare şeklinde çatlaklar oluşmuş balkon korkuluğu babası

3.5.2.1. Ahşap örneklerden ince kesitlerin hazırlanması

Materyaller işlem görmeyen çıplak gözle ve lupla (x10) incelenmiş, ayrıca ahşap örneklerden transversal, radyal ve tanjansiyel yönlerde ince kesitler hazırlanarak mikroskop altında incelenmiştir. Mikrotom 20-30 µm kalınlıkta kesmek üzere ayarlanmıştır. Kesilen örnekler, ıslatılmış bir suluboya fırçası yardımıyla bıçaktan alınmış ve bir saat camı içindeki distile suya bırakılmıştır. Odun ince kesitleri %20'lik sodyum hipoklorit içerisinde 20 dakika kadar bekletilerek ağartıldıktan ve saydamlaştırıldıktan sonra tekrar distile suda yıkanmıştır. Alkali ortamın nötrleşmesi için kesitler %5'lik sirke asidi (CH_3COOH) ile çalkalanmış sonra su ile birkaç kez yıkanmıştır. Kesitler, %1'lik füksin (asit füksin) çözeltisi (seyreltildikten sonra) ile boyanmış, su ile yıkanmış, önce %50 sonra %96'lık etil alkolden geçirilerek boyanın fazlası atılmıştır. Kesitler lam lamel arasına alınmış, renksiz gliserin/jelatin eklenip alevde hafifce ısıtarak preparat haline getirilmiştir (15).

3.5.3. Dokumalarda oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi

Tez kapsamında çalışılan Bizans dokuması örneklerinin çıplak gözle incelenmesinde dokuma parçalarının yüzeyinde gözle görülebilen küflenme olup olmadığı üzerinde durulmuştur. Parçalar çok kırılgan halde olduklarından dokumanın stereomikroskop altında ($\times 10$) ve ($\times 16$) objektiflerle durum incelenmesi yapılmıştır. Ayrıca önceden kopmuş olan bazı lif örneklerinden lam lamel arasında steril tuzlu su ile preparat hazırlayarak mikroskopda incelenmiştir (Şekil 32).



Şekil 32. Bizans dokumasına ait bir ipek lifin stereomikroskop altındaki görüntüsü ($\times 200$)

3.5.4. Deride oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi

Tezimizde deri malzeme örneği olarak çalışılan parşömen üzerine yazılmış Latince ilahiler kitabının tüm sayfaları yerinde çıplak gözle ve büyüteçle ($\times 1.8$) incelenmiş, yüzeyde görülen farklı renklerde lekelenmeler ile malzemede yapıcı yumuşama ve kopma gösteren kısımlar not edilmiştir (Şekil 33).

3.5.5. Karışık malzemelerde oluşan değişikliklerin çıplak gözle incelenmesi

Yağlıboyalı tablolarda, mantarların sebep olduğu boya dökülmesi olup olmadığı çıplak gözle incelenmiştir. Güzel yazı levhasında ise boya ve altınla yapılmış tezhiplerde renk değişmesi olup olmadığı, çıplak gözle ve sağlam kısımlardakilerin durumu ile karşılaştırılarak incelenmiştir.



Şekil 33. Parşömen örneği üzerinde renkli lekeler

3.6. Bozulmanın mikrobiyoloji kökenli olup olmadığının incelenmesi

Eserlerin yüzeyinde gözle görülebilen küflenmelerde olduğu gibi mantarların bozulma etkeni olduğu durumların doğrulanması için ve (ayrıca renkli lekelenmeler ile yumuşama ve dokuca parçalanma gibi durumlarda) bozulmanın benzer diğer bozulmalardan, örneğin malzemenin bünyesinde üretim artığı olarak kalmış ya da hava kirliliği sebebiyle yüzeyine yerleşmiş ve nemle birleşerek pas ve “red rot” denilen lekelenmeler ile yumuşamalara sebep olabilen demir kirliliğinden ayırd edilmesi için laboratuvarında bozucu etkenin tanımlanmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır.

3.6.1. Etkenin tanımlanmasına yönelik çalışmalar

Eserlerdeki mikrobiyoloji kökenli bozucu etkenlerin ayrılması için alınan örnekler çıplak gözle ve preparatlar halinde mikroskopta incelemeye alınmış, besiyerlerine ekim yapılarak kültür hazırlanmış ve elde edilen koloniler de çıplak gözle ve mikroskop altında incelenmiştir. Ancak ahşap eserlerde sadece yüzeyde kirlilik olarak bulunup da aslında bozulmaya sebep olmamış durumların ayırd edilmesi ve kültürde üretilen mikroorganizmanın bozulma etkeni olduğunun

doğrulanabilmesi için ilk aşamada örnekten KOH ile doğrudan preparat yaparak, sırasında ince kesitler hazırlayarak mikroskop altında incelemeye, dokuda mantar elemanlarını görmeye, hücre duvarlarında bozulma olup olmadığını (3.5.2.1’de anlatıldığı gibi) saptamaya özen gösterilmiştir.

3.6.1.1. Mikroskop incelemeleri ve kültür amacıyla örnek alma yöntemleri

Örneklerin alınmasında, eserlerin özelliklerine zarar vermeyen yöntemlerin kullanılması ve uygun yerlerden alınması her zaman göz önünde tutulmuştur. Ayrıca kültür yapıldığında kıymetli olacak (örneğin yüzeyel küflenme, lekelenme, yüzey girinti ve çıkıntıları arasındaki kir toplulukları, dokuda yumuşama bulunan) yerlerinin seçilmesine dikkat edilmiştir. Buna karar verilemediğinde şüpheli kısmın birkaç yerinden veya bütününden ince ince kazıntı alınmıştır.

3.6.1.1.1. Doğrudan örnek alınması

Esere zarar vermemesi ve kültür yapıldığında kıymetli olması esasları göz önünde tutularak her eserden özelliğine ve durumuna göre seçilen farklı bir yöntemle örnek alınmıştır.

Kazıma ; Yüzeyinde belirgin küf yapılanması olan kitap ciltlerinden, güzel yazı levhasından, yağlıboya tablolarından ve ayrıca III. Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarının rengi değişmiş kısımlarından steril bir lam veya bistüri yardımıyla (esere zarar vermeden) yüzeyden kazıyarak steril bir Petri kutusunun içine materyal alınmıştır.

Lif toplama ; Dokuma örneklerinin önceden kopmuş ve eserin depoda saklandığı kutu içinde birikmiş olan kırık lifleri steril pensle toplanarak steril Petri kutusunun içine alınmıştır.

Lif koparma ; Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü ahşap örneklerinden, III. Ahmed Çeşmesi saçaklarından ve Büyükkada’da bulunan ahşap evin balkon parmaklığının küp şeklinde çatlamış kısımlarına ait örnekten steril bir bistüri yardımıyla 1-2 mm boyunda lif parçaları alınmıştır. Bu örnekler ekimden önce steril porselen bir havanda dövülerek ufalanmıştır.

Parça alma ; Latince ilahiler kitabının özellikle çok bozulmuş olan sayfa kenar ve köşelerinden kopmuş olan birkaç mm boyutundaki parşömen parçaları steril bir pens ile toplanarak steril bir Petri kutusuna konulmuştur.

Saplı silgi (eküvyon, swab, tüpfer) ile alma ; Tezhipli güzel yazı levhası gibi yüzeyi narin olan eserlerden örnek alırken steril bir saplı silgi kullanılmıştır.

3.6.2. Örneklerin mikroskopta incelenmesi

Alınan örneklerin mikroskop altındaki ilk incelemeleri, örneğin özelliğine göre stereomikroskop altında veya preparat yapılarak ışık mikroskobunda yapılmıştır.

3.6.2.1. Örneklerin stereomikroskopta incelenmesi

Örnek olarak toplanmış kırıntılar bir Petri kutusu içerisine veya bir lam üzerine yerleştirilerek stereomikroskop altında doğrudan incelenmiştir.

3.6.2.2. Örneklerin lam lamel arası preparat yapılarak mikroskopta incelenmesi

Tez çalışmamız kapsamında incelenen eserlerden lif toplama, lif koparma, parça alma yöntemleriyle alınmış olan ahşap, deri ve dokuma örneklerinden KOH ile, kazıntı materyallerden lam lamel arasında tuzlu su ile preparat yapılarak ışık mikroskobunda (x4, x10 objektiflerle) incelenmiştir.

Odun, deri ve dokuma örneklerinden öncelikle doğrudan lam lamel arasında KOH (%10) ile saydamlaştırılmış preparat yapılarak ışık mikroskobunda incelenmiş, kültür ve kesit yapılarak incelemenden önce, materyallerin derinlerinde mantar elemanı içerip içermedikleri doğrudan aranmış, böylece aynı örneklerden kültürde gelişen kolonilerin rastlantıya bağlı olup olmadıklarının doğrulanması yoluna gidilmiştir. Ahşap örneklerinden boyalı hazırlanan ince kesitler de ışık mikroskobu altında ve ayrıca polarize ışık, hassas lam ve UV ışığı kullanılarak incelenmek suretiyle malzemenin derinindeki gelişmelerin ve oluşan değişikliklerin saptanmasına çalışılmıştır.

3.6.2.3. Örneklerin Gram ile boyanması

Yüzeyden saplı silgi ile alınan örnekler doğrudan lama yayılarak alevde tespit edilmiş, Gram yöntemi ile boyanarak ışık mikroskobunda immersiyon objektifi ile incelenmiştir.

3.6.3. Kùltür yapılması

Örneklerde bulunan mikroorganizmaların çoğaltılarak incelenmesi için üremelerine uygun ve gerekli besin maddelerini içeren besiyerleri kullanılarak kùltürleri yapılmıştır.

3.6.3.1. Ekim

Tez materyallerimizi oluşturan ahşap, kağıt, deri ve dokuma kökenli eserlerden alınan örnek kırıntılar çıplak gözle ve mikroskop altında incelendikten sonra mantarları üretmek amacıyla tüpte eğri olarak katılaştırılmış SDA besiyerine; ayrıca bakterilerin üremesini sağlamak amacıyla tüplerde eğri olarak katılaştırılmış jelöz besiyerine ekilmiştir. Bu ekimlerde materyal, besiyerinin yüzeyine iyice değmesine özen gösterilerek yerleştirilmiş, ahşap örneklerinin derinlerinde dokunun içine yerleşik olarak bulunan mikroorganizmaların besiyerine aktarılabilmesini sağlayabilmek amacıyla da bu örnekler Pastör fırnında sterillendirdiğimiz porselen havanda birer birer dövölüp daha küçük parçalar haline getirilmiştir. Tüm ilk koloniler tam örneğin etrafında, besiyerine değdiği yerde olmak üzere elde edilmişlerdir.

3.6.3.2. Üretim koşulları

Sıcaklık: Besiyerine ekilen örnekler üretim için etüvde mantarların üretimi için 25°C'de, bakteriler için 37°C'de tutulmuştur. Mantarlarda dimorfizmin gösterilmesi için kanlı besiyerlerine ekim yapılan kökenler etüvde 37°C'de, SDA'a ekilenler 25°C'de bekletilmiş, eşeyli şekillerin aranması için alınan pasajlar ve çiftleştirme plakları da etüvde 25°C'de tutulmuştur.

Süre: Genel olarak 8-10 günlük süre, küflerin ayırımı ve tanımı için yeterli gelişmeyi göstermelerini sağlamıştır. Miselli şekilden maya şekline dönüşme için yaklaşık 20 gün yeterli olmuştur. Eşeyli şekillerin elde edilmesinin denemesi için aralıklarla preparat hazırlanmış, stereomikroskop altında koloni yüzeyi incelenmiş ve yaklaşık 1 ay kadar beklenilmiştir. Bakterilerin gelişmesi için 24-48 saatlik süre yeterli olmuştur.

3.6.3.3. Saflaştırma

Örneklerin ilk ekimlerinde bazen saf, bazen de karışık olmak üzere değişik kolonilerle karşılaşmıştır. Küf kolonilerinin tek bir mantara ait olup olmadığının belirlenebilmesi için hemen lam lamel arası laktobenle; krem kıvamındakilerin ise bakteri veya maya oluşlarıyla, karışık olup olmadıklarının ayırımı için de Gram boyası ve metilen mavisi çözeltisi ile preparatlar hazırlanmış; durum koloni morfolojisi ile birlikte değerlendirilerek saf kültür elde edilecek koloniler belirlenmiştir.

İlk ekinde birden fazla cins birarada geliştiğinde bunlara ait her değişik koloniden steril mantar iğnesi yardımıyla, mantarlar tüplerdeki yatık durumda katılaştırılmış SDA besiyerlerine, bakteriler tüplerdeki eğri jeloz besiyerlerine pasaj alınıp üretilmek suretiyle tanıma hazır saf kültürler elde edilmişlerdir. Mantarlarda bazen dejenerleşme, konidi üretim miktarının ve hızının farklı kısımlarda değişik olması gibi sebeplerle iki koloniymiş gibi gözükene ama aslında tek koloni olan gelişmelerle karşılaşabildiğinden saf kültürlerin saf olup olmadığının doğrulanmasına dikkat edilmiştir. Küflerde, öncelikle koloninin tüpteki ve Petri kutusundaki şekil özellikleri çıplak gözle ve sırasında stereomikroskop altında gözlemlenmiştir. Maya kolonilerinin bakteri ile karışık olabilmesi olasılığını ortadan kaldırmak için, mayaların saflaştırılmasında Petri kutusundaki katı SDA besiyeri üzerinde birkaç kere azaltma yöntemi uygulanmıştır.

Saf kültürlerden alınan pasajlar tür düzeyinde tanım için ilgili kaynaklarda belirtilen seçici besiyerlerine ekilmiş ve gerekli deneyler uygulanmıştır.

3.6.3.4. Ortamdaki havanın ve alanın mikrobiyotasının saptanması

Kültür varlıklarının bulunduğu kapalı mekanlarda zaman zaman havanın mikrop bakımından kontrol edilmesinin gerekliliği bildirilmiştir (59). Tez çalışmamızda incelenen malzeme cinsleri farklı koleksiyonlarda veya yerlerde bulunan örnek eser gruplarına ait olduğundan ortak ortam koşullarına sahip değillerdi. Bunlardan yalnızca Topkapı Sarayı Müzesi Kütüphane ve Bölümleri'ne ait mekanlardaki havanın ve alanın mikrobiyotasının tespiti konusunda daha önce çalışılmış olduğundan değerlendirmede kullanılabilecek veriler için aynı işlemlere baş vurulmuştur (134, 135).

1991-1995 yılları arasında yapmış olduğumuz bu çalışmada kütüphane mekanlarında ikiye istasyon saptanarak 1 yıl boyunca aylık aralıklarla örnekler alınarak incelenmiştir. Olasılığı arttırmak amacıyla bu noktalar nispeten durgun havalı ve karaklık yerlerden seçilmiştir.

Örneklerin toplanması için 15ml katı besiyeri içeren 100 mm'lik steril Petri kapları başaşağı durumda olarak örneklerin alınacağı istasyonlara getirildikten sonra düz çevirilerek yerleştirilmiş, burada kapakları açık olarak bırakılmış ve havada asılı olan sporların besiyeri üzerine yerleşmesi beklenmiştir. Petri kapları 24 saat süreyle açık bırakıldıktan sonra kapatılarak toplanmış, sarsmamaya özen gösterilerek etüve kaldırılmış ve 27°C'de yaklaşık 7-10 gün süre ile bekletilmiştir. Gelişen kolonilerden tüpler içerisindeki eğri besiyerlerine pasajlar alınmak suretiyle saf kültürler elde edilmiştir (134).

3.6.4. Saf kültürlerin incelenip değerlendirilmesi

Kültürler bu aşamada koloni yapılarını ortaya çıkarabilmek amacıyla çıplak gözle, bulunduğu yerden ayırmadan stereomikroskopta, lam-lamel arası ve yayma preparatlar yaparak boyasız ve boyalı halde ışık mikroskopunda incelenip değerlendirilmiş, gerektiğinde ileri tanım yöntemleri uygulanmıştır.

3.6.4.1. Saf kültürlerin çıplak gözle incelenmesi

Mantarlara ait tipik koloni yapısının yanısıra, tanımda önemli bir özellik olan koloni çapının incelenebilmesi amacıyla, içerisinde seçici besiyerleri bulunan Petri kaplarına yaklaşık 2.5 cm aralıklarla üç nokta halinde ve sporların etrafa saçılmaması için iğneyi titretmemeye özen göstererek tersten ekim yapılmıştır. Genelde etüvde 27°C'de 7-10 günlük üretim süresinden sonra kolonilerin çoğu tanım için uygun gelişmeyi göstermişler, ancak bazıları için bu sürenin daha uzun ve maya şekilleri için biraz daha kısa tutulmasına gerek duyulmuştur. Üretim süresinin belirlenmesi de tanımda dikkate alınmıştır.

Mantarların uygun besiyerlerinde geliştirdikleri kolonilerin genel görünümünün incelenmesi önce çıplak gözle ve daha sonra stereomikroskopta ve binoküler ışık mikroskopunda küçük büyütme ($\times 10$) ile yapılmıştır. Bu incelemede koloninin şekli (düzgün kenarlı / dağınık / disk şeklinde / kubbemsi...), büyüklüğü (yaygın / küçük ve sınırlı / nokta şeklinde...); yüzey görünümü (çıplak

/bal mumu tarzında / kadıfemsi / yünsü / tanecikli / buruşuk / oluklu / beyinsi.); besiyerinin üzerindeki kısmının renk özellikleri (açık / koyu / tekdüze / harel / halkah...); pigment oluşturma; belirgin (elma / toprak / maya...) koku ve su damlacıkları bulunup bulunmadığı gibi özellikler belirlenip kayıt edilmiştir. Seçici besiyerinde gelişen kolonilerin çıplak gözle görülen tipik özellikleri, gelişmenin tanımı için öngörülen zamanında fotoğrafla belgelenmiştir.

3.6.4.2. Saf kültürlerden preparat yapılması

Örneklerden ayrılan saf kültürlerin yapı özelliklerinin mikroskop altında incelenmesi amacıyla kültür preparatları yapılmıştır.

Küf kolonilerinin preparatları lam lamel arasında ve pamuk mavili laktofenol çözeltisi kullanılarak yapılmıştır. Bunun için besiyerinde üreyen koloniden, ucu keskin bir iğne ile, koloniyi sarsmamaya dikkat ederek az miktarda parça alınmış, üzerinde bir damla pamuk pavili laktofenol bulunan temiz lam üzerine konmuş, üzerine ince lamel kapatılmıştır. Koloninin yapısı çıplak gözle incelendikten sonra, madde alıncak yerin koloninin tanıma uygun gelişme göstermiş olan ve beslenme ve hava miseli dahil tüm vejetatif yapıları örnekler taşıyan kısmından olmasına özen gösterilmiştir. Preparatın kalın olmaması için mümkün olduğunca az miktarda madde alınarak yapılmış, iğne ile olabildiğince ince olarak yayılmasına ve lamel kapatılırken hava kabarcığı kalmamasına dikkat edilmiştir. Koloninin özgün yapı özelliğine göre, gerektiğinde cam pipetler bek alevinde ısıtılarak çekilip çok ince sivri uçlar elde edilerek iğne yerine kullanılmıştır. Sırasında saf küf kolonilerinden lam kültürleri de yapılmış, tanıma uygun gelişme gösterdiklerinde kenarından bir damla metil alkol damlatıldıktan sonra lamel steril bir pens ve iğne yardımıyla kaldırılmış, üzerinde bir damla pamuk mavili laktofenol bulunan bir lam üzerine yerleştirilmiştir.

Maya ve bakteri kültürlerinin gerçekten saf olup olmadıklarının belirlenmesi, ayrıca Gram boyası alıp almadıklarının ortaya çıkarılması amacıyla yayma preparatları yapılmıştır. Bakteri iğnesi ile koloniden çok az madde alınarak üzerinde 1 damla tuzlu su bulunan lamda ezilmiş, havada kurutulduktan sonra alevden geçirilerek tespit edilmiş, önce preparattaki tüm mikroorganizmaların boyanması için 2 dakika Jansiyen moru boyası uygulanmıştır. Bu çözelti lamdan uzaklaştırıldıktan sonra lama birkaç kez sulu Lugol dökülerek bu çözeltide 2 dakika bekletilmiştir. Mor renk giderilene kadar %95'lik etil alkol damlatılmış ve lam suyla yıkanmış,

sulu fuksinde 1 dakika bekletilmiş, tekrar suyla yıkanmış ve cam boru üzerinde kurutulmuştur. Gram yöntemiyle boyanan preparatlar 1 damla immersiye yağ damlatıldıktan sonra x100 objektifle incelenmiş, duvar yapısının özelliği dolayısıyla mor renkte boyanmış bakteriler Gram olumlu, pembe boyananlar Gram olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

Maya kolonilerinin bakteri ile karışık olup olmadığını görmek ve yapı özelliklerini daha iyi belirlemek amacıyla Gram yönteminden başka tek bir bazik boya ile de boyanmıştır. Bunun için koloniden çok az madde alınarak üzerinde 1 damla tuzlu su bulunan lama yayılmış, havada kurutulduktan sonra üç defa alevden geçirilerek tespit edilmiştir. Üzerine Löffler'in metilen mavisi boyasından dökülmüş, 1-2 dakika bırakılmış, sonra su ile yıkayıp kurutulmuştur. Bu preparatlar üzerine 1 damla immersiye yağ damlatıldıktan sonra ışık mikroskopunda x100 objektifle, mavi renge boyanmış maya hücreleri incelenmiştir.

3.6.4.3. Lam kültürlerinin yapılması

Lam lamel arası preparatlarda küflerin vejetatif yapıları çok defa dağılarak tipik dizilişlerini kaybettiklerinden bu yapıların bozulmadan incelenebilmesi için lam kültürü yöntemine baş vurulmuştur. Bunun için bir Petri kutusunun içerisine iki ucu bükük U biçiminde bir cam çubuk yerleştirilmiş ve bunun üzerine bir lam konulmuş, hepsi birlikte kuru sıcakta sterilendirilmiştir. Steril bir Petri kutusu içerisine dökülüp katılaştırılmış olan SDA besiyeri plakları steril bir bistiiri yardımıyla yaklaşık 1x1 cm boyutunda kareler halinde kesilmiş ve bunlar aseptik koşullarda Petri kutusu içindeki her lam üzerine iki adet olmak üzere yerleştirilmiştir. Bazı durumlarda bunun yerine steril ve ısıtılarak sıvılaştırılmış besiyerinden steril bir Pastör pipetiyle alınan bir damlanın Petri kutusu içerisindeki lam üzerinde kenarlara gelmeyecek şekilde ve ince bir tabaka halinde katılaştırılması yoluna gidilmiştir. Sonra bir iğne ile mantardan bunun üzerine ekim yapılmıştır. Petri kutusunun içine yaklaşık 5 ml steril damıtık su konmuş, kutunun kapağı kapatılarak etüvde 27°C veya gerektiğinde 37°C'de bekletilmiştir. Üremenin mikroskopta incelenmesi için lamel steril bir pens yardımıyla alınmış, üzerinde bir damla tuzlu su veya boyamak amacıyla pamuk mavili laktofenol bulunan temiz bir lam üzerine kapatılmış ve lamelin kenarına bir damla etil alkol damlatılmıştır (123).

3.6.4.4. Saf kültürlerin ve hazırlanan preparatların mikroskopta incelenmesi

Özellikle küf mantarlarına ait saf kültürler doğrudan stereomikroskop altında incelenerek yapıları hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Kültürlerden yapılan lam lamel arası, Gram ve basit boyalı preparatlar ile lam kültürlerine ait preparatlar normal ışık mikroskobunda önce küçük büyütme (x10) ile (alan taraması) sonra (x40) ve (x100) objektif ile incelenmiştir. Bu incelemede küf kolonilerinde; hiflerin yapısı (kalınlıkları, dallanıp dallanmadıkları, şekilleri...) bölmeli veya bölmesiz oluşları, saydamlıkları; konidilerin büyüklükleri, şekilleri, bölmeli olup olmadıkları, renkleri, atılış özellikleri ve düzenleri, konidi üreten yapıların farklılıkları; eşeyli şekillerde askokarpların yapısı gibi özellikler üzerinde durulmuştur. Tek hücreli mantarlar olan mayalarda da hücrelerin biçim ve boyutları, tomurcuklanma biçimleri, gerçek veya psödomisel geliştirme gibi özellikleri incelenmiştir.

Gelişmeleri için yüksek bir su içeriğine gereksinim duymaları sebebiyle normal koşullarda müze eserleri için önemli bir tehlike oluşturmadıkları bildirilmiş olan bakterilerle karşılaştırıldığında daha çok Gram durumları, şekilleri, birbirlerine göre duruş özellikleri incelenmiştir.

3.6.5. Tanımı destekleyici ve tamamlayıcı deneyler

3.6.5.1. Dimorfizmin gösterilmesi

Dimorfik mantarlarda küf safhası ve maya safhasına ait iki yapının gösterilmesi için *in vivo* ortam koşullarının benzerinin sağlanması yoluna gidilmiş, içeriğinde taze kan bulunan besiyerleri hazırlanarak bunlara ekim yapılmış ve etüvde 37°C'de tutulmuştur. Ayrıca SDA besiyerine ekilip 28°C'de bekletilmiştir. Bu deney *Histoplasma capsulatum*'un tanımlanmasında kullanılmıştır (32, 75, 104, 123).

3.6.5.2. Teleomorf şekillerin aranması

Eşeyli spor yapan yapılar ile üretilen sporların özellikleri mantarın tanımında ve isimlendirilmesinde önem taşıdığı için, eşeyli şekilleri bildirilmiş olanlar için bu özelliklerin aranması yoluna gidilmiştir. Mantarların eşeyli üremesi üzerine bazı çevre koşullarının etkisi olduğu bilindiğinden, sporokarp oluşması için önerilmiş olan uygun besiyerleri, sıcaklık gibi türe

uygun koşulların sağlanmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca heterotallik olanlarda uygun çiftleşme tiplerinin (+ ve -) bir araya gelmiş olması gereklidir. Kökenler Petri'deki uygun besiyerleri üzerine birbirinden 2 cm uzaklıkta karşılıklı noktalar halinde ve tersten ekilmiş ve etüvde bekletilmiş, çeşitli zaman aralıklarıyla preparatlar yapılarak mikroskopta incelenmiştir (10, 74, 104). Bu deney *Histoplasma capsulatum* için uygulanmıştır (75).

3.6.5.3. Üretim sıcaklık sınırlarının belirlenmesi

Gelişmenin yavaşladığı ve durduğu sıcaklık alt ve üst sınırlarının bilinmesi durumunda, özellikle türlerin birbirinden ayrılması ve tanının doğrulanması için bu özelliğin aranması yoluna gidilmiş, kökenler etüvde bildirilen sıcaklıkta bekletilmiş ve gelişme olup olmadığı izlenmiştir. (82, 108, 138). Bu deney *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*'da bazı türlerin ayırdedilmesinde kullanılmıştır.

3.6.5.4. Pigment oluşturma

Tanım için önerilmiş besiyerlerinde koloninin taban kısmının renkli pigment oluşturmaya, bu pigmentin rengi ile suda çözünebilir olup olmaması yani besiyerine dağılıp dağılmadığının tanım için önem taşıdığı durumlarda bu özellikler de gözlemlenerek kayıt edilmiştir (99, 108, 138). Bu deney *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium* ve *Alternaria* türlerinin ayırdedilmesinde kullanılmıştır.

3.6.5.5. Su damlacıkları oluşturma

Koloni yüzeyinde su damlacıkları (exudate) oluşturma tanımı destekleyici (ikincil) bir özellik oluşturduğu durumlarda bunların varlığı ve rengi incelenmiştir (99, 108, 138). Bu deney özellikle *Penicillium* türlerinin ayırdedilmesinde kullanılmıştır.

3.6.5.6. Hemolizin belirlenmesi

İncelenen mikroorganizmanın kanlı besiyerinde eritrositleri parçalayıp parçalamadığı besiyerinin arka tarafından koloninin etrafında yeşil veya beyaz renkte bir zon oluşup oluşmadığının ve oluşma süresinin belirlenmesi şeklinde izlenmiştir. Süre uzunca olduğunda besiyerinin eskimesiyle

eritrositlerin parçalanması olasılığı göz önünde tutularak yanıtıcı durumlardan kaçınmak için bu renk değişikliğinin koloninin tam etrafında bir zon oluşturmuş olması ve Petri'deki besiyerinin her tarafında bulunup bulunmadığının kontrolü yoluna gidilmiştir (122). Bu deney *Histoplasma capsulatum* için uygulanmıştır.

3.6.6. Tanım

Örnekler çıplak gözle ve mikroskop altında incelendikten sonra etkenle ilgili olarak edinilen bilgi kültürden alınan sonuçlarla birleştirilmiştir. Bu amaçla da mantar kültürlerin tanımı için önerilen seçici, tanımı kolaylaştırıcı standart besiyerlerinde gelişen kolonilerin çıplak gözle ve mikroskop altındaki görünimleri gözlemlenmiş, vejetatif hücrelerin özellikleri ile vejetatif üreme şekilleri gibi yapı özellikleri incelenmiş, sırasında lam kültürü yapılmış ve yükseltilmiş sıcaklıklardaki gelişme, hemoliz yapma gibi bazı özgün özellikler araştırılmıştır. Kesin tanım için teleomorf şekillerin aranması ve gerektiğinde dimorfizmin (iki yapının) gösterilmesi yoluna da gidilmiştir.

Bu incelemelerde saptanan özellikler, ilgili literatürlerde verilen bilgilerle karşılaştırılmış; olabildiğince çeşitli kaynakların birlikte kullanılmasına ve zaman içinde taksonomide yapılan değişikliklerin izlenmesine de özen gösterilmiş; sırasında, daha önceki bir çalışmamız kapsamında hazırlanmış olduğumuz arşivden ve kültür koleksiyonumuzdan da yararlanılmıştır (4, 17, 19, 36, 37, 52, 58, 74, 75, 79, 90, 99, 99, 101, 104, 114, 116, 123, 135).

3.7. Kökenlerle yapılan duyarlılık deneyleri

Mücadelede kullanılan önleyici maddelerin mantarlara karşı etkinliğinin belirlenmesi için çeşitli standart yöntemler önerilmiştir. Tez çalışmamız sırasında incelediğimiz kağıt, ahşap, dokuma ve deri örneklerinden ayrılan mantar kökenlerine, konservasyonla ilgili literatürlerde eserlere uygulanabileceği belirtilen dört antifungal maddenin gelişmeyi baskılayıcı etkisi, ayrı ayrı tüpte sulandırma yöntemi kullanılarak araştırılmıştır (40, 56, 93, 113, 119, 135, 139, 142).

3.7.1. Kullanılan antifungal maddeler

Bu deneylerde Potasyum sorbat, Pimarisin, Ortofenil fenol (OPP) ve Thiabendazole (TBZ) kullanılmıştır.

Potasyum sorbat ($\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOK}$)= $(\text{C}_6\text{H}_7\text{K}_2\text{O}_2)$; Hoechst A.G. ilaç firması tarafından üretilmekte olan beyaz ve granüllü koruyucu bir madde olup gıda sanayiinde kullanılmaktadır. Üretici firmadan 50 g numune maddesi olarak elde edilmiştir. Spesifikasyon belgesinde oda sıcaklığında çözünürlüğü 1 g/1 ml destile su olarak bildirilmektedir.

Pimarisin (Natamycin) ($\text{C}_{33}\text{H}_{47}\text{NO}_{13}$); Santa Farma İlaç San. A.Ş.'den numune maddesi olarak elde edilen ve polyene antifungal antibiyotikler grubundan olan bu ürünün suda ve birçok organik çözücüde çözünmediği bildirilmiştir. Bu çözücülerden amacımıza ve eski eserlere uygulanmaya elverişli olanlar aşağıdaki gibidir :

<u>Çözücü</u>	<u>Çözünürlük (mg / ml)</u>
su	0.39
etanol	0.54
etanol/su	0.22
aseton/su	0.11

Bu maddenin sadece küfleri etkileyip bakterileri baskılamadığı belirtilmiştir.

Ortofenil fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$); Dow Chemical Company tarafından üretilmekte ve Dovicide I ticari adıyla pazarlanmakta olup çözelti halinde uygulanabildiği gibi, fümigant özelliği de bulunmaktadır. Suda çözünürlüğü yoktur, organik çözücülerde çözünür.

Thiabendazole ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{N}_3\text{S}$); Etanolde ve diğer bazı organik çözücülerde çözünür, özellikle ahşap sağlamlaştırıcı sentetik reçinelerle uyumlu olarak kullanılabilir. Japonya'daki uygulamalarda etkili bulunmuştur (93).

3.7.2. Çözeltilerin hazırlanması :

Antifungal madde çözeltilerinin hazırlanmasında ana süspansiyonun %20'lik yoğunlukta olması kabul edilmiş; aralarında karşılaştırılabilirliğin sağlanması açısından bu maddelerden biri (Potasyum sorbat) esas alınarak diğer üçü, aktif maddeler itibariyle eşdeğer hale getirilmiştir. Kimya formüllerinden molar yoğunlukları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

<u>Antifungaller</u>	<u>1 M çözeltiler</u>
Potasyum sorbat ($\text{KC}_6\text{H}_7\text{O}_2$)	15.0 g / 100 ml
Pimarisin ($\text{C}_{33}\text{H}_{47}\text{O}_{13}$)	66.5 g / 100 ml
OPP ($\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$)	17.0 g / 100 ml
TBZ ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{N}_3\text{S}$)	20.1 g / 100 ml

150 g / mol l ve 200 g (%20'lik çözelti için 200 g madde l litre çözelti içinde = 1.33 M)

%20'lik Potasyum sorbat'ın molaritesi 200 g / 150 = 1.33 M olarak hesaplandıktan sonra, aynı şekilde diğerlerinden de 1.33 M çözelti elde edilebilmesi için 1 litre (%20'lik) çözeltilerde olması gereken madde miktarları

884.5 g / 665 g = 1.33 M (%88.5 Pimarisin)

226.1 g / 170 g = 1.33 M (%22.61 OPP)

267.6 g / 201.25 g = 1.33 M (% 26.77 TBZ) olarak hesaplanmıştır.

Buna göre hepsi 1.33 Molar olacak şekilde 100 ml çözeltiler:

20 g K sorbat + çözücü = 100 ml çözelti

88.45 g Pimarisin + çözücü = 100 ml çözelti

22.61 g OPP + çözücü = 100 ml çözelti

26.76 g TBZ + çözücü = 100 ml çözelti

hesabıyla hazırlanmıştır.

3.7.3. Antifungal serisinin hazırlanması

Antifungal maddeler ilgili çözücüler kullanılarak 1.33 M çözeltiler halinde hazırlandıktan sonra 1/10 (0.133 M), 1/20 (0.066 M), 1/40 (0.033 M), 1/80 (0.016 M), 1/160 (0.008 M) oranında seyreltilerek kullanılmıştır ve böylelikle her antifungal maddenin 6 farklı yoğunluktan oluşan bir serisi oluşturulmuştur.

Seri seyreltmeler, her maddenin 1.33 M çözeltisinden 20 ml + çözücü = 200 ml (1/10 seyreltme), sonra bu çözeltiden 20 ml. + çözücü = 200 ml. (1/20 seyreltme) , bundan 20 ml + çözücü = 200

ml (1/40 seyreltme) , bu çözeltiden 20 ml + çözücü = 200 ml (1/80 seyreltme) ve bu sonuncu çözeltiden 20 ml + çözücü = 200 ml (1/160) olacak şekilde hazırlanmıştır.

Böylece hazırladığımız antifungal madde çözeltilerinde bulunan etkin madde yoğunlukları aşağıda tablo 2’de sunulmuştur.

ANTİFUNGAL MADDELER	SEYRELTMELER					
	1.33M	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160
Potasyum sorbat	20.00	2.00	1.00	0.50	0.25	0.12
Pimarisin	88.45	8.84	4.42	2.21	1.10	0.55
OPP	22.61	2.26	1.13	0.56	0.28	0.14
TBZ	26.76	1.33	0.66	0.33	0.16	0.08

Tablo 2. Çözeltilerdeki etkin madde yoğunlukları (µg/ml)

3.7.4. Farklı biyosid yoğunluklarına sahip besiyerlerinin hazırlanması

Mantarların etkilemeden bakterilerin baskılanmasını sağlamak amacıyla litrede 80 mg Gentamycin içeren Sabouraud’nun dekstrozu sıvı besiyeri hazırlanmış, her tür için 7 adet deney tüpünden oluşan bir seri oluşturulmuştur. 4.9 ml Gentamycin’li SD bulunan her tüpe farklı yoğunluklarda hazırlanmış 0.05 ml biyosid katılmıştır.

3.7.5. Mantar süspansiyonunun hazırlanması

Örneklerden ayrılan mantar kökenlerinin SDA besiyerindeki taze kültürlerinden tüpteki 5 ml Nutrient broth besiyerine pasajları alınmış, havalandırmadan emin olmak ve kültürleri dibe batık durumda tutmak için arada sırada çalkalanarak 72 saat 27°C’de üremeye bırakılmıştır. Sonra inokulumun parçalanması için tüplere steril cam boncuklar atılarak vorteks’te 15-20 dakika

(gözle görünür mantar kümeleri kalmayınca kadar) çalkalanmış, böylelikle homojen asıntı sıvılar elde edilmiştir. Parçalanmış misel süspansiyonlarından steril otomatik pipet yardımıyla 0.5 ml'lik kısımlar polistiren spektrofotometre kuvvetlerinin kuyucuklarına geçirilmiş ve yoğunluk 450 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometre ile absorbansları saptanmıştır (49, 53). Mantar süspansiyonları, spektrofotometrede okunan absorbans yoğunlukları $0.600 + 0.050$ olacak şekilde, SD sıvı besiyeri ile aseptik koşullarda seyretilmiştir.

3.7.6. Biyosidli besiyerlerine ekim

Hazırlanan mantar asıntı sıvılarından her bir deney tüpüne 0.05 ml ekilmiş ve 27°C'de üremeye bırakılmıştır. Steril tuzlu su bulunan bir tüpe aynı inokulum tekrarlanmış ve negatif kontrol olarak, ilaçsız yalnız mantar ekilmiş bir tüp de pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

3.7.7. Değerlendirme

Deney sonuçlarının kontrol edilmesinde tek bir süre belirlenmemiş, her deney serisindeki mantarın kendine özgü gelişme süresi dikkate alınmış, ilaçsız kontrol tüplerinde gelişme görüldüğünde o serideki tüpler değerlendirilmiştir. Deney tüpleri sallanarak dipteki üremenin besiyeri sıvısının içinde düzgün dağılması sağlanmış ve ikinci kez sallamamaya özen gösterilerek ilk gözlemlenen durum hazırlanan tablolara aynen kayıt edilmiştir.

Mantar asıntısının başlangıç yoğunluğunun partikül itibarıyla gözle karşılaştırılması biçiminde kullanılan steril tuzlu sudaki başlangıç mantar dağılımı (inokulum) gerçek negatif (-) olarak değerlendirilmiştir. Deneye alınan her mantar için, pozitif kontrol olarak kullanılan ilaçsız yalnız mantar ekilmiş tüpteki üreme ile antifungal tüpleri serisindeki durum karşılaştırılmış ve gelişmeyi tam olarak baskılayan yoğunluk gözlemlenmiştir. İlaçsız sıvı besiyerindeki gelişmenin yoğunluk derecesi (++++) olarak değerlendirilmiş, diğer tüplerde giderek azalan ara değerler saptanmıştır. İncelemede ($\pm$) olarak sonuç veren tüplerde (+)'dan (-)'ye geçiş noktalarının olabildiğince kesinleştirilmesine özen gösterilmiştir. Sonuçlarda mantık silsilesine uymayan ara durumlarla karşılaşıldığında, parçalama-vorteksleme veya kişi hatasından kaynaklanabilecek yanlışlıkların elenmesi için deney serisi tekrarlanmıştır (Şekil 34).



Şekil 34. Hazırlanan antifungal çözeltileri ve duyarlılık deneyi yapılan tüplerden bir grup

4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Tez çalışmamız kapsamında ele aldığımız eserlerdeki bozulmalarda mikrobiyoloji kökenli etkenlerin saptanması amacıyla, bunlardan alınan örnekler ilk aşamada çıplak gözle ve preparatlar halinde mikroskopta incelenmiş; ayrıca bu örneklerden hazırlanan kültürler de çıplak gözle ve mikroskopta incelenmiş, gerektiğinde ileri tanım yöntemleri uygulanmış ve elde edilen bütün bulgular birleştirilerek etkenlerin tanımına gidilmiştir. Ayrıca malzeme örneklerinden ayırdığımız 13 mantar kökenine, tüpte sulandırma yöntemi kullanarak 4 antifungal maddenin fungustatik etkileri araştırılmıştır. Bu bölümde, sözü geçen inceleme ve araştırmalara ait bulgular verilerek değerlendirme yapılmıştır.

4.1. Örneklerin doğrudan incelenmesinde elde edilen bulgular

Eserlerden alınan örnekler ilk aşamada çıplak gözle ve preparatlar halinde mikroskopta incelenmiştir.

4.1.1. Örneklerin çıplak gözle incelemesine ait bulgular

Kağıt materyalimizi oluşturan kitap grubunun yüzeylerinde çok belirgin ve yoğun, gri rengin açık ve koyu tonlarında küf miselleri görülmüş ve bu durum kayıt edilmiştir (Şekil 17).

Ahşap materyallerimizin birinci grubu olan Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularının yüzeylerinde çıplak gözle görülebilen miseller bulunmamakla beraber, örneklerin tümünde değişik oranlarda yumuşama, dağılma hali ile özellikle A-8 numaralı Fraxinus odununda kesit almayı zorlaştıracak derecede ufalanma hali saptanmıştır.

Ahşap materyallerimizin ikinci grubunu oluşturan III.Ahmed Çeşmesi müzeyyen saçaklarında, İstanbul Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan restorasyon sırasında talepleri gereği, Kültür Bakanlığı Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğün durum incelemesi ve koruma yöntemlerinin önerilmesi ile görevlendirmesi üzerine iskeleye çıkılarak çıplak gözle yakından inceleme yapılmıştır. Bu ahşaplarda eserin bütününe göre oldukça az sayılabilecek miktarda olmakla beraber yer yer hafif siyahlanma biçiminde yüzeyel renklenme alanları saptanmıştır (Şekil 20).

Ahşap materyallerimizin üçüncü grubunu oluşturan Büyükkada'daki ahşap evin dış cephesinde özellikle balkon korkuluğu babasında kare biçiminde çatlaklar saptanmıştır (Şekil 31).

Dokuma materyalimizi oluşturan lif kırıntılarının dökülmüş olduğu Bizans kumaşı parçalarının durumu Kültür Bakanlığı Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğünde konservasyon işlemlerini yürüttüğüm sırasında incelenmiş ve kırılğan, yumuşamış ve dokuca ayrışma durumunda oldukları saptanmıştır (63).

Deri materyalimizi oluşturan parşömen elyazmanın durumu da Kültür Bakanlığı Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğünün görevlendirmesi ile yerinde incelenmiş, grimsi pembemsi renklerde yüzeyel lekeler ve ayrıca yapısında ayrışma, yumuşama, özellikle köşelere yakın kısımlarında parçalar halinde kopma saptanmıştır (Şekil 31).

Karışık malzemeli eserlerden yağlıboya tabloların çıplak gözle incelenmesinde ön yüzlerde özellikle boya tabakasının girinti ve çıkıntılar oluşturduğu bazı yerlerde bunların içlerinde gri renkli küfler; arka yüzeylerinde ise gri ve kısmen pembe, bej, turuncu tonlarında yaygın lekelenmeler bulunduğu saptanmıştır (Şekil 25-29). Bu grupta çalıştığımız kağıt üzerine tezhipli güzel yazı levhasının da özellikle boyalı kısımlarının üzerini kaplayacak biçimde gelişmiş çayır yeşili renkte, tanecikli görünümde koloni halinde küf üremesi gözlemlenmiştir (Şekil 30).

4.1.2. Örneklerin mikroskopta incelemesine ait bulgular

Ahşap, deri, dokuma örnekleri stereomikroskopta incelenmiş, belirgin miseller veya diğer vejetatif yapılar görülmemiştir. Kağıt örneğimizi oluşturan kitap grubu ile karışık malzemelilerden tablolar ve güzel yazı levhası özel koleksiyonlarda bulunduğu laboratuvara getirilerek stereomikroskop altında incelenememiş, steril gereçler götürülerek çalışılacak materyal yerinde alınmıştır.

Kağıt örneklerine ait alınan materyalden steril % 0.9'luk tuzlu su ile yapılan lam lamel arası preparatlarda çok sayıda mantar hifleri ve konidyumlar gözlemlenmiştir.

Ahşap, deri ve dokuma örnekleri KOH ile saydamlaştırılarak ışık mikroskobunda da incelenmiş, mantar elemanları aranmıştır. Ahşap örneklerimizden Sardes odun buluntularının preparatlarının

bir kısmında tespih şeklinde yan yana dizilmiş 6-7 büyükçe hücreden oluşan yapılarla, bir kısmında da çok ince ve az sayıda şeffaf hif parçacıklarına ve küçük şeffaf konidiye rastlanmış; III. Ahmed Çeşmesi saçaklarından alınan örneklerin preparatlarında mantar elemanlarına rastlanmamış; ahşap eve ait örneklerin preparatlarında da alanda az sayıda olmak üzere şeffaf hif parçacıkları görülmüştür. Deri örneğinin preparatlarında ince şeffaf hif parçacıklarıyla karşılaşmış; dokuma örneğinin preparatında alanda sadece bir tane olmak üzere koyu renkli duvarlı, bölmeli makrokonidi bulunmuştur.

Dokuma örneğine ait lif kırıntıları lam lamel arasında steril % 0.9'luk tuzlu su ile preparat yapılarak da incelenmiş, ancak gümüş ipliklerin oksitlenerek toz halinde etrafa yayılmasıyla oluşan yer yer mor renkli röfle veren yerler aldatıcı görünüm oluşturduğundan mantar elemanları ile ilgili bir karara varılamamıştır.

Karşık malzemeli eserler grubundaki tablolardan alınan kazıntı materyaller de lam lamel arasında steril % 0.9'luk tuzlu su ile preparat yapılarak incelenmiş alanda dağınık halde konidyumlar görülmüştür. Güzel yazı levhasından alınan materyal de aynı biçimde incelenmiş çok sayıda konidyumlarla ince hif parçacıklarına rastlanmıştır.

Ahşap materyallerimizden ayrıca ince kesitler hazırlanarak lam lamel arası boyalı preparatlar yapılmış, bunlar da ışık mikroskobunda incelenmiş, bu çalışmadan elde edilen bulgular ayrıca mikrofotografiler halinde alt bölüm 4.2'de sunulmuştur. Bu incelemelerde Sardes odun buluntularından "A-19" numaralı (*Juniperus sp.*) örneğin ince kesitlerinde bazı traheidlerin içlerinde çimlenen şeffaf konidilerle, "A-3 /A-1" numaralı (*Juniperus sp.*) örneğin ince kesitlerinde bazı traheidlerin içlerinde ince şeffaf hiflerle, "Etüd için 1" (*Juniperus sp.*) ve "A-8" (*Fraxinus sp.*)'de yer yer çok bol miktarda, kısmen zincirler oluşturan makrokonidi kümeleriyle, ayrıca "A-8" numaralı örneğin ince kesitlerinden birinde ascomata ile karşılaşmıştır (Şekil 88-99, 102-105). Ahşap evden alınan *Pinus silvestris* odunundan hazırlanan ince kesitlerde traheidlerin içini dolduran ince ve şeffaf hiflerle karşılaşmıştır (Şekil 83-86).

4.1.3. Ortamdaki havanın mikrobiyotası ile ilgili bulgular

Tez çalışmamızda incelenen malzeme cinsleri farklı koleksiyonlarda veya yerlerde bulunan örnek eser gruplarına ait olup ortak ortam koşullarına sahip değildir. Bunlardan yalnızca deri

örneğimizin içinde bulunduğu Topkapı Sarayı Müzesi Kütüphane ve Bölümleri'ne ait mekanlardaki havanın ve alanın mikrobiyotasının tespitine daha önce (1991-1995 yılları arasında) olarak bulunmuş ve bu da bir çalışmamızda sonuçlandırılmıştır (134, 135).

Topkapı Sarayı Kütüphane ve Bölümleri'ne ait mekanlardaki havada bulunan sporlardan açık Petri kabı yöntemiyle alınan örnekler etüvde tutularak koloni geliştirmeleri sağlandıktan sonra, kolonilerin her birinden hem doğrudan preparat hazırlanarak incelenmiş, hem de pasajları alınarak tüplerde bulunan eğri olarak katılaştırılmış besiyerlerine ekilmek suretiyle saf koloniler elde edilmiştir. Saf kolonilerin çıplak gözle görünüşleri ile, hazırlanan mikroskop preparatlarının incelenmesi ve konu ile ilgili başvuru kaynaklarındaki bilgilerle karşılaştırılması sonucunda bu kökenlerin cins düzeyinde tanımı yapılmış, bazılarının tür düzeyinde tanımlanması da mümkün olmuştur.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada ortamdaki havadan *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor*, *Alternaria sp.*, *Eupenicillium sp.*, *Acremonium sp.*, *Epicoccum sp.*, *Fusarium sp.*, *Chaetomium sp.*, *Scopulariopsis sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Curvularia sp.*, *Monascus sp.*, *Geotricum sp.*, *Stemphilius sp.* ve maya mantarları ayrılmıştır (135).

4.2. Saf kültürlerle ait inceleme bulguları

İncelediğimiz eserlerden aldığımız örneklerden hazırlanan saf kültürler çıplak gözle ve mikroskopta ve gerektiğinde lam kültürleri yapılarak incelenmiş ve etkenlerin tanımına esas oluşturan yapı özellikleri aranarak kayıt edilmiş, sırasında fotoğraflarla belgelendirilmiştir.

4.2.1. Saf kültürlerin çıplak gözle ve mikroskopta incelenmesinden elde edilen bulgular

4.2.1.1. Kağıt örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular

Kağıt örneklerinden yapılan kültürlerde siyah renkli, yüzeyi tozlu ve tıknaz tanecikli görünümde, alt kısmı beyaz renkte mantar kolonileri gelişmiştir. Bunlardan yapılan mikroskop preparatlarında düz duvarlı kahverengimsi yarı şeffaf konidyoforlar, toparlak veziküller üzerinde şeffafimsi

kahverengi metulalar ve fıyalidler bulunan siyah konidili başlar ile toparlak veya toparlağa yakın, dikenli kahverengi konidiler gözlemlenmiştir (Şekil 35, 36).

4.2.1.2. Ahşap örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular

Ahşap eserleri tutan mikroorganizma cinslerini ve ahşabın dokusunda oluşturdukları değişiklikleri incelemek amacıyla çalıştığımız çeşitli örneklerle ilgili bulgularımız üç grupta toplanarak sunulmuştur.

a) Sardes Bin Tepeler Tümülüsü odun buluntularına ait saf kültürlerle ilgili bulgular

Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından gelişen ilk koloniler, bir kısmı krem kıvamında, diğerleri küf kolonileri olarak çeşitlilik göstermiş ve bunların hepsinden saf koloniler elde edilerek tanımda kullanılmak üzere tipik özellikleri incelenmiştir (Şekil 37).

a.a) Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından alınmış olan “A-11”, “A-12”, “A-13” ve “Etüd-3” numaralı örneklerden sarı renkli, merkez kısmı tek merkezli (konsantrik) halkalar şeklinde olan krem kıvamında kültürler gelişmiştir. Bu kültürlerin Gram boyası ile hazırlanan mikroskop preparatlarında saf kültür halinde Gram olumlu kokların geliştiği görülmüştür (Şekil 38, 39).

a.b) Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden saf koloniler halinde iki değişik mantar ayrılmıştır. Birincisi beyaz miselli, konidi gelişen kısımları soluk gri yeşil, tıkHz, tanecikli, hafif oluklu, su damlacıklı, arkası soluk sarı renkte koloniler olup mikroskop preparatlarında duvarları hafifce girintili çıkıntılı konidyoforlar üzerinde *Penicillium*’lara özgü fırçamsı biçim oluşturan tek kademeli ampul biçimli fıyalidler, elips biçiminde, düz duvarlı ve düzensiz dizilmiş yeşil renkte konidiler gözlemlenmiştir (Şekil 40, 41). Bu preparatlarda aynı zamanda kahverengi cleistothecium’lar içinde sarı renkli, elips biçiminde hafifce pürüzlü duvarlı askosporlar da görülmüştür.

Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden ayrılan ikinci mantarın kolonileri koyu zeytin yeşili, kadifemsi, merkezi kubbemsi, tek merkezli

(konsantrik) halkalı ve ışın dağılımında, arkası siyah renktedir. Bunlardan yapılan mikroskop preparatlarında koyu renk pigmentli (dematiaceous) vejetatif hifler, konidyoforlar ve konidiler gözlemlenmiştir. Bölmeli hiflerden biraz farklılaşmış ve dik olarak çıkan, düz, dallanmasız veya sadece uç kısmında dallanan, kırılğan, konidilerin kopma yeri izleri (hila) belirgin olan konidyoforlar ve bölmeli dallanan akropetal konidi zincirleri ile konidyoforun birçok yerinden üretilen uzun iğ veya elips biçimli, düz duvarlı ve bölmeli blastokonidiler bulunduğu ve bu blastokonidi zincirlerinin en ucundaki genç konidilerin (ramokonidiler) bölmesiz olduğu da gözlemlenmiştir (Şekil 42).

a.c) Bin Tepeler 89 Tümülsü odun buluntularından “A-19” numaralı örnekten yapılan kültürde iki koloni birlikte gelişmiş (Şekil 43), bunlardan birincisinin saf kültürleri “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden gelişenlere benzer görünümde, beyaz miselli, konidi gelişen kısımları soluk gri yeşil, tıkHz, tanecikli, hafif oluklu, su damlacıklı, arkası soluk sarı renkte koloniler şeklinde üremiştir. Bunların mikroskop preparatlarında da yine hafifce pürüklü duvarlı konidyoforlar üzerinde tek kademeli ampul biçimli fiyalidler, elips biçiminde, düz duvarlı ve düzensiz dizilmiş yeşil renkte konidilerden oluşan fırçaya benzer biçimli *Penicillium*’a özgü yapı gözlemlenmiştir. Bu preparatlarda da kahverengi cleistothecium’lar içinde sarı renkli, elips biçiminde hafifce pürüzlü duvarlı askosporların bulunduğu görülmüştür.

Diğeri tıkHz, merkezi bombeli, kısmen ışın dağılımında, su damlacıklı, kenarları beyaz miselli, rengi kükürt sarısı, pamuksu, arkası turuncu renkte koloniler geliştirmiştir (Şekil 44, 45). Bunlardan yapılan mikroskop preparatlarında düz duvarlı konidyoforlardan doğan metulalar ve ampul biçimli uçları küt biten fiyalidlerin oluşturduğu iki veya üç kademeli fırça biçimli tipik yapılar ve toparlak veya elips biçiminde düz duvarlı konidi zincirleri gözlemlenmiştir. Bu preparatlarda kahverengi cleistothecium’lar, elips biçimli dikenli askosporlar da görülmüştür (Şekil 46).

a.d) Sardes Bin Tepeler 89 tümülsünde ele geçen ahşap buluntulardan alınan “Etüd 1” numaralı örnekten, eğri SDA besiyerinde yaklaşık bir aylık kültür süresi sonunda saf olarak gelişen beyaz tüylü bir koloni görülmüştür (Şekil 47). Bu koloninin preparatında *Histoplasma capsulatum*’un saprofit şeklini düşündüren tüp biçiminde dar konidyoforların üzerinde doğan yuvarlak veya armut biçimli dikenli makrokonidiler ve ayrıca mikrokonidiler gözlemlenmiştir

(Şekil 48). Bu mantar için ileri tanım yöntemlerine başvurulmuş ve bununla ilgili bulgular 4.2.2.1, 4.2.2.2 ve 4.2.2.6'da sunulmuştur.

H. capsulatum'un SDA besiyerinde oda sıcaklığında gelişen kolonilerinin başlangıçta beyaz veya güderi rengi-kahverengi olduğu, bu iki morfolojik tipin Berliner tarafından tip A (albino) ve tip B (kahverengi) olarak adlandırıldığı, tip B'nin subkültürlerinde tip A'ya dönüşebildiği, ayrıca taze kültürlerinde bol mikrokonidi bulunduğu bildirilmiştir (104, 116). Etüd 1 numaralı örnekten gelişen ilk koloni yaşlanmayla da beyaz kalmış, fakat subkültürlerinde önce beyaz sonra sarımsı güderi rengine dönmüştür (Şekil 49).

Kaynaklarında belirtildiği şekilde (74, 75, 116, 123), *H. capsulatum*'un yaşam çevriminde çeşitli yapı ve şekiller görülür. Eğri SDA'da oda sıcaklığında kültürler başlangıçta ağır gelişen, küçük, beyaz, pamuksu görünümündedir, zamanla gelişme hızı artar ve koloninin merkez kısmı sarı, ten rengi veya kahverengine dönüşür, giderek tozlu bir görünüm alır. *H. capsulatum* kültürlerinin sporlanmasını teşvik etmek için PDA veya maya özütü fosfat agarında 25-30°C'de 7-10 gün ve koloni özellikleri ile konidi üretme kabiliyetini uzun süre kaybetmeden sürdürülebilmesi için GLA besiyerinde kültür yapılması önerilmiştir.

Bu mantarda mikromorfoloji besiyerine, koşullara ve kökene bağlı olarak çok çeşitlidir. Hifler ince ve kırılğandır, dallanır. Konidileri alöryokonidi, mikrokonidi ve makrokonidi biçimindedir. Kısa ayak hücreleri üzerinde veya hiflerin ucunda doğan makrokonidiler geniş, küre veya armut biçiminde, dış cidarı dikenli, siğilli ve/veya yumru denilen şekilde çıkıntılıdır. Yumrulu makrokonidiler bu cinsin tanımına hizmet ederler. Mikrokonidiler ekseri düz duvarlı, küre, armut veya puro biçiminde, bir kısmı 2 hücreli veya ikincil konidiler oluşturmak üzere tomurcuklanmıştır ve bu cinsi benzer diğer mantarlardan ayırıcı özelliklerdedir (Şekil 50).

Ayırdığımız kökenden de yukarıda belirtilen ince yapıları araştırmak amacıyla Petri kutusundaki katılaştırılmış SDA, PDA ve GLA besiyerlerine pasajlar alınmış, koloni yapıları ve çeşitli zaman aralıklarıyla çok sayıda preparat yapılarak ürettikleri mikrokonidi ve makrokonidi tipleri incelenmiştir (Şekil 50, 51). Kökenin bu besiyerlerindeki gelişmelerinden yapılan preparatlarda ince şeffaf hifler; *H. capsulatum*'a özgü hem toparlak hem de puro biçimli mikrokonidiler ve aleurioconidium'lar, siğilli, dikenli ve yumrulu makrokonidiler ile birlikte düz duvarlı makrokonidiler (klamidokonidiler) ve ayrıca zincir şeklinde dizilmiş tek tek hücreler

gözlemlenmiştir (Şekil 51). Böylece kaynaklarda belirtilen ince yapıların tamamını elde edip görmek mümkün olmuştur.

b) III. Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarına ait saf kültürlerle ilgili bulgular

III. Ahmed Çeşmesi müzeyyen ahşap saçaklarından alınan odun örneklerinden iki farklı mantar kolonisi gelişmiştir. Birincisinde beyaz miselli, konidileri geliştikçe rengi donuk yeşile dönen, arkası soluk, yüzeyi pürüklü görünümde; mikroskop preparatlarında düz duvarlı, çoğunluğu tek kademeli, nadiren iki kademeli metulalar, ampul biçimli fiyalidler ile toparlak, düz duvarlı, sütunlar oluşturan konidiler görülmüştür (Şekil 62, 63).

Diğer koloni ise tozlu görünümde, beyaz miselli olup, arkası CD besiyerinde merkez kısmı turuncumsu sarı olmak üzere etrafı beyaz; MEA besiyerinde de turuncumsu sarı olup besiyerine yayılan sarı renkli çözünebilir pigment üretmiştir (Şekil 64, 65). Bu kolonilerden yapılan mikroskop preparatlarında basit, dik çıkan şeffaf konidyoforlar üzerinde bir hücreli, çoğunluğu ince uzun, bir kısmı oval, toplar halinde birbirine yapışan konidiler görülmüştür (Şekil 66).

c) Ahşap eve ait saf kültürlerle ilgili bulgular

Büyükada'daki "ahşap ev"den alınan bozulmuş odun örneklerinden yapılan kültürlerde iki farklı mantar kolonisi gelişmiştir. Bunlardan biri CD besiyerinde sınırlı gelişmiş, MEA'da ince, yaygın, seyrek beyaz miselli, konidi oluşumuna bağlı olarak yeşil beyaz alacalı ve tozlu görünüm sergilemiştir (Şekil 67). Mikroskop preparatlarında tipik şekilde üçlü dallanan ince uzun konidyoforlar üzerinde toparlağımsı veya elips biçimli konidiler belirlenmiştir (Şekil 66).

Diğer mantar ise CD ve MEA besiyerlerinde beyaz, yün veya keçe görünümünde, merkezi yoğun fiyalid gelişmesiyle kabarık (sporodochia), arkası sarımsı, hızlı gelişen (4 günde yaklaşık 3cm çapında) koloniler halinde üremiştir (Şekil 69). Bunlardan yapılan mikroskop preparatlarında bol mikrokonidi ve makrokonidiler görülmüştür. Bu saptamalar *Fusarium* cinsini düşündürmüş, tür düzeyinde tanıma gidebilmek için ayrıca OA besiyerine de pasaj almarak koloni ve ince yapı özellikleri incelenmiş, mikrokonidilerin söbemsisi, armut biçimli ve iğsi; makrokonidilerin de hafifce bükük, iki veya daha fazla bölmeli oldukları belirlenmiştir. (Şekil 70). Preparatlarda çok sayıda toparlak, düz duvarlı ara klamidokonidi zincirleri de gözlemlenmiştir (Şekil 71).

4.2.1.3. Dokuma örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular

Tezimizde dokumalarda karşılaşılan mikrobiyoloji kökenli bozulmayı örneklemek amacıyla çalıştığımız İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğüne ait Bizans dönemi dokuma parçalarına ait kırıntılardan saf kültür halinde pamuksu, siyah alt kısmının üzerinde gri renkte hava miselleri bulunduğu kırçılı görünümde, arkası koyu kahverengi ve hızlı gelişen (7 günde yaklaşık 4.5 cm çaplı koloniler üremiştir (Şekil 72). Bunlardan yapılan mikroskop preparatlarında düz veya hafif bükük ve bölmeli koyu renkli (dematiaceous) bazıları basitçe dallanan konidyoforların tepesinde oluşan kahverengi, düz duvarlı, dar oval veya söbems, enine ve boyuna bölmeli (muriform), akropetal gelişim gösteren, en üstteki hücresi gaga denilen silindirik biçimli bir çıkıntı halinde olan makrokonidiler bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 73).

Benzerlik gösteren muriform konidili dematiaceous mantarlar içinde *Alternaria*, *Ulocladium* ve *Stemphylium* cinslerinin olasılıkları dikkate alınmış; bölmesiz ve dallanmasız konidyoforlar üreten *Stemphylium*'dan ve basipetal gelişim gösteren *Ulocladium*'dan farklı yapısı göz önünde tutularak *Alternaria* üzerinde durulmuştur.

4.2.1.4. Deri örneklerinden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular

Deri eserleri tutan mikroorganizmaların örneklenmesi amacıyla çalıştığımız Latince ilahiler içeren parşömen elyazmadan SDA besiyerinde saf kültür halinde, beyaz, kadifemsi kısa tüylerle örtülü disk şeklinde ve besiyerinin yüzeyinden dibe doğru da gelişme eğiliminde, tıkmaz, yavaş gelişen (onbeş günde yaklaşık 1.5 cm çaplı) koloniler geliştiren bir mantar üretilmiştir (Şekil 73), buradan hazırlanan lam lamel arası preparatlarda ince, girift, steril hiflerle karşılaşmıştır. Bu mantar için ileri tanım yöntemlerine başvurulmuştur.

4.2.1.5. Karışık malzemeli örneklenden elde edilen saf kültürlerle ilgili bulgular

Karışık malzemeli eserleri tutan mikroorganizmaları örneklemek amacıyla çalıştığımız yağlıboya tuval resimlerinden "Görme biçimleri serisi tablo 2 ve 3"den alınan örneklerden saf kültür halinde basık, kadifemsi, beyaz miselli, konidi gelişimine bağlı olarak grimsi yeşil, çağla yeşili ve daha sonra merkez kısmı pembemsi bej renk alan; tıkmaz, tanecikli, arkası soluk sarımsı koloniler gelişmiştir (Şekil 75). Hazırlanan lam lamel arası preparatlarda uzun, düz duvarlı dallar üzerinde

tek kademeli, kısa boyunlu, ince uzun metulalar ile toparlağımsı veya elipse yakın biçimde, duvarları düz veya çok hafif pürüzlü konidyumlar görülmüştür (Şekil 76).

“Nü” adlı tablodan alınan örneklerden saf kültür halinde soluk ve kirli sarımsı yeşil renkte, yüksek hava miselleri olan, seyrek tanecikli görünümde, arkası renksiz koloniler gelişmiştir (Şekil 77). Bu koloniden yapılan mikroskop preparatında Zygomycetes’e özgü şeffaf, kalın, bölmesiz hifler ile hem kısa hem uzun sporangiforlar, çeşitli büyüklüklerde ve kısmen patlamış şeffaf sporangium’lar ve sporangiosporlar görülerek *Mucorales* içindeki cinsler üzerinde durulmuştur. Sporangioforları birleştiren stolon’lar üzerinde köksü olup olmadığı ve varsa yeri aranmıştır. Köksü bulunmadığı görülmüş ve bu mantar *Mucor sp* olarak tanımlanmış, ancak bu cinsin tüm türlerini içeren yeni bir kaynağa ulaşamadığından tanım cins düzeyinde bırakılmıştır (Şekil 78).

Kağıt üzerine tezhipli “güzel yazı levhası”ndan ise saf kültür halinde hızlı gelişen, hafif tanecikli görünümde, sarımsı beyaz renkte miselli, konidi gelişmesiyle yeşil tonlarında harelili renk alan, su damlacıkları renksiz, arkası soluk sarımsı koloniler gelişmiştir (Şekil 80). Bu kolonilerden yapılan mikroskop preparatlarında hiflerden çıkan ince düz duvarlı saplar üzerinde az sayıda dalı olabilen, iki-üç kademeli fırça biçimli yapılar oluşturan kısa metulalar, ampul biçiminde kısa boyunlu fialidler ve toparlağımsı veya elips biçimli, düz duvarlı konidler gözlemlenmiştir (Şekil 81).

4.2.2. Tanımı destekleyici ve tamamlayıcı deneylere ait bulgular

4.2.2.1. Dimorfizm

Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından alınan “Etüd 1” numaralı örnekten ayırdığımız ve *Histoplasma capsulatum*’un saprofit şeklini düşündüren kökenin, (koloni yapıları ve pürüklü duvarlı makrokonidileri açısından yakın benzerlik gösteren ama mikrokonidi ve yumrulu makrokonidi üretmeyen ve 37°C’de gelişmedikleri bildirilen) diğer saprofit mantarlar olan *Sepedonium*, *Chrisosporium* ve *Remiospora flavissima*’dan ayırt edilmesi için, mikrokonidi üretmesine ek olarak dimorfizminin gösterilmesi gerekmiştir (104).

Eski yayınlarda, bu mantarı *Sepedonium*’dan ayırmak için hayvan inokülasyonu metodları sayılmış, bir örnek olarak Ajello tarafından fındık farelerinin periton boşluğuna verildiğinde tek

bir sporla bile infeksiyon oluşturduğu için zerkten 4 hafta sonra hayvanların öldürülmesi, dalak ve karaciğerlerinin antibiyotikli buyonda ezilmesi, elde edilen asıttan SDA besiyerine sürülerek kültür yapılması gibi deneyler önerilmiştir (120). Sonraki çalışmalarla hem *Histoplasma* hem de onunla karışabilen diğer mantarlarla ilgili bilgiler gelişmiş, tanım yöntemi de değişmiştir. Yeni literatürlerde *H.capsulatum* 'un kesin tanımı için dimorfizmin (iki yapının) gösterilmesi gerektiği bildirilmektedir (75, 104).

In vivo koşullar oluşturularak *H.capsulatum* 'un saprofit aşamadan parazit aşamaya dnştirlebilmesi için Francis'ın kanlı glukoz ve sistinli ağarı gibi bazı besiyerlerine art arda pasajlar yapılarak yüksek nemli ortamda, 37°C'de tutulması önerilmiştir. Zaman içinde çeşitli besiyerleri tarif edilmiş olmasına rağmen hepsinin ortak özelliği taze tam kanla zenginleştirilmeleridir. Kanın bayatlayarak bozulmaya başlaması durumunda gelişmenin baskılandığı bildirilmiştir (18, 30, 75, 104, 114, 123).

Bu mantarın SDA besiyerindeki miselli kolonilerinden Petri'de katılaştırılmış BGC besiyerlerine üç nokta halinde ekimler yapılmış ve etüvde 37°C'de nemli ortamda bekletilmiştir. "Etüd 1" numaralı örnekten, merkezi gri, dış kısmı halka şeklinde beyaz, bol havai miselli, kenarları saaksı, yüzeyi buruşuk koloniler gelişmiş; tekrarlanan pasajlarda rengi giderek açılmış, ten rengine ve sonra da beyaza dönmüş; giderek miselli kolonilerin bazı bölümleri maya şeklinde gelişmeye başlamıştır (şekil 52, 53). nce besiyerinin yüzeyinde kabuk tarzında ve sert, sonra krem kıvamında, buruşuk ve sincabi renkte maya kolonileri gelişmiştir (şekil 54, 55).

Maya tarzında gelişen kolonilerden Gram boyasıyla hazırlanan preparatlarda parçalanan hifler ve oval maya hücreleri gözlemlenmiştir (şekil 56).

4.2.2.2. Teleomorf şekiller

Son yıllarda kabul gören adlandırma ve tanım yöntemi mantarın üreme döngüsüne yöneliktir çünkü eşeyli yapıların taksonomik olarak eşeysiz yapılardan daha anlamlı olduğu düşünülmektedir. Böylece teleomorfu bilinen mantarların sınıflaması teleomorfuna dayandırılmaktadır (85, 109). Bu sebeple tez çalışmamız sırasında eşeyli şekli bildirilmiş olan mantarlarla karşılaşıldığında tanımı tamamlamak üzere bu kökenlerin eşeyli şekilleri de aranmıştır.

Sardes “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden ayrılan iki farklı mantardan birincisine ait saf kültürlerin preparatlarında kahverengi cleistothecium’lar içinde sarı renkli, elips biçiminde hafifçe pürüzlü duvarlı askosporlar da görülmüştür (Şekil 40). “A-19” numaralı örnekten elde edilen saf kültürlerden yapılan preparatlarda da kahverengi cleistothecium’lar içinde sarı renkli, elips biçiminde hafifçe pürüzlü duvarlı askosporlar da görülmüştür (Şekil 46). Daha ileri yöntemlere başvurmayaya gerek kalmaksızın seçici besiyerlerindeki üç nokta ekimlerinde eşeyli şekilde elde edilen bu mantarların söz edilen özellikleri bunların tanımında kullanılmıştır.

Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsünde ele geçen ahşap buluntulardan alınan “Etüd 1” numaralı örnekten elde ettiğimiz saf kolonilerinin çıplak gözle ve mikroskop altındaki incelenmesinden ve tanımı destekleyici deneylerde dimorfizminin gösterilmesinden sonra mantar bu aşamada *Histoplasma capsulatum* Darling olarak tanımlanmıştır. Tanımı tamamlamak üzere elde ettiğimiz bu kökenin de eşeyli şekli aranmıştır. Bu amaçla *H.capsulatum*’un eşeyli şekli ile ilgili bilgilere ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bilindiği gibi *H.capsulatum*’un eşeyli şeklinin tanınmadığı dönemin sonunda 1972 yılında Kwon-Chung tarafından heterotallik tam şekli bulunup *Emmonsia capsulata* olarak adlandırılmaya kadar bu mantar Deuteromycota’da sınıflandırılmıştır. Daha önceleri eşeyli şekli *Gymnoascus demonbreunii* olarak bildirilmişse de sonra bu homotallik toprak askomisetinin *H.capsulatum*’la ilişkili olmadığı ama aynı doğa ortamını paylaştığı bulunmuştur. Mantar, 1984’de McGinnes ve Katz tarafından tekrar çalışılmış ve *Ajellomyces* ile *Emmonsia* arasında anlamlı bir fark olmayıp eşanlamlı (sinonim) oldukları bildirilmiştir.

Ajellomyces capsulatus (*E.capsulata*) heterotalliktir ve Ascomycota’da Onygenaceae ailesinde sınıflandırılır. Cleistothecium, karşıt çiftleşme kökeninin bir hifinin etrafına sıkıca kangal şeklinde sarılan ve yapıcı farklılaşmamış bir hiften oluşur. Genç cleistothecia toparlak veya toparlağa yakındır, askokarpın merkezinden ışınal olarak 8-10 peridyal hif çıkar. Olgun gymnothecium’lar küre biçimli, ten rengi pigmentli ve boyutları 80-250 µm aralığında çaptadır. Askar armut biçimindedir. Askosporlar toparlak, sekiz tane, şeffaf, ışık mikroskopunda düz cidarlı görünümde (aslında pürüzlü) ve 1.5 µm çapındadır. *H.capsulatum*’un topraktan elde edilenlerde çiftleşme tiplerinin dağılımı (+) ve (-) çiftleşme tiplerinde yaklaşık 1:1’dir. Heterotallik bir mantar olan *H.capsulatum*’un YEA, SEA gibi bir katı besiyerinde, uyumlu iki (+) ve (-)

izolatı eşleştirildiğinde cleistothecium'lar oluşturarak Ajellomyces durumunda ürettiği bildirilmiştir (4, 74, 75, 104).

Bu bilgilerin ışığı altında, cleistothecium oluşturup oluşturmayacaklarını görmek üzere bu kolonilerden Petri'deki YEA ve SEA besiyerlerine pasajlar alınmıştır. Burada gelişen kolonilerden düzenli ve sık aralıklarla preparatlar yapılmış ve üretilen cleistothecium'lar ile ask ve askosporlar mikroskop altında gözlemlenmiştir (Şekil 57, 58, 59).

4.2.2.3. Yüksek sıcaklıkta gelişme

Ahşap materyallerimizden Sardes "A-1" ve "Etüd 12" numaralı örneklerden gelişen eşeyli koloninin *Eupenicillium alutaceum* olabilmesi olasılığı üzerinde durulmuştur. Bu türün yakından ilgili olduğu ve 37°C'de çok yavaş geliştiği bildirilen *E.erubescens*'den ayırtedilmesi için tüpteki eğri olarak katılaştırılmış CD besiyerine ekim yapılarak etüvde 37°C'de bekletilmiş, gelişme hızında düşme olmadığı görülmüştür.

Sardes "A-19" numaralı örnekten gelişen eşeyli mantar kolonisinin çıplak gözle ve mikroskop altında yapılan incelemelerinde görülen yapı özelliklerinin *Eupenicillium crustaceum*'a uyduğu anlaşılarak, bu türün tanımını destekleyici özellik olan 37°C'de gelişmenin baskılanması denenmiştir. Bu mantardan tüpteki eğri SDA, CD ve MEA besiyerlerine ekim yapılarak 37°C'lik etüvde onbeş gün bekletilmiş, üreme olmadığı saptanmıştır.

Ahşap üçüncü grup materyalimizi oluşturan Büyükkada'daki ahşap eve ait örneklerden ayırdığımız mantarın saf kültürlerinin çıplak gözle ve mikroskop altında görülen yapı özelliklerinin *Fusarium* cinsine ait olduğu anlaşıldıktan sonra tür tanımına götüren bazı yapı özelliklerinin (PDA'da yuvarlak mikrokonidiler geliştirmesi, tipik ara klamidokonidi zincirleri) yanısıra tanımı destekleyici olarak 35°C'nin üzerinde gelişmesinin baskılanıp baskılanmadığı aranmıştır. Köken yeniden tüpteki eğri SDA ve PDA besiyerlerine ekilerek onbeş gün etüvde tutulmuş, gelişme olmamıştır.

Dokuma örneğimizden ayırdığımız ve *Alternaria* cinsine ait olduğunu düşündüğümüz mantarın tür ayırımında kullandığımız diğer özelliklerinin (gelişme hızı, makrokonidi biçimi) yanısıra 31-32°C'de gelişmenin baskılanıp baskılanmadığı üzerinde de durulmuş, mantar etüvde 31°C'de

onbeş gün tutularak izlenmiş, baskılandığı belirlenmiştir. Bu özellikten tür düzeyinde tanım için yararlanılmıştır.

Deri örneğimizi oluşturan parşömen elyazmadan ayırdığımız kısa beyaz tüylü disk şeklindeki tüküz şeffaf hifli steril kökenin *Tricophyton* cinsine ait olabileceği düşünülmüştür. Bu mantarların 37°C’de SDA besiyerinde iyi geliştiği bildirilmiştir (123). Tipik yapı özelliklerini ortaya çıkarabilmek ve konidi oluşturmaya teşvik etmek amacıyla köken yeniden Petri’deki SDA besiyerine ve PDA besiyerine de ekilmiş, etüvde 37°C’de bekletilmiştir. Gelişmenin oldukça yavaş olduğu gözlemlenmiştir. Buradan yapılan mikroskop preparatlarında gözyaşı damlası şeklinde, şeffaf mikrokonidyumlar, çok sayıda klamidokonidi zincirleri ile daha az sayıda olmakla beraber ince (hif kalınlığında), oldukça uzun, çok bölmeli makrokonidiler gözlemlenmiş ve bu bulgular mantarın tanımında kullanılmıştır (Şekil 74).

4.2.2.4. Pigment oluşturma

Sardes “A-19” numaralı örnekten ayırdığımız *E.crustaceum* olduğunu düşündüğümüz mantarın saf kolonilerinin turuncumsu pigment oluşturmaya bu mantarın ayırtıcı özelliklerinden biri olduğundan bu bulgudan kökenin kesin tanımında yararlanılmıştır.

III. Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarından ayırdığımız ve çıplak gözle ve mikroskop altında gözlemlediğimiz yapı özelliklerinden *Acremonium* olduğunu düşündüğümüz ikinci mantara ait saf kültürlerin besiyerine yayılan koyu sarı renkte belirgin çözünebilir pigment üretmesi tür tanımında kullanılmıştır.

Büyükada’daki ahşap eve ait örneklerden ayırdığımız mantarın saf kültürlerinde sarımsı pigment üretilmesi de tanımıda kullanılmıştır.

Dokuma örneğimizden ayırdığımız ve *Alternaria* cinsine ait olduğunu düşündüğümüz mantarın tür ayırımında kullandığımız diğer özelliklerinin yanısıra koloninin CD besiyerinde arkasının koyu kahverenkte olmasından da türünü belirlemede yararlanılmıştır.

4.2.2.5. Su damlacıkları

Sardes “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden ayırdığımız ve *Eupenicillium alutaceum* olduğunu düşündüğümüz mantarın saf kolonilerinde ve A-19 numaralı örneklerden ayırdığımız *E. crustaceum* olduğunu düşündüğümüz diğer mantarın saf kolonilerinde bu ikincil özelliklerin bulunması da tanımı desteklemiştir.

4.2.2.6. Hemoliz

H. capsulatum’un BGC besiyerindeki kolonilerinin çevresi ile besiyerinin tüm yüzeyi Petri’nin arka tarafından incelendiğinde sadece bunların etraflarının renksiz ve saydam görüldüğü yani kökenin beyaz hemoliz yaptığı (kandaki eritrositleri parçaladığı) da gözlemlenmiştir.

4.3. Bütün bulguların toplu olarak değerlendirilmesi ve tanım

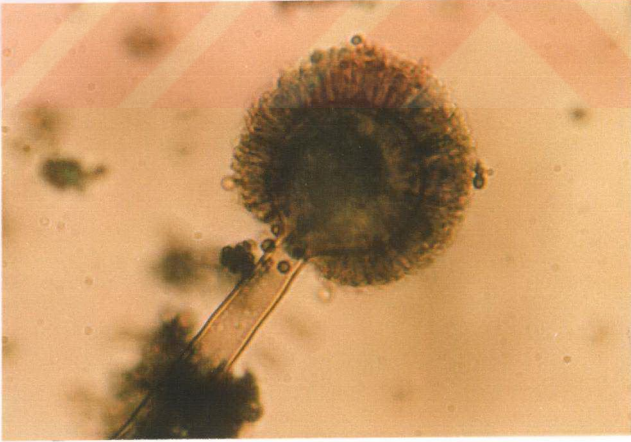
Bulgular toplu olarak değerlendirilerek ayrılan mantarların tür düzeyinde tanımına gidilmiş, bakteri kökenleri yalnızca Gram durumları itibarıyla belirlenmiştir. Bu bulgularla ilgili bir kısım bilgiler tabo 3’de özetlenmiş, değerlendirme ve tanım sonuçları ise örneklere göre ayrı ayrı ele alınarak aşağıdaki maddelerde sunulmuştur.

4.3.1. Kağıt eserlerden elde edilen mantarlar

Tezimiz kapsamında çalıştığımız bir özel koleksiyonda bulunan bir grup nadir baskı eserden alınan örneklerden yapılan saf kültürlerde gelişen mantar *Aspergillus niger* olarak tanımlanmıştır (101, 108, 114) (Şekil 35, 36).



Şekil 35. *Aspergillus niger* (SDA besiyerinde)



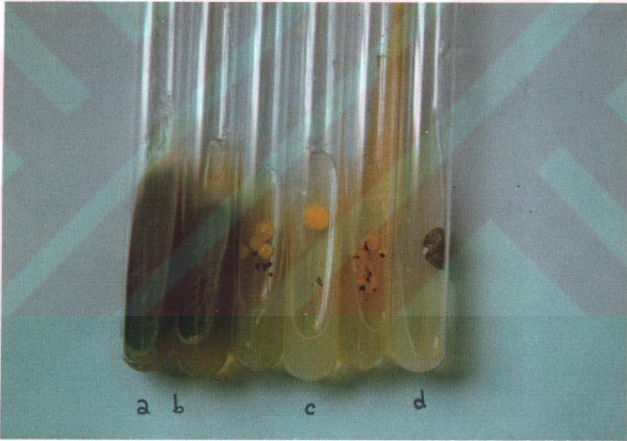
Şekil 36. *A. niger* (x1700)

4.3.2. Ahşap eserlerden elde edilen bakteri ve mantarlar

Ahşap eserleri tutan mikroorganizma cinslerini ve ahşabın dokusunda oluşturdıkları değişiklikleri incelemek amacıyla çalıştığımız çeşitli örneklerle ilgili bulgularımız üç grupta toplanmıştır.

a) Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından elde edilen bakteri ve mantarlar.

Tez çalışmamız sırasında incelediğimiz ahşap eserlerden Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü'nde ele geçen ahşap buluntu örneklerinden *Cladosporium sp.*, *Eupenicillium alutaceum* (anamorfu *Penicillium alutaceum*), *E.crustaceum* (anamorfu *P.gladiali*) ve *Ajellomyces capsulatus* (anamorfu *Histoplasma capsulatum*) kökenleri ve Gram pozitif koklar ayrılmıştır (Şekil 37).



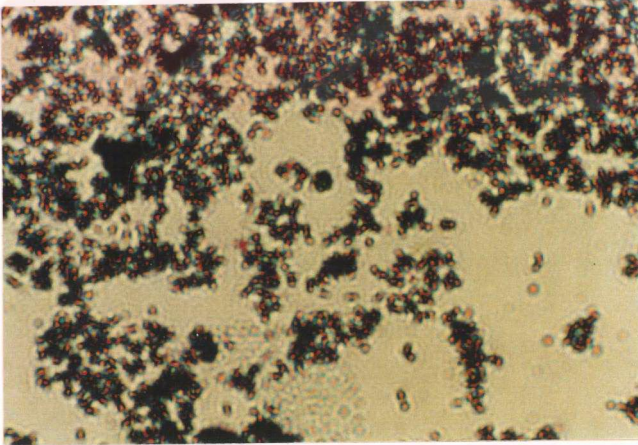
Şekil 37. Sardes odun buluntularından gelişen ilk kolonilerden bir grup : *Eupenicillium alutaceum* (a), *E. crustaceum* (b), Gram pozitif koklar (c), *Cladosporium sp.* (SDA besiyerinde)

Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından ayırdığımız mikroorganizmalar aşağıda ayrı ayrı örneklere göre belirlenerek verilmiştir.

“A-11”, “A-12”, “A-13” ve “Etüd 3” numaralı örneklerden saf kültür halinde Gram pozitif koklar ayrılmıştır (Şekil 38, 39).

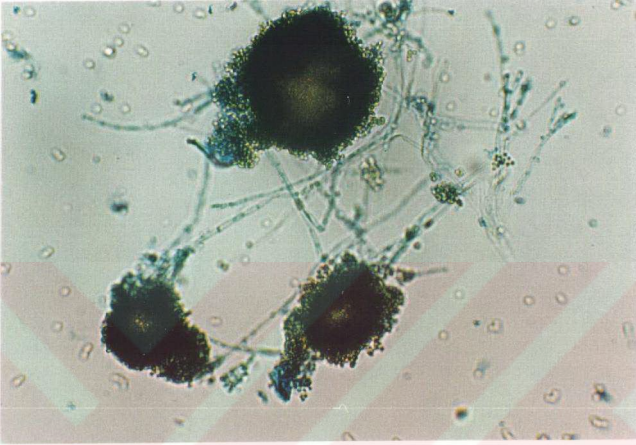


Şekil 38. Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü'ne ait toz ve parça halindeki örneklerle içiçe durumda gelişen bakteri kolonileri (SDA besiyerinde)

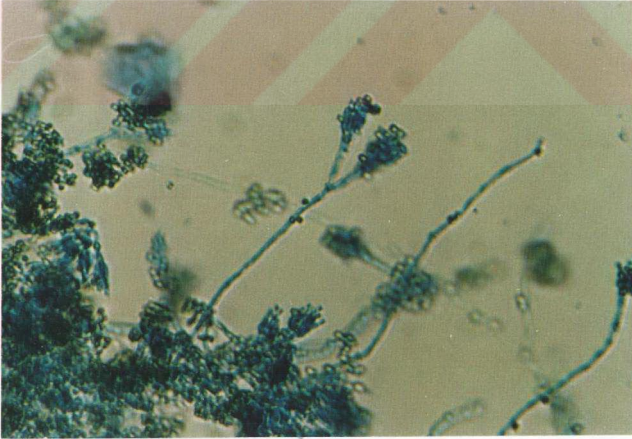


Şekil 39. “A-13” numaralı örneğe ait kültürde gelişen koklar (x 6350)

Sardes odun buluntularından “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden saf koloniler halinde ayırdığımız iki mantar kökeninden birincisi *Penicillium alutaceum*'un teleomorf şekli olan *Epenicillium alutaceum* olarak tanımlanmıştır (99, 101) (Şekil 40, 41).



Şekil 40. *E. alutaceum*'da ascomata, konidyofor ve konidyumlar (x1700)



Şekil 41. Aynı preparatın (*E. alutaceum*) değişik bir alanında konidili başlar (x1700)

Sardes Bin Tepeler 89 tümölüsü odun buluntularından “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden ayrılan koyu zeytin yeşili kadifemsi arkası koyu renkli ikinci mantar kolonileriden yapılan mikroskop preparatlarında bulunan koyu renk pigmentli vejetatif hifler, sadece uç kısmında dallanan, kırılğan, kopma yeri izleri (hila) belirgin konidyoforlar uzun iğ veya elips biçimli, düz duvarlı ve bölmeli blastokonidiler ile bölmersiz ramokonidiler gözlemlenmiştir (Şekil 42). Bu saptamalar doğrultusunda, her ikisi de dallanan akropetal konidi zincirleri üreten ve bu benzer yapı özellikleri sebebiyle birbiriyle karışabilen dematiaceous (hücre duvarlarında yeşil-siyah pigment bulunan) mantarlardan iki sinanamorf olan *Fonseca* ve *Cladosporium* cinsleri üzerinde durulmuştur. Polimorfik bir mantar olan *Fonseca*’da, biri *Cladosporium* tipinde olmak üzere üç tip konidi oluşturma şekli vardır. Ancak bu cins esasen birbirinden farklıdır ve *Cladosporium*’da dallanma daha az, hilum’lar çok belirgindir (85, 109, 123). Ancak, dematiaceous mantarların taksonomisindeki değişimleri ve ayrıca *Cladosporium* cinsinin kabul edilmiş bütün türlerini kapsayan doyurucu yeni bir literatüre ulaşamadığımızdan bu mantarın tanımı cins düzeyinde bırakılmıştır. Böylece Sardes Bin Tepeler 89 Tümölüsü odun buluntularından “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden ayrılan ikinci mantar *Cladosporium* sp. olarak tanımlanmıştır.



Şekil 42. *Cladosporium* sp., (a) koyu renk pigmentli hif ve konidyoforlar, (b) kopma yeri izleri (hila) (c) konidyumlar (x1700)

Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından “A-19” numaralı örnekten yapılan kültürde iki koloni birlikte gelişmiş, bunlardan biri *Eupenicillium alutaceum* olarak tanımlanmıştır. Diğerı çıplak gözle incelenen koloni yapısı (Şekil 40, 41) ve yapılan mikroskop preparatlarında görülen vejetatif ve eşeyli yapı özellikleri birlikte değerlendirilerek (Şekil 44, 45, 46) *Penicillium gladioli*’nin teleomorf şekli olan *E. crustaceum* olarak tanımlanmıştır (99, 102).



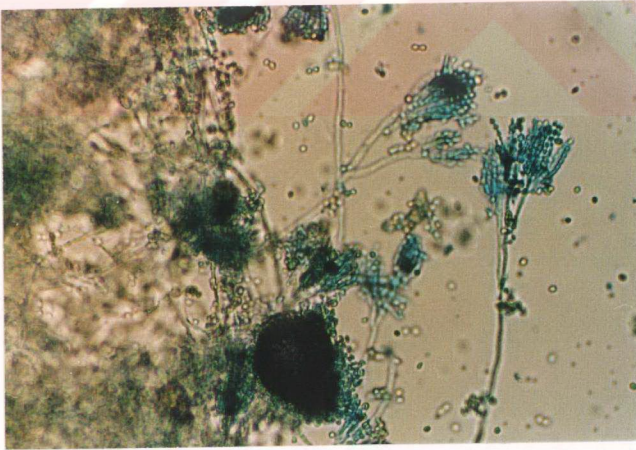
Şekil 43. “A-19” numaralı örnekten gelişen koloniler (SDA besiyerinde)



Şekil 44. *Eupenicillium crustaceum* kolonileri (CD ve MEA besiyerlerinde)

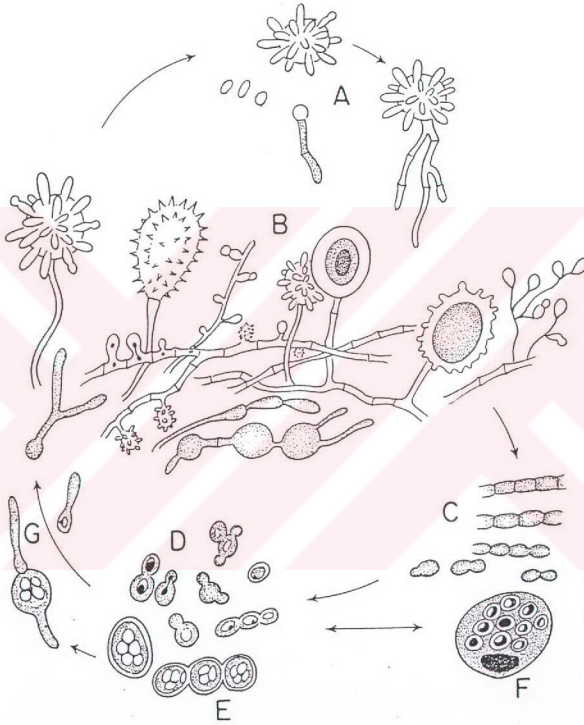


Şekil 45. *Eupenicillium crustaceum* kolonilerinin arkadan görünüşü (CD ve MEA besiyerlerinde)



Şekil 46. *E. crustaceum*'da ascomata, konidili başlar ve konidyumlar (x1700)

Sardes Bin Tepeler 89 tümülüsünde ele geçen ahşap buluntulardan alınan "Etüd 1" numaralı örnekten elde ettiğimiz saf kültür *Histoplasma capsularum*'un teleomorfı *Ajellomyces capsulatus* McGinnes ve Katz (*Emmonsia capsulata* Kwon Chung) olarak tanımlanmıştır (Şekil 47- 59).

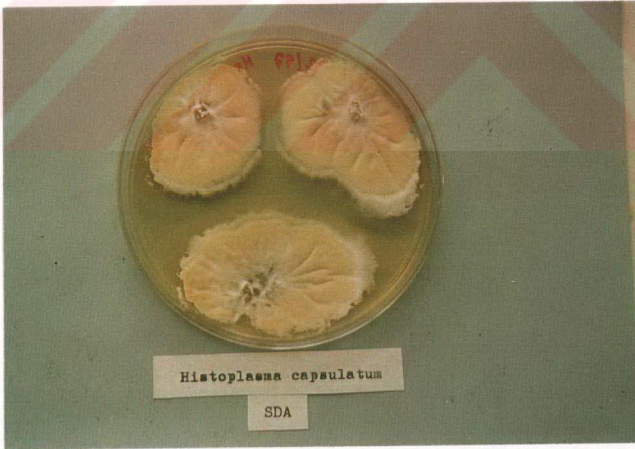


Şekil 47. *Histoplasma capsulatum*'un yaşam çevrimi (Sweany, 1960 : 41'den alıntı)

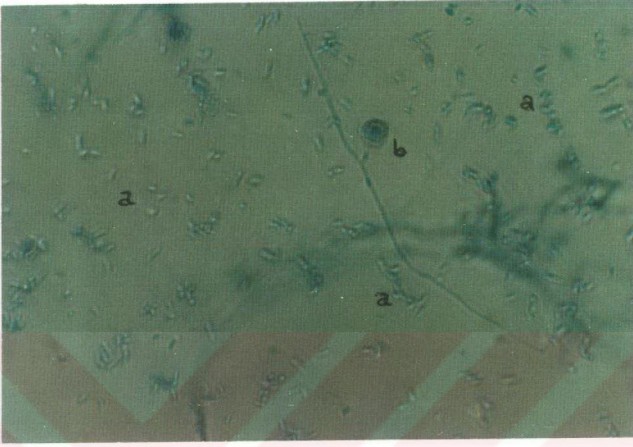
A. Çimlenme aşamasında yumruklı makrokonidyum ve düz mikrokonidiler, B. Makrokonidi, mikrokonidi klamidokonidiler ve hifli elemanların kültürde görülebilen çeşitli morfolojik şekilleri, C. Bir hif parçasının moniliform zincirler oluşturarak maya şekline dönüşmesi, D. Aktif olarak gelişen maya hücreleri, E. Yaşlı kültürlerde bulunan dev maya hücreleri, F. Maya aşamasının dokudaki görünümü, G. Maya hücrelerinin miselli aşamaya dönüşmesi



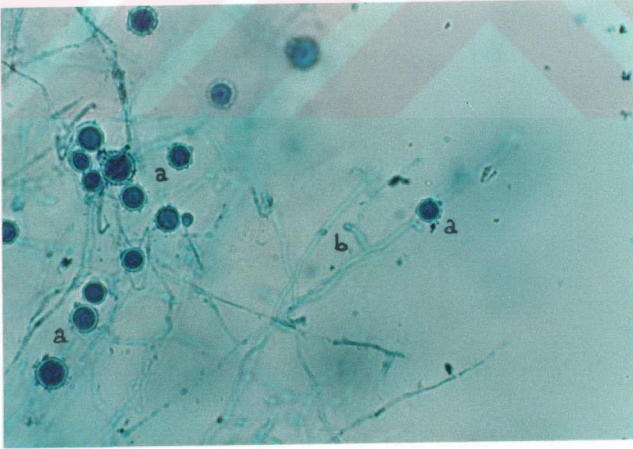
Şekil 48. *H. capsulatum* (SDA besiyerinde, örnekten elde edilen ilk kültür)



Şekil 49: İlk kültürden yapılan ekimlerde *H. capsulatum*'un güderi renginde kolonileri (SDA besiyerinde)



Şekil 50. *H. capsulatum*'da konidyumlar (a) ve makrokonidyum (b) (x 1700)



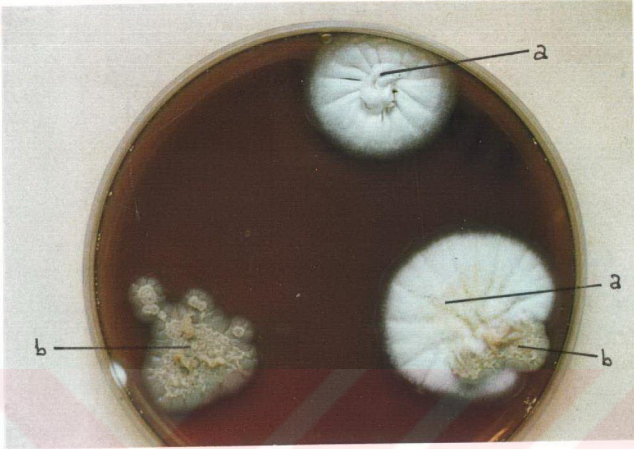
Şekil 51. *H. capsulatum*'da makrokonidyumlar (a) ve aleuroconidium (b) (x1700)



Şekil 52. *H. capsulatum*'un küf kolonisinden BGC besiyerinde (BHI+ L-sistein) maya kolonisine dönüşümünün ilk aşaması (10. gün)



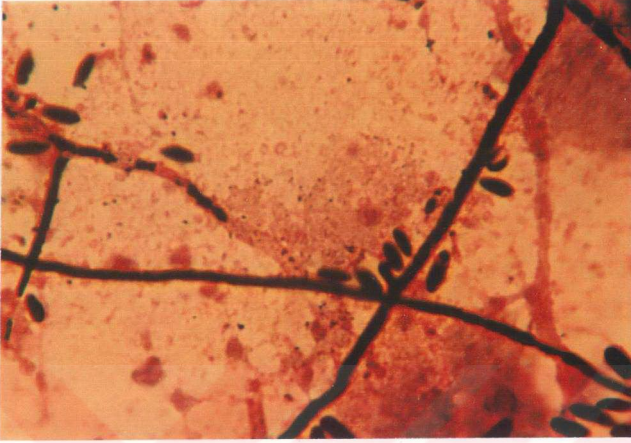
Şekil 53. Şekil 52'deki kültürün BGC besiyerinde tekrarlanan pasajlarında maya kolonisine dönüşümünün daha ilerideki aşamaları : (a) Konidyumlardan fakir, kadifemsi koloni aşaması, (b) Hiflerden fakir, artrokonidyumlardan zengin mayamsı koloni aşaması



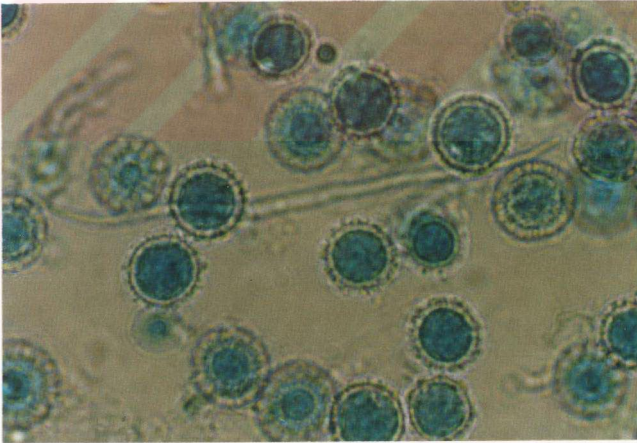
Şekil 54. Şekil 52'deki kültürün BGC besiyerinde tekrarlanan pasajlarında maya kolonisine dönüşümünün daha ilerideki aşamaları : (a) konidyumlardan fakir, kadifemsi koloni bölgesi (ok), (b) hiflerden fakir, artrokonidyumlardan zengin mayamsı koloni bölgesi (ok)



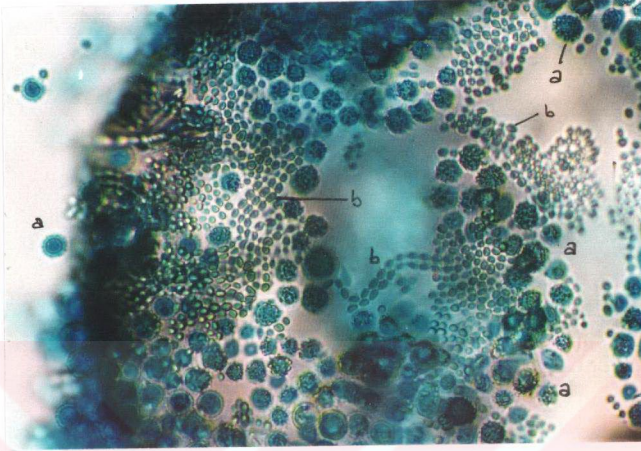
Şekil 55. *H. capsulatum* 'un BGC besiyerinde tekrarlanan küflü kolonisine ait ekimlerden sonra elde edilen maya kolonileri (maya kolonisine dönüşümün son aşaması)



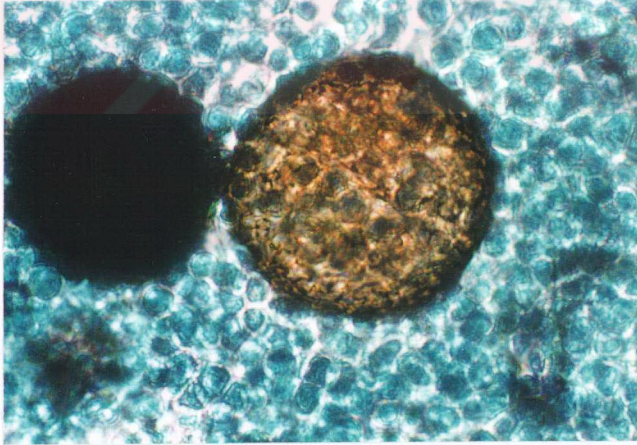
Şekil 56. *H. capsulatum*, parçalanmış hifler ve maya hücreleri (x6300)



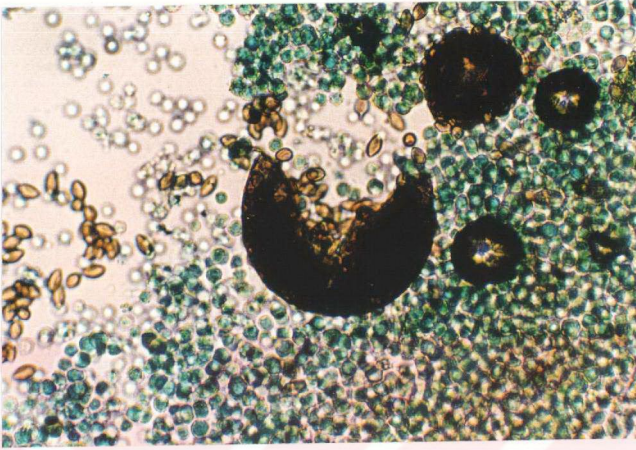
Şekil 57. *H. capsulatum*, SEA besiyerindeki mikromorfoloji; iyi gelişmiş çok sayıda makrokonidyumlar (Şekil 47 ile karşılaştırınız) (x6300)



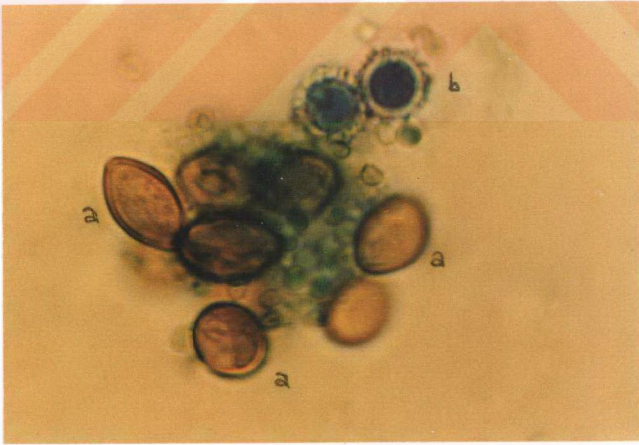
Şekil 58. *H. capsulatum*, SEA besiyerindeki mikromorfoloji; (a) makrokonidyumlar, (b) moniliform zincir oluşumu (x1700)



Şekil 59. *H. capsulatum*'un teleomorfu *Ajellomyces capsulatus*'da cleistothecium (x1700)



Şekil 60. *A. capsulatum*'da patlamış askokarp ve dağılan askılar (x670)



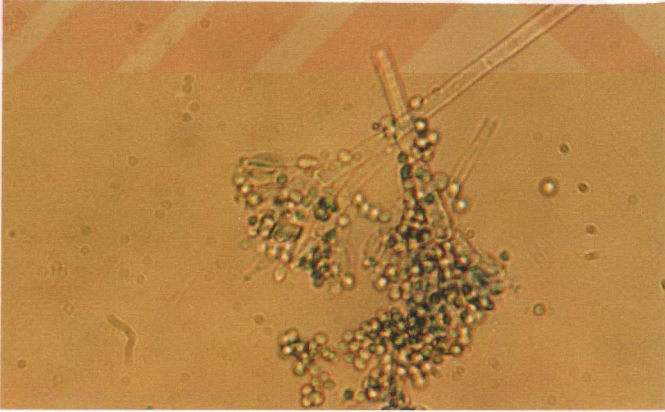
Şekil 61. *A. capsulatus*'da (a) askılar ve içlerinde askosporlar, (b) makrokonidyumlar (x6300)

b) III. Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarından ayrılan mantarlar :

III. Ahmed Çeşmesi müzeyyen ahşap saçaklarından alınan odun örneklerinden iki farklı mantar kolonisi gelişmiştir. Birinci *Penicillium frequentans* olarak tanımlanmıştır (Şekil 62, 63). Bu mantar yapı özellikleri açısından benzerlik gösteren türler olan *P. glabrum*'dan konidilerinin dikenli olmamasıyla, *P. spinulosum*'dan da yine konidilerinin pürtüklü olmamasıyla ayırdedilmiştir (99, 102).



Şekil 62. *Penicillium frequentans* (CD ve MEA besiyerinde)



Şekil 63. *P. frequentans* (x1700)

III. Ahmed eşmesi müzeyyen ahşap saçaklarından alınan odun örneklerinden ayırdığımız diğer köken *Acremonium charticola* olarak tanımlanmıştır (52, 108, 114) (Şekil 64, 65, 66).



Şekil 64. *Acremonium charticola* (CD ve MEA besiyerinde)



Şekil 65. *A. charticola* kolonilerinin arkadan görünüşü (CD ve MEA besiyerinde)



Şekil 66. *A. charticola*, yapışkan konidyumların oluşturduğu toplar (ok) (x1700)

c) Büyükada'daki ahşap evden ayrılan mantarlar

Büyükada'daki ahşap evden alınan bozulmuş odun örneklerinden yapılan kültürlerde iki farklı mantar kolonisi gelişmiştir. Bunlardan biri *Verticillium cinnabarinum* olarak tanımlanmıştır (104, 114) (Şekil 67, 68).



Şekil 67. *Verticillium cinnabarinum* (CD ve MEA besiyerinde)



Şekil 68. *V. cinnabarinum*'da konidyoforlar ve fiyalidler (x1700)

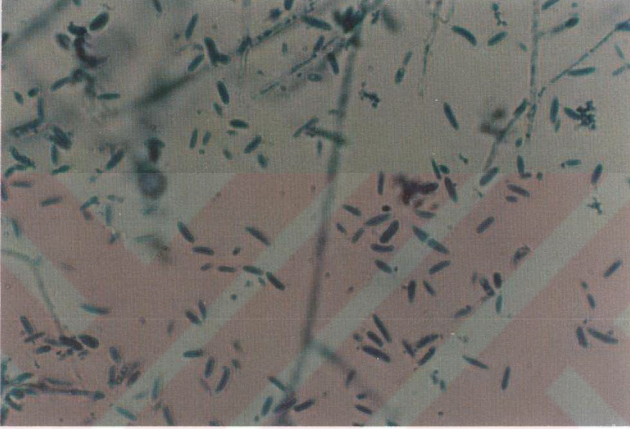
Diğer mantar ise *Fusarium sporotrichioides* olarak tanımlanmıştır (108) (Şekil 69, 70, 71).



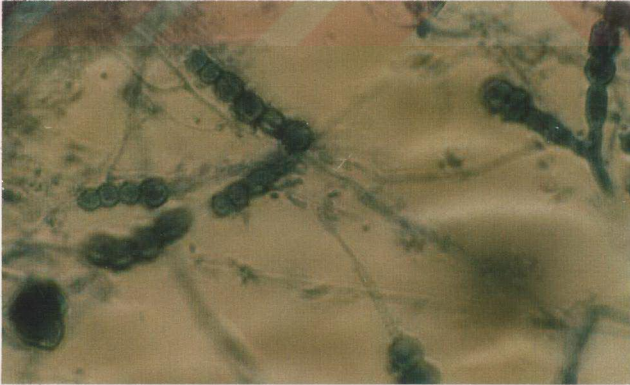
Şekil 69. *Fusarium sporotrichioides* (CD ve MEA besiyerinde)

Bu kökenin mikroskop preparatlarında bolca bulunan ve bu türü özelleştiren toparlak, düz duvarlı ara klamidokonidi zincirleri koloni makroskopisi ile birlikte dikkate alındığında, *Trichophyton*

verrucosum'un tüylü kolonilerini düşündürmekteyse de bu ikincisi; (SDA'da 37°C'de) koloni geliştirme hızının yavaş olması, kültürlerinde genellikle steril ve düzensiz hifler görülmesi, bu hiflerin bazı kısımlarının favus şamdanı denilen geyik boynuzu biçiminde dallanması, klamidokonidi zincirleri ve bazen fare kuyruğu şeklinde tanımlanan makrokonidyumlar oluşturmaları, daha küçük ve gözyaşı damlasına benzer biçimindeki az sayıda mikrokonidi geliştirmesiyle farklıdır (79, 123).



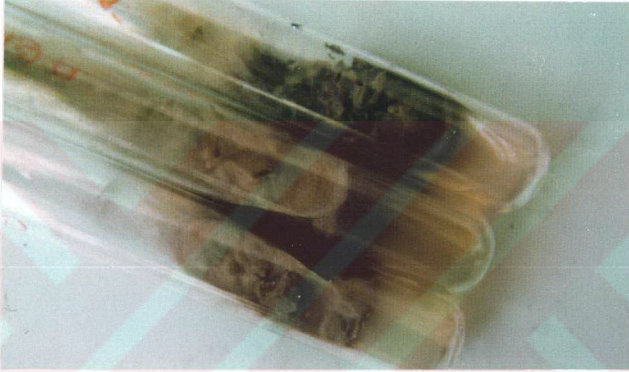
Şekil 70. *F.sporotrichioides*'de konidyumlar, bölmesiz ve çok bölmeli makrokonidyumlar (x1700)



Şekil 71. *F.sporotrichioides*'de klamidokonidiler (x1700)

4.3.3. Dokumalardan elde edilen mantarlar

Tezimizde dokumalarda karşılaşılan mikrobiyoloji kökenli bozulmayı örneklemek amacıyla çalıştığımız İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğüne ait Bizans dönemi dokuma parçalarına ait kırıntılardan saf kültür halinde ayrılan mantar çıplak gözle ve mikroskop altında görülen yapı özellikleri birlikte değerlendirilerek *Alternaria* cinsine dahil olduğu anlaşılmış, gelişme hızı, arkasının rengi ve lobutumsu makrokonidileri ile bu cins içerisinde *Alternaria tenuis* (sinonimi *A. alternata*) olarak tanımlanmıştır (17, 108, 114) (Şekil 72,73)).



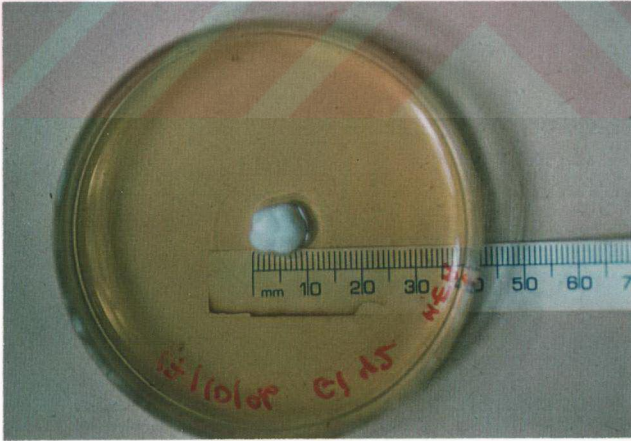
Şekil 72. *Alternaria tenuis* (SDA, CD ve MEA besiyerinde)



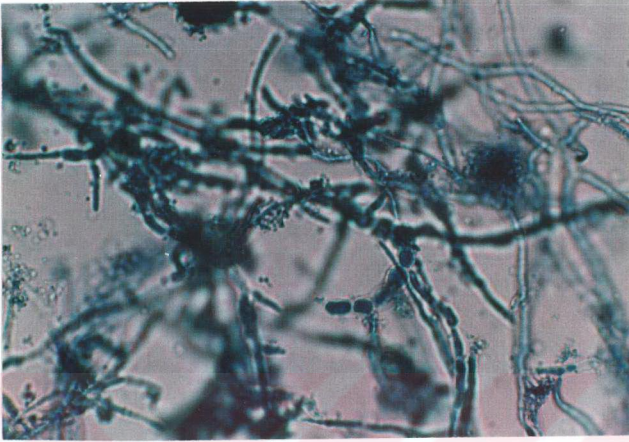
Şekil 73. *A. tenuis*'de (a) konidi gelişmesi, (b) koyu renkli ve enine, boyuna çok bölmeli (muriform) konidyumlar (x1700)

4.3.4. Deri eserlerden elde edilen mantarlar

Deri eserleri tutan mikroorganizmaların örnekleme amacıyla çalıştığımız Latince ilahiler içeren parşömen elyazmadan alınan örneklerden elde ettiğimiz ve *Trichophyton* cinsine ait olabileceğini düşünerek Petri'deki SDA besiyerine ve PDA besiyerine de ekip etüvde 37°C'de beklettiğimiz kısa beyaz tüylü disk şeklindeki kolonilerin mikroskop preparatlarında gözyaşı damlası şeklinde, şeffaf mikrokonidyumlar, çok sayıda klamidokonidi zincirleri ile daha az sayıda olmakla beraber ince (hif kalınlığında), oldukça uzun, çok bölmeli makrokonidiler gözlemlenmiştir (Şekil 74, 75). *T. verrucosum*'un diğer dermatofitlerden (keratinaz enzimine sahip, deri ve eklemlerini tutan bir grup mantar) farklı olarak 37°C'de iyi geliştiği, SDA besiyerinde bu sıcaklıkta geyik boynuzu şeklinde dallanan hifler, klamidokonidi zincirleri ve bazen fare kuyruğu şeklinde tanımlanan uzun, düz duvarlı, düzensiz makrokonidyumlar oluşturdukları bildirilmiştir (79, 123). Elde ettiğimiz koloni ve ince yapı özellikleri dikkate alınarak bu mantar *Trichophyton verrucosum* olarak tanımlanmıştır.



Şekil 74. *Trichophyton verrucosum* (SDA besiyerinde)



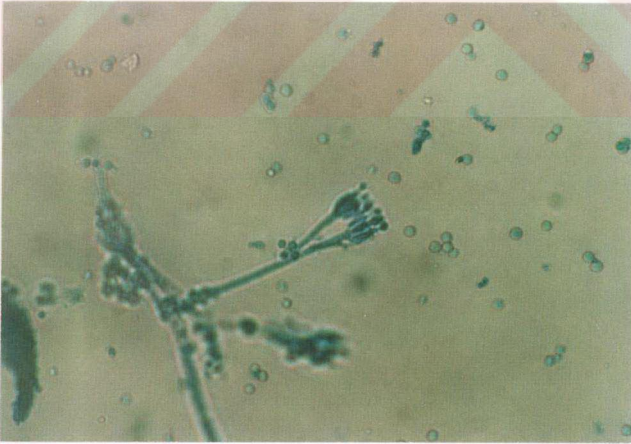
Şekil 75. *T. verrucosum*'a özgü makrokonidyumlar ve klamidokonidiler (x1700)

4.3.5. Karışık malzemeli eserlerden elde edilen mantarlar

Karışık malzemeli eserleri tutan mikroorganizmaları örneklemek amacıyla çalıştığımız yağlıboya tuval resimlerinden “Görme biçimleri serisi tablo 2 ve 3”den alınan örneklerden elde ettiğimiz mantarın saf kültürlerinin çıplak gözle koloni yapılarının ve hazırladığımız lam lamel arası preparatlardaki vejetatif yapılarının incelenmesiyle bu mantar *Penicillium Implicatum* olarak tanımlanmıştır (99, 102) (Şekil 76, 77).

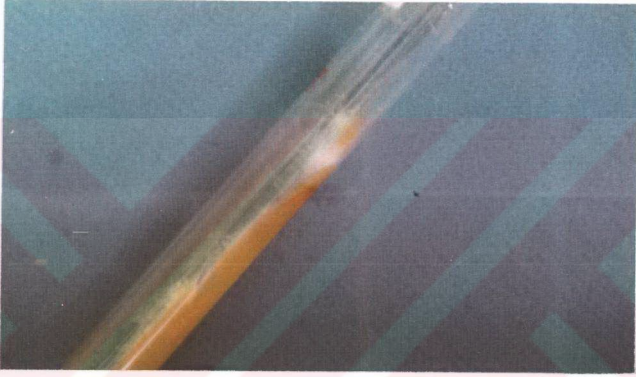


Şekil 76. *Penicillium implicatum* (SDA besiyerinde)

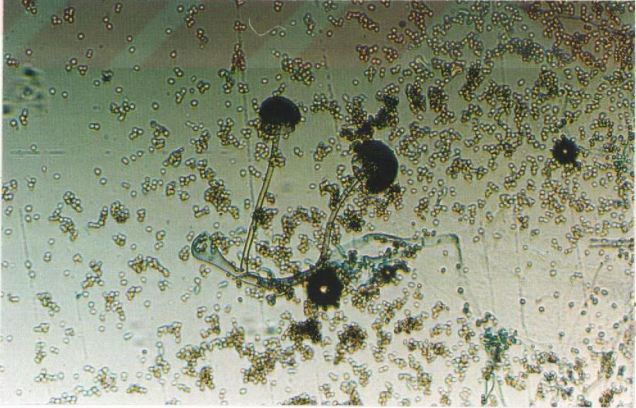


Şekil 77. *P. implicatum* (x1700)

“Nü” adlı tablodan alınan örneklerden saf kültür halinde soluk ve kirli sarımsı yeşil renkte, yüksek hava miselleri olan, seyrek tanecikli görünümde, arkası renksiz koloniler gelişmiştir (Şekil 78). Bu koloniden yapılan mikroskop preparatında *Zygomycetes*’e özgü şeffaf, kalın, bölmesiz hifler ile hem kısa hem uzun sporangioforlar, çeşitli büyüklüklerde ve kısmen patlamış şeffaf sporangium’lar ve sporangiosporlar görülerek *Mucorales* içindeki yeri üzerinde durulmuştur. Sporangioforları birleştiren stolon’lar üzerinde köksü olup olmadığı ve varsa yeri aranmıştır. Köksü bulunmadığı görülmüş ve bu mantar *Mucor sp* olarak tanımlanmış, ancak bu cinsin tüm türlerini içeren yeni bir kaynağa ulaşılamadığından tanım cins düzeyinde bırakılmıştır (Şekil 79).



Şekil 78. *Mucor sp.* 'de yüksek hava misellerinin yandan görünümü (SDA besiyerinde)

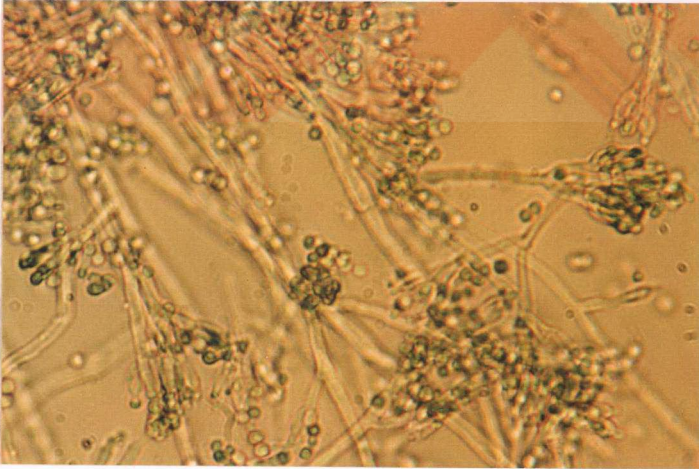


Şekil 79. *Mucor sp.* (x480)

Kağıt üzerine tezhipli güzel yazı levhasından ise saf kültür halinde *Penicillium chrysogenum* mantarı ayrılmıştır (Şekil 80, 81).



Şekil 80. *Penicillium chrysogenum* (CD ve MEA besiyerinde)



Şekil 81. *P. chrysogenum* (x1700)

Tezimiz kapsamında incelediğimiz organik eser örneklerinden bozulma etkeni olarak ayırdığımız çeşitli mikroorganizmaların malzeme cinslerine göre dağılımı aşağıda Tablo 3’de belirtilmiştir.

Tablo 3’de de belirtildiği gibi, cins düzeyinde tanımladığımız *Cladosporium sp* ile *Mucor sp* hariç, örneklerden ayrılan tüm mantarların tür düzeyinde tanımı mümkün olmuştur. Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü odun buluntularından alınan örneklerden A-8 numaralı Fraxinus odununun ince kesitlerinde de *Ajellomyces capsulatus* ile karşılaşılma birlikte, ard arda birkaç kez tekrarlanmasına karşın *A. capsulatus* bu örnekten kültürde üretilenmemiştir (Şekil 102-105).

Tablo 3. Çeşitli organik eserlerden ayırdığımız mikroorganizmalar

<u>Örnekler</u>	<u>Mikroorganizmalar</u>
Kağıt	
Baskı kitaplar	<i>Aspergillus niger</i>
Ahşap	
Sardes buluntuları	
A-11	Gram pozitif koklar
A-12	Gram pozitif koklar
A-13	Gram pozitif koklar
Etüd 3	Gram pozitif koklar
A-1	<i>Eupenicillium alutaceum</i> <i>Cladosporium sp</i>
Etüd 12	<i>Eupenicillium alutaceum</i> <i>Cladosporium sp</i>
A-19	<i>Eupenicillium alutaceum</i> <i>Eupenicillium crustaceum</i>
Etüd 1	<i>Ajellomyces capsulatus</i>
III. Ahmed Çeşmesi saçakları	<i>Penicillium frequentans</i> <i>Acremonium charticola</i>
Büyükada, ahşap ev	<i>Verticillium cinnabarinum</i> <i>Fusarium sporotrichioides</i>

Deri		
	Elyazma ilahi kitabı	<i>Trichophyton verrucosum</i>
Dokuma		
	Bizans kumaşı	<i>Alternaria tenuis</i>
Karışık malzemeliler		
Resim		
	Görme biçimleri serisi Tablo 2	<i>P. implicatum</i>
	Görme biçimleri serisi Tablo 3	<i>P. implicatum</i>
	Nü	<i>Mucor sp</i>
	Güzel yazı levhası	<i>P. chrysogenum</i>

4.4. Sağlam ve bozulmuş ahşap dokularının karşılaştırılması

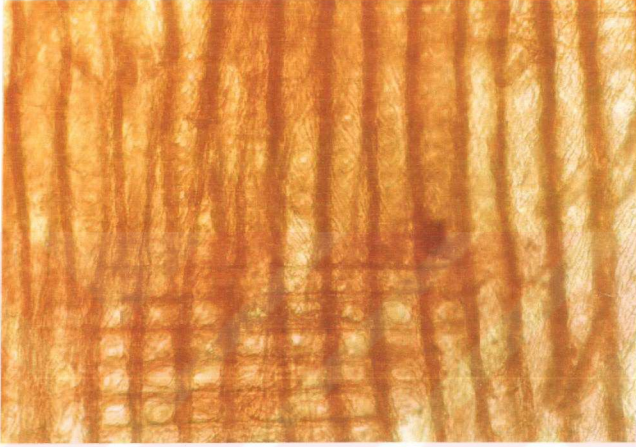
Tez çalışmamızda Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsünde ele geçen ahşap buluntu örnekleri Manisa Müzesi Müdürlüğü'nün isteği üzerine Aytuğ tarafından odun taksonunun tanımı açısından incelenmiş ve bunlar *Juniperus foetidissima* Willd (güzel kokulu ardıç), *Juniperus sp. L.*, *Fraxinus sp. L.* (dişbudak) olarak saptanmıştır. III.Ahmed Çeşmesi müzeyyen ahşap saçaklarından alınan odun örnekleri, yine Aytuğ tarafından *Pinus silvestris L.* (sarı çam) ve rölyef bezemelerden alınan örnekler *Tilia sp. L.* (ıhlamur) olarak; Büyükkada'daki ahşap evden alınan örnekler de *P.silvestris L.* ve *P.brutia Ten.* (kızıl çam) olarak tanımlanmıştır.

Mantarların ahşabın dokusunda bozulma oluşturup oluşturmadıklarının incelenmesi için bu eserlerden hazırlanan ince kesitler aynı cins sağlam odunlardan yapılmış preparatlarla karşılaştırılmış ve odunun doğal yapısında olmayan görünümlerin saptanmasına çalışılmıştır.

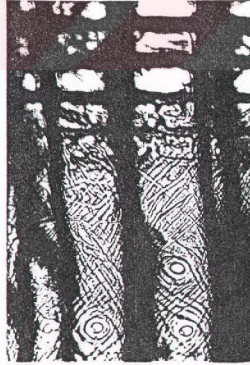
Mantarlar ve bakteriler traheidlerin zarlarında yanıtıcı görünümler de oluşturabilirler. Söz gelimi Büyükkada'daki ahşap evden sağlanan *P.silvestris* örneğinde spiral kalınlaşmaya benzer ama gerçek olmayan (pseudomorf) görünümler tespit edilmiştir (Şekil 82)* . Mantar zararı görmüş

* Mikrofotografilerin büyütülmesinde x200, x500, x600 gibi rakamlar daha uygun olmakla birlikte, karta baskıları ticarettaki laboratuvarlarda otomatik ve seri olarak yapıldığından boyutlarını ayarlamak mümkün olamamış ve bu bölümdedkiler zorunlu olarak x222, x564 gibi verilmiştir.

odunların tanımı yapılırken bu tür görünümlere başka araştırmalarda da rastlanmaktadır. Bir örnek olarak Ayтуğ'un Gordion çalışmalarında da *P.silvestris* L.'de gerçek olmayan, mantar etkisiyle oluşmuş spiral kalınlaşma görünümüne rastlanılmıştır (Şekil 83).



Şekil 82. Büyükada, ahşap ev, *P.silvestris* odununda spiral kalınlaşmaya benzer hücre zarı bozulması (x222)

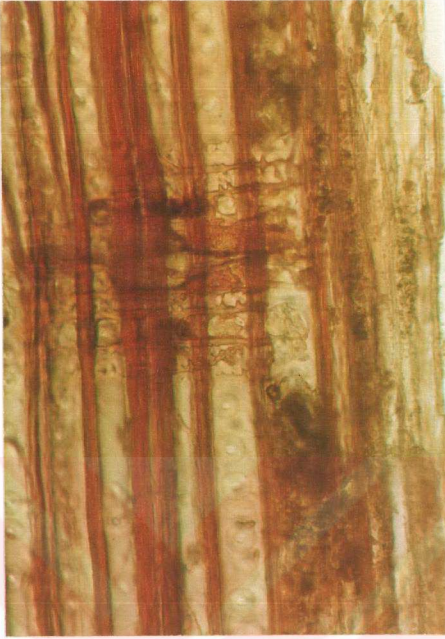


Şekil 83. *P.silvestris* L.'de gerçek olmayan, mantar etkisiyle oluşmuş spiral kalınlaşma görünümü (mikrofotografı Ayтуğ, Gordion çalışmaları) (x400)

Bu odun taksonlarının materyallerimizdeki durumları ile aynı odun taksonlarının zarar görmemiş örneklerinin durumlarının karşılaştırılmasında, odun elemanlarının zarları, geçitleri ve birbirleriyle olan ilişkileri incelenmiştir. Bu özellikler Şekil 82-105'deki mikrofotografilerde görülmektedir.



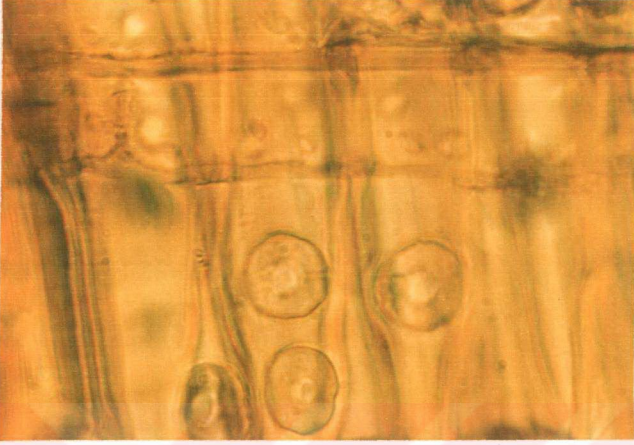
Şekil 84. *P.silvestris*'de kenarlı geçitin orta lamelinde deformasyon (x564)



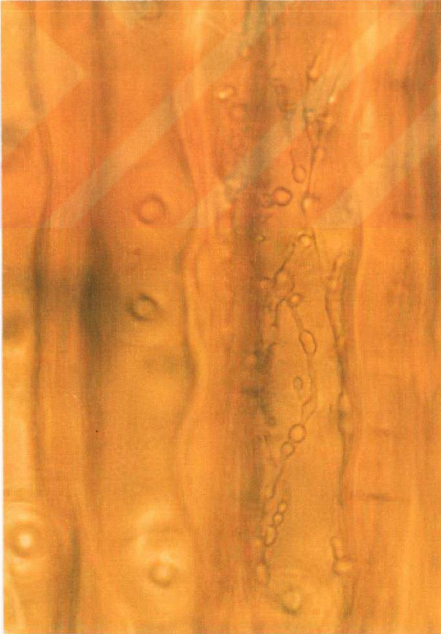
Şekil 85. *P. silvestris*, özışım
paranşim hücreleri
içerisinde
mikroorganizmaların
oluşturduğu tanecikli
görünüm ve
özışımalarında
deformasyon (x222)



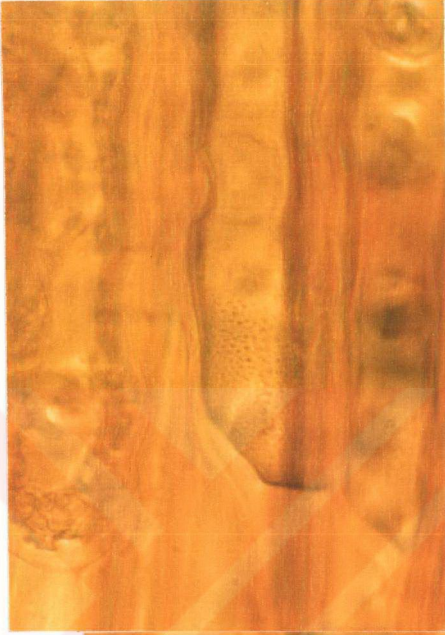
Şekil 86. *P. silvestris*, özışım
paranşim hücreleri
içerisinde
mikroorganizmaların
oluşturduğu tanecikli
görünüm ve
özışımalarında
deformasyon (x564)



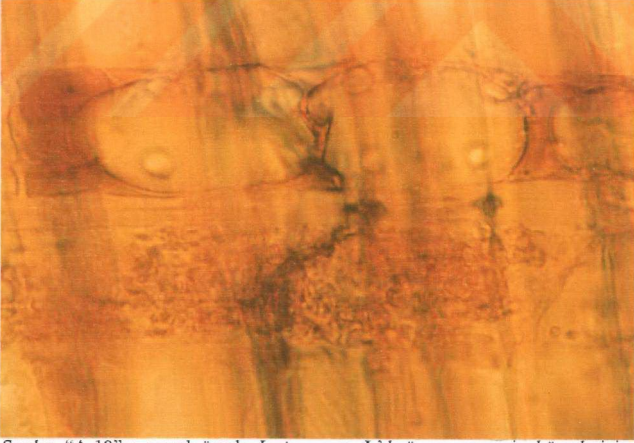
Şekil 87. Sardes, “A-19” numaralı örnek, *Juniperus* sp. L.’ta kenarlı geçitlerde orta lamel üzerinde mantarların sebep olduğu empermeabilizasyon (geçirimsizlik) (x1411)



Şekil 88. Sardes, “A-19” numaralı örnek, *Juniperus* sp. ’de traheid içerisinde mantar elemanları (x1411)



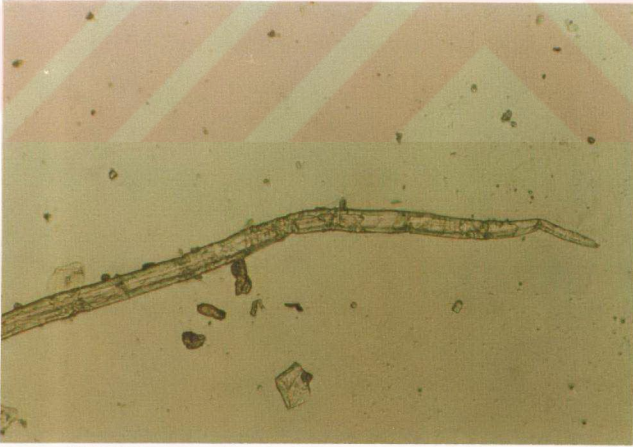
Şekil 89. Şekil 88'deki aynı alan, farklı netlikte, mantarın traheid zarlarında kalbur görünümü oluşturmaları (x1411)



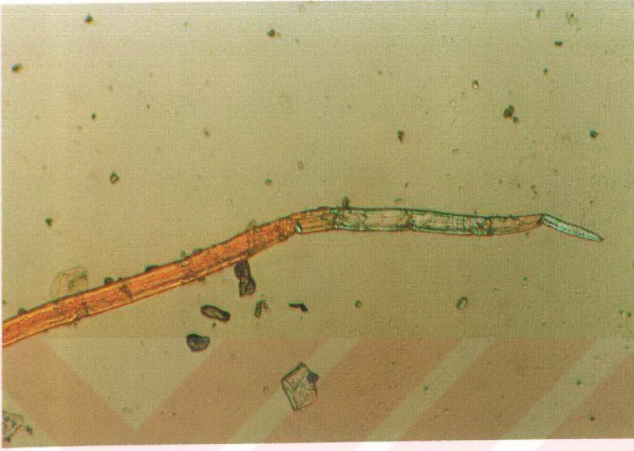
Şekil 90. Sardes, "A-19" numaralı örnek, *Juniperus* sp. L' de özişini paranşim hücrelerinin zarlarında bozulmalar (x1411)



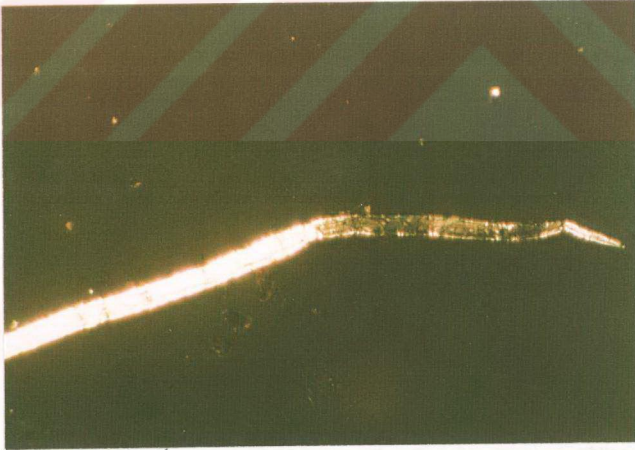
Şekil 91. Sardes, "A-3 /A-I" numaralı örnek, *Juniperus sp.*, traheid uçlarına doğru zarda ondülasyonlar (x222)



Şekil 92. Sardes, "A-3 /A-I" numaralı örnek, *Juniperus sp.*, tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (normal ışık, x222)



Şekil 93. Sardes, "A-3 /A-1" numaralı örnek, *Juniperus sp.*, tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (polarize ışık, x222)



Şekil 94. Sardes, "A-3 /A-1" numaralı örnek, *Juniperus sp.*, tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (hassas lam, x222)



Şekil 95. Sardes, "A-3 /A-I" numaralı örnek, *Juniperus sp.*, tek traheid, hücre zarındaki bozulmalar (UV, x222)



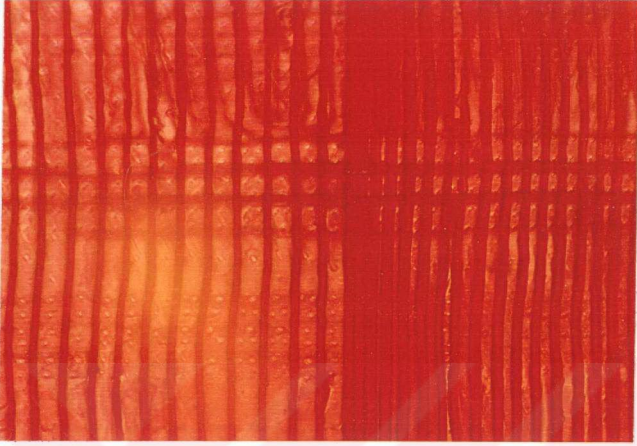
Şekil 96. Sardes, "A-3 /A-I" numaralı örnek, *Juniperus sp.*, traheidlerin orta kısımlarında transversal yönde halka şeklinde oluşum (x564) (ok)



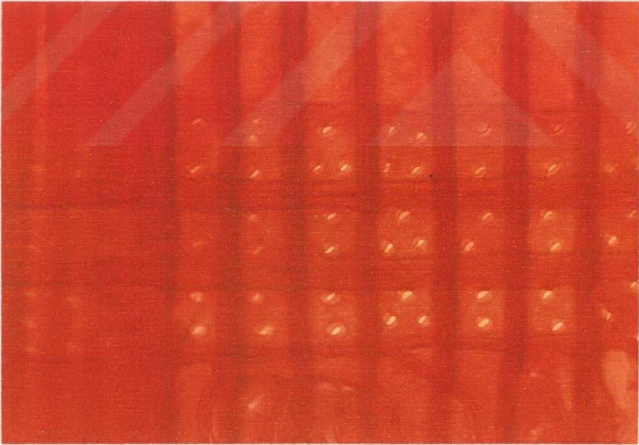
Şekil 97. Sardes, “A-10” numaralı örnek, *Juniperus sp.*, parçalanmış traheidler (x222)



Şekil 98. Sardes, “A-10” numaralı örnek, *Juniperus sp.*, traheidlerin parçalanmasından önceki aşama (x222)



Şekil 99. *J. foetidissima*, sağlıklı bir odundan radyal kesit (x222) (İÜ Orman Fakültesi odun preparatları koleksiyonundan)



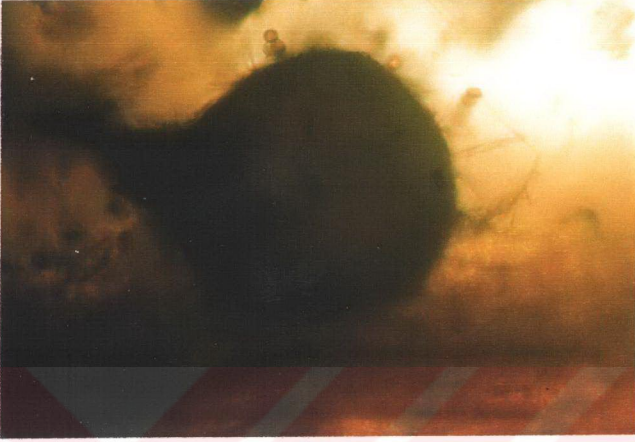
Şekil 100. *J. foetidissima*, sağlıklı bir odundan radyal kesit (x564) (İÜ Orman Fakültesi odun preparatları koleksiyonundan)



Şekil 101. Sardes, “Etüd için 1”
numaralı örnek, *Juniperus*
sp.’de traheid zarlarında
bozulma ve kıvrılma (x222)



Şekil 102. Sardes, “A-8” numaralı örnek, *Fraxinus sp.*’de *H. capsulatum*’un teleomorfı *A. capsulatus*’da makrokonidyumlar, zincir şeklinde dizilmiş hücreler ve ascomata (x222)



Şekil 103. Sardes, "A-8" numaralı örnek, *Fraxinus sp.*'de *H. capsulatum*'a ait ascomata, peridyal hifler ve makrokonidiler (x564)



Şekil 104. Sardes, A-8 numaralı örnek, *Fraxinus sp.*'de bozulmuş ahşap dokusu içinde *H. capsulatum* makrokonidyumları ve klamidokonidyumları (x564)

Tablo 4. Antifungal duyarlılık deneyi sonuçları

MANTAR KÖKENLERİ	ANTİFUN- GALLER	KONTROL		SEYRELTMELEER					
		NEGATİF	POZİTİF	1:160	1:80	1:40	1:20	1:10	1.33M
<i>Aspergillus niger</i>	OPP	-	++++	+	+	+	-	-	-
	P. sorbat	-	++++	++	+	±	-	-	-
	Pimarisin	-	++++	+	+	-	-	-	-
	TBZ	-	++++	+	+	-	-	-	-
<i>Alternaria tenuis</i>	OPP	-	++++	+++	+++	++	+	+	+
	P. sorbat	-	++++	++++	+++	++	+	±	-
	Pimarisin	-	++++	++++	++++	+++	+++	+	-
	TBZ	-	++++	++	+	+	±	-	-
<i>Tricophyton verrucosum</i>	OPP	-	++++	+++	++	++	++	+	-
	P. sorbat	-	++++	++	++	++	+	±	-
	Pimarisin	-	++++	+++	++	+	+	±	-
	TBZ	-	++++	++	++	++	++	±	-
<i>Eupenicillium alutaceum</i>	OPP	-	++++	++	+	+	±	-	-
	P. sorbat	-	++++	++	++	++	+	-	-
	Pimarisin	-	++++	+++	++	++	+	+	+
	TBZ	-	++++	+	+	±	-	-	-
<i>Eupenicillium crustaceum</i>	OPP	-	++++	+++	++	++	+	+	+
	P. sorbat	-	++++	++	++	+	+	±	-
	Pimarisin	-	++++	+++	++	+	±	-	-
	TBZ	-	++++	+++	++	+	-	-	-
<i>Verticillium cinnabarinum</i>	OPP	-	++++	++	++	+	+	±	-
	P. sorbat	-	++++	+++	+++	++	+	+	±
	Pimarisin	-	++++	++++	+++	++	+	+	+
	TBZ	-	++++	+++	++	+	+	±	-
<i>Acremonium charticola</i>	OPP	-	++++	++++	+++	++	+	+	+
	P. sorbat	-	++++	++++	++	+	+	±	-
	Pimarisin	-	++++	++	+	-	-	-	-
	TBZ	-	++++	+++	++	++	+	-	-

MANTAR KÖKENLERİ	ANTİFUN- GALLER	KONTROL		SEYRELTMELEER					
		NEGATİF	POZİTİF	1:160	1:80	1:40	1:20	1:10	1:33M
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	OPP	-	++++	+++	+	+	±	-	-
	P. sorbat	-	++++	++++	+++	++	++	+	-
	Pimarisin	-	++++	++++	+++	++	+	±	-
	TBZ	-	++++	+++	++	++	+	±	-
<i>Histoplasma capsulatum</i>	OPP	-	++++	++	+	±	-	-	-
	P. sorbat	-	++++	++	+	+	+	-	-
	Pimarisin	-	++++	++++	++	+	+	±	-
	TBZ	-	++++	++++	+++	++	+	+	±
<i>Cladosporium s.p.</i>	OPP	-	++++	+	+	+	+	±	-
	P. sorbat	-	++++	+++	+++	++	+	-	-
	Pimarisin	-	++++	+++	+	-	-	-	-
	TBZ	-	++++	+++	++	+	-	-	-
<i>Penicillium frequentans</i>	OPP	-	++++	++	+	+	±	-	-
	P. sorbat	-	++++	++	+	±	-	-	-
	Pimarisin	-	++++	+++	++	+	+	±	-
	TBZ	-	++++	+	+	-	-	-	-
<i>Penicillium implicatum</i>	OPP	-	++++	+++	++	±	-	-	-
	P. sorbat	-	++++	+	+	±	-	-	-
	Pimarisin	-	++++	++	+	+	-	-	-
	TBZ	-	++++	++	+	+	+	±	-
<i>Mucor s.p.</i>	OPP	-	++++	++	++	++	+	±	-
	P. sorbat	-	++++	++	+	+	+	-	-
	Pimarisin	-	++++	+++	++	++	+	±	-
	TBZ	-	++++	+++	++	+	-	-	-

(-) : Steril tuzlu sudaki inokulum yoğunluğu, (++++): ilaçsız buyondaki gelişmenin yoğunluk derecesi olarak değerlendirilmiş, diğer tüplerde giderek azalan ara değerler saptanmıştır.

Tablo 4'nin incelenmesinden de görüldüğü gibi *Aspergillus niger* için OPP 1:20 seyreltmede; potasyum sorbat 1:40 seyreltmede; pimarisin 1:40 seyreltmede ve TBZ de 1:40 seyreltmede gelişmeyi baskılayıcı olarak gözlemlenmiştir. Buna göre *A.niger*'de OPP'ün etkilili olduğu yoğunluk 1.13 µg/ml; potasyum sorbatın 0.50 µg/ml; pimarisin'in 2.21 µg/ml ve TBZ'ün 0.33 µg/ml olarak belirlenmiştir.

Alternaria tenuis için OPP'nin hazırladığımız tüm yoğunluklarda baskılayıcı etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Potasyum sorbat ve pimarisin 1.33M yoğunlukta, TBZ ise 1:10 seyreltmede etkili olmuştur. Potasyum sorbatın *A.tenuis* kökeninde baskılayıcı etki gösterdiği yoğunluk 20.00 µg/ml, pimarisin'in 88.45 µg/ml ve TBZ'ün 1.33 µg/ml'dir. *A. tenuis*'de OPP 22.61 µg/ml ve altındaki yoğunluklarda etkisiz bulunmuştur.

Trichophyton verrucosum için OPP, potasyum sorbat, pimarisin ve TBZ 1.33M yoğunlukta etkili olarak gözlemlenmiştir. Deneyimizde OPP'ün bu mantar kökenindeki baskılayıcı etkisi 22.61 µg/ml, potasyum sorbat'ın 20.00 µg/ml, pimarisin'in 88.45 µg/ml ve TBZ'ün 26.76 µg/ml olarak belirlenmiştir.

Eupenicillium alutaceum için OPP ve potasyum sorbat 1:10 seyreltmede, TBZ 1:20 seyreltmede etkili; pimarisin hazırladığımız tüm seyreltmelerde etkisiz bulunmuştur. *E.alutaceum* için OPP'ün etkili olduğu yoğunluk 2.26 µg/ml, potasyum sorbatın 2.00 µg/ml, TBZ'ün 0.66 µg/ml'dir. Pimarisin 88.45 µg/ml ve altındaki yoğunlukta çözeltilerde baskılayıcı etki göstermemiştir.

Eupenicillium crustosum için OPP'ün deneyde kullandığımız tüm seyreltmeleri etkisiz, potasyum sorbat 1.33M yoğunlukta, pimarisin 1: 10 seyreltmede, TBZ 1:20 seyreltmede etkili olarak saptanmıştır. *E.crustosum*'da OPP22.61 µg/ml ve altındaki etkin madde yoğunluklarında etkisiz, potasyum sorbatın baskılayıcı etkisi 20.00 µg/ml, pimarisin'in 8.84 µg/ml, TBZ'ün 0.66 µg/ml çözelti yoğunluklarında olmuştur.

Verticillium cinnabarinum için OPP ve TBZ 1.33M çözeltilerde etkili olmuş; potasyum sorbatın etkililiğe dönüm noktası 1.33M yoğunlukta çözeltide gözlemlenmiş; pimarisin hazırladığımız tüm seyreltmelerde etkisiz bulunmuştur. *V.cinnabarinum* kökeninde OPP'ün baskılayıcı etkisi 22.61 µg/ml, TBZ'ün 26.76 µg/ml, potasyum sorbatın etkililiğe döndüğü çözelti yoğunluğu

20.00 µg/ml olarak gözlemlenmiştir. Pimarisin 88.45 µg/ml ve altındaki yoğunluklarda bu kökünde baskılayıcı etki göstermemiştir.

Acremonium charticola için OPP denediğimiz tüm çözeltilerde etkisiz bulunmuş; potasyum sorbat'ın etkinlik noktası 1:10 seyreltme olmuş; pimarisin 1:40 seyreltmede, TBZ 1:10 seyreltmede etkili olarak bulunmuştur. Buna göre *A. charticola*'da OPP 20.00 µg/ml ve altındaki çözelti yoğunluklarında etkisiz olurken, potasyum sorbat'ın etkisi 2.00 µg/ml'den itibaren başlamış, pimarisin 2.21 µg/ml'de, TBZ 1.33 µg/ml'de görülmüştür.

Fusarium sporotrichioides için OPP'ün etkinlik noktası 1:20; pimarisin'in 1:10 ve TBZ'ün de 1:10 seyreltme olmuş, buna karşılık potasyum sorbat 1:10 seyreltmede etkili bulunmuştur. Böylece *F.sporotrichioides*'de OPP 1.13 µg/ml'den itibaren, pimarisin 8.84 µg/ml; TBZ 1.33 µg/ml'den itibaren etkili bulunmuş; potasyum sorbat ise 2.00 µg/ml'lik çözeltide etkili olmuştur.

Histoplasma capsulatum karşısında denediğimiz maddelerin etkinlik noktaları OPP için 1:40 ; pimarisin'in 1:10 seyreltme ve TBZ'ün 1.33M'lık çözeltisi olmuş; potasyum sorbat 1:10 seyreltmede etkili bulunmuştur. Dolayısıyla *H.capsulatum* için OPP 0.56 µg/ml; pimarisin 8.84 µg/ml; TBZ 26.76 µg/ml'lik çözeltilerdiren başlayarak etkili bulunmuş; potasyum sorbat 2.00 µg/ml'lik çözeltide etki göstermiştir.

Cladosporium sp. için OPP 1.33M çözeltide; potasyum sorbat 1:10 seyreltmede; pimarisin 1:40 seyreltmede; TBZ 1:20 seyreltmede etkili bulunmuştur. *Cladosporium sp.* kökenimiz de OPP'ün etkisi 22.61 µg/ml'lik çözeltide; potasyum sorbat'ın 2.00 µg/ml; pimarisin'in 2.21 µg/ml; TBZ'ün 0.66 µg/ml'lik çözeltide etki gösterdiği saptanmıştır.

P.frequentans'da OPP'nin etkinliği 1:20 seyreltmeden; potasyum sorbat'ın 1:40 ve pimarisin'in 1:10 seyreltmeden itibaren başlamış; TBZ 1:40 seyreltmede etkili olmuştur. Buna göre bu kökünde OPP 1.13 µg/ml'den, potasyum sorbat 0.50 µg/ml'den; pimarisin 8.84 µg/ml'den başlayarak ve TBZ 0.33 µg/ml'de etki göstermiştir.

P.implicatum için OPP'ün, potasyum sorbat'ın etkinlik 1:40 ve TBZ'ün 1:10 seyreltme olmuş; pimarisin 1:20 seyreltmede etkili bulunmuştur. *P.implicatum*'da OPP 0.56 µg/ml'de, potasyum

sorbat 0.50 µg/ml'de, TBZ 1.33 µg/ml'lik çözeltilerden başlayarak etkili bulunmuş; pimarisin 4.42 µg/ml'lik çözeltide etkili olmuştur.

Mucor sp. için OPP'ün ve pimarisin'in etkinlik noktaları 1:10 seyreltme olarak gözlemlenmiş, potasyum sorbat'ın 1:10 seyreltmede ve TBZ'ün 1:20 seyreltmede etkili olduğu saptanmıştır. Böylece OPP 2.26 µg/ml'lik ve pimarisin 8.84 µg/ml'lik çözeltilerden başlayarak etkili bulunmuş; potasyum sorbat 2.00 µg/ml'lik; TBZ de 0.66 µg/ml'lik seyreltmelerde etkili olmuştur.

5. TARTIŞMA

5.1. Deney sonuçlarının yorumlanıp tartışılması

Üzerlerinde mikroorganizma gelişmesi olduğu izlenimini veren veya kare biçiminde çatlaklar, renkli lekeler, yumuşama, dağılma gibi mikroorganizma kaynaklı olabilmesi olası bozulmalar görülen ve farklı ortam koşullarında saklanan eserlerden alınan örneklerin çıplak gözle ve mikroskop altında incelenmesinden, hazırlanan kültürlerinin de çıplak gözle ve mikroskopta incelenmesinden ve gerektiğinde yaptığımız tanımları tamamlayıcı deneylerden elde ettiğimiz sonuçlar karşılaştırmalı olarak Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5’in incelenmesinden III. Ahmed Çeşmesi örneklerinde görüleceği gibi her zaman materyelin mikroskop ile muayenesinde mantar elemanlarına rastlanamayabilmektedir. Mikroskopta incelemede (“Etüd I”deki gibi) örneği oluşturan malzemenin elemanları arasında mantar elemanlarına rastlanırsa bu mikroskop bulgusu, kültürde üretilen etkenin tanımları destekleyeceğinden kıymetli olabilmektedir.. Ayrıca bu mikroorganizmaların odunda tahrip etkeni olup olmadıklarını doğrulayabilmek için hazırladığımız ince kesitlerde dokuda mantar elemanları ve/veya hücre duvarlarında bozulma olup olmadığının incelenmesinin yalnız ışık mikroskobunda değil çeşitli ışıklarda da yapılmasının gözden kaçabilecek durumlardan kurtulmak için yararlı olabileceği görülmüştür (Şekil 93-96).

Diğer taraftan Sardes A-8 numaralı örnekte olduğu gibi bazen materyalin derinliklerinde bozulma etkeni olarak çok bol sayıda çeşitli eşeyli ve eşeysiz mantar elemanları (özellikle klamidokonidi zincirleri) bulunmasına rağmen bunlar ard arda tekrarlanan kültürlerde üretilenmemiştir. Yine Sardes buluntuları grubunda bulunan Etüd I numaralı örneğin ince kesitlerinde de aynı görünümle karşılaşmış ve bu örnekten *Ajellomyces capsulatus* üretilmiştir. Bu kökenin de ilk kolonileri geliştirmesi oldukça yavaş olmuş, gelişmenin gözle görülebilmesi yaklaşık 1 ay sürmüştür. Bu nokta göz önünde tutularak, materyalin besiyerine daha iyi temasını sağlayabilmek üzere A-8’den steril porselen havanda dövülerek tüpteki eğri SDA besiyerine yapılan ilk ekimler etüvde uzun süre tutulmaya çalışılmışsa da sonuçta besiyeri ya kurumaya başlamış veya kirlenmiştir.

Ayrıca yine Tablo 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi eserde çıplak gözle küflenme (K) ve lekeler (L) görüldüğü zaman bunların mikroskopdaki incelemelerinde ve kültürlerinin hepsinde küf mantarları üremiştir. Buna karşılık eserde çıplak gözle yumuşama ve ufalanma (P) görüldüğü zaman bu değişikliklerle ilgili olarak bunların mikroskop muayenelerinde ve kültürlerinin bir kısmında küf bir kısmında bakteri üremiş, bir kısmında da hiç üreme olmamıştır.

Tablo 5'de ayrıntıları verilen bu inceleme sonuçları tanım için yeterli olmuştur. Kaynaklarında tanımı tamamlayıcı deneylerin uygulanabileceğinin bildirildiği *Penicillium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Alternaria* cinslerine ait kökenlerle *Histoplasma capsulatum* kökeni için ayrıca üretim sıcaklığının, su damlacıkları üretilmesinin, pigment oluşturma, dimorfizmin, hemolizin belirlenmesi ve teleomorf şekillerin aranması deneylerine de başvurulmuş ve bunlarda da tanımı doğrulayıcı sonuçlar alınmıştır.



Tablo 5. Materyallerin mikroskop muayenesi ile kültür sonuçlarının karşılaştırılması

Örnekler	Eser			Kültür	
	Çıplak gözle	Mikroskopta		Çıplak gözle	Mikroskopta
		KOH/ TS	İnce kesitler		
Kağıt					
örnek K 1	(K)	U	U	*	+
örnek K 2	(K)	U	U	*	+
örnek K 3	(K)	U	U	*	+
Ahşap					
Sardes buluntuları					
örnek A-11	(P)	-	D	x	Gram pozitif koklar
örnek A-12	(P)	-	D	x	Gram pozitif koklar
örnek A-13	(P)	-	D	x	Gram pozitif koklar
örnek Etüd 3	(P)	-	D	x	Gram pozitif koklar
örnek A-1	(P)	+	+	*	+
örnek 12	(P)	+		*	+
örnek A-19	(P)	+	+	*	+
örnek Etüd 1	(P)	+	+	*	+
örnek A-8	(P)	+	+	-	-
örnek A-20	(P)	-	D	-	-
örnek A-2	(P)	-	D	-	-
örnek A-5	(P)	-	D	-	-
örnek A-3 / A-1	(P)	+	D	-	-
örnek A-10	(P)	-	D	-	-

Örnekler	Eser		Kültür		
	Çıplak gözle	Mikroskopta KOH / TS	Çıplak gözle	Mikroskopta	
				İnce kesitler	
III. Ahmed Çeşmesi saçakları					
örnek Z	(L)	-	D	*	+
örnek R	(L)	-	D	*	+
Büyükada, ahşap ev	(Ç)	+	+	*	+
Deri					
Elyazma ilahiler kitabı	(L,P)	+	U	*	+
Dokuma					
Bizans dokuma parçaları	(P)	+ / ?	U	*	+
Karışık malzemeliler					
Resim					
Görme biçimleri Tb. 2	(K)	+	U	*	+
Görme biçimleri Tb. 3	(K)	+	U	*	+
Nü	(K)	+	U	*	+
Güzel yazı levhası	(K)	U	U	*	+

Açıklamalar : (TS): Tuzlu su; (K): Küflenme; (L): Lekeler; (Ç): Kare biçimli çatlaklar; (P): Yumuşama, ufalanma; (+):Mantar elemanları görüldü; (-):Mantar elemanları görülmedi; (x): Krem tarzında üreme görüldü; (*) :Küf kolonisi görüldü; (D): Doğal yapısında olmayan görünümler; (U) : uygulanamadı; (G): Gelişti; (B):Baskılandı; (?) Karar verilemedi.

5.2. Ayrılan kökenlerin yeryüzünde , benzeri malzemelerde ve mekanlardaki dağılımının karşılaştırılarak tartışılması

1930'lerden bu yana başta İtalya, Polonya, Hindistan, Japonya ve Kanada olmak üzere birçok ülkede organik ve inorganik malzemeli eserlerin mikroplarla bozulması ve tedavileri ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Malzemelerin sunduğu besin olanaklarıyla mikroorganizmaların yapıları arasındaki ilişki, iklimin etkisi, bu malzemeleri tutan mikrofloranın genel karakteristikleri, bu mantarlarla insan mikozları arasındaki ilişki gibi konunun çeşitli yönleri üzerinde durulmaktadır. Bu çalışmalarda elde edilen bulgularla, özellikle yakın zamanlarda mikolojinin başka alt dallarındaki ilerlemelerin birbirlerini desteklemesiyle hedef konular giderek somutlaşmakta ve yeni boyutlar kazanarak, hatta yeni alt dallar doğarak ilerlemektedir (111). Yurdumuzda da bu konudaki ilk araştırma Topkapı Sarayı Müzesi'ndeki bir kısım organik eser ve mekanlar örnek alınarak yapılmıştır (134).

Organik malzemeli müze eserlerinin mikrobiyoloji kökenli etmenlerle bozulmasını incelemek üzere tezimizde değişik müze ve koleksiyonlarda bulunan bir kısım kağıt, ahşap, dokuma ve deri esere ait toplam 26 örnekle çalışılmıştır. Bu örneklerinden ayırdığımız mikroorganizmalar, Bölüm 4'de ayrıntılı olarak belirtilmiş olduğu gibi Gram pozitif koklar ile *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Eupenicillium*, *Ajellomyces*, *Acremonium*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Trichophyton*, *Alternaria* ve *Mucor* olmak üzere 11 cinse dahil mantarlardır. İncelediğimiz örnek sayısı göz önüne alındığında bunlardaki bozulmalarda %80.81 oranında mikrobiyoloji kökenli etkene rastlanmıştır. Bunların %15.39'u bakteri ve % 65.26'sı mantarlardır. Dış kaynaklı çalışmalarda da organik malzemeli müze eserlerinin bozulmasında bakterilere oranla ağırlıklı olarak çeşitli mantarların ayrıldığı bildirilmiştir (45, 46, 47, 67, 68, 69, 70).

a) Tezimizde *kağıt* malzeme örneği olarak çalıştığımız baskı kitaplardan *Aspergillus niger* ayrılmıştır. *Aspergillus* türleri enzim sistemleri gayet zengin ve kudretli olduğundan bir çok maddelerden gıda olarak yararlanırlar, dolayısıyla bunların özellikle konidilerine yeryüzünde her yerde, havada, toprakta rastlanır (123). *A.niger*'in de başta güneşte kurutulmuş yiyeceklerle baharatlara ve çeşitli başka maddelere sıklıkla bulaştığı bildirilmiştir (108). İtalya'da Gallo F. ve Gallo P. kitaplardan *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Stemphylium*, *Alternaria*, *Stachybotrys* cinslerine ait mantarlar ayırdıklarını bildirmişlerdir (46). Kowalik de, Polonya kütüphanelerinde yaptığı çok kapsamlı araştırmasında, *Chaetomium sp*, *Trichoderma*

viride, *Streptomyces cellulosa*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Penicillium sp* ve *Aspergillus fumigatus*, *A.wentii*, *A.niger* ayırmıştır. Bunlardan *A.fumigatus*'un kağıtta önce gri, sonra yeşil ve sonunda kahverengi lekeler yaptığını ; *A. wentii*'nin kağıdı tahrip ettiğini ve açık pembe renklenmeye sebep olduğunu; *A.niger*'in ise küçük siyah yüzeyel koloniler oluşturduğunu bildirmiştir (69, 70). Bizim incelediğimiz kitap grubunda da *A.niger*'in gri renkli yaygın yüzey küfleri oluşturduğu belirlenmiştir.

b) Mikroorganizmaların *ahşaplarda* oluşturduğu farklı bozulma tiplerini incelediğimiz üç grup eser örneğinden bakteri ve mantarlar ayrılmıştır.

ba) Manisa Müzesine kayıtlı Sardes Bin Tepeler 89 Tümüfüsü buluntularından “A-11”, “A-12”, “A-13” ve “Etüd 3” numaralı örneklerden Gram pozitif koklar ayrılmış, bunlardan “A-13” numaralı örneğin ince kesitlerinde traheid zarlarında deformasyon ve kıvrılmalar saptanmıştır. Özünü parçanım hücrelerinin zarlarında erozyon, oyuklar vb bozulmalarla, geçit zarlarında bozulmalar oluşturan bakteriler ile; odunun hücre çeper tabakalarındaki selüloz / lignin yapısını bozanların iki ayrı grup oluşturduğu ve ikincinin “gerçek odun tahripçisi bakteriler” olarak düşünüldüğü bildirilmiştir (23). Traheid zarlarında gözlemlediğimiz şekil bozuklukları hücre duvarı tabakalarındaki selüloz ve/veya ligninin tüketilmesine bağlı olmalıdır. Dolayısıyla “A-13” numaralı örneğin ince kesitlerinde saptadığımız bozulmalar daha çok ikinci grup bakterilerin varlığına işaret etmektedir.

Blanchette, bakterilerin odunu tahrip etmesi hakkında ayrıntılı çalışmalar bulunmadığını belirtir. Bakterilerin odun hücresinin lümenine yerleştiklerinde, lignin selüloz yapısını bozdukları ve oluşturdıkları bozulmaların özgün karakteristiklerine göre, erozyon, boyuna oluklar veya enine yönde tüneller açma ve geçit zarlarını bozma şeklinde tarif edilen tahribata sebep oldukları bildirilmiştir. Bu bozulmaların patogenezi üzerinde çalışmalar yapılmışsa da etkenlerin ayrılması ile ilgili çalışmaların henüz çok az olduğunu, dolayısıyla hangi bakterilerin bu bozulmalarda etken olduğunun ve odun tahripçisi bakterilerin taksonomik durumlarının henüz bilinmediği de vurgulanmıştır. Şimdiye kadar özellikle hücre bazındaki bu bozulmaların odunda oluşturdıkları çıplak gözle görülebilen değişikliklerle mekanik dayanıklılık üzerine etkileri belirlenmiştir. Blanchette, bakteri saldırılarının nem içeriği yüksek ve/veya toprakla temasta olan odunlarda görüldüğünü de bildirir (23, 26). Arkeolojik bir eser olan Sardes buluntularının bir kısmından

ayırdığımız Gram pozitif bakteriler de bunlara topraktan bulaşmış ve uzun zamandır odunun yapısındaki bileşikleri kullanmış olmalıdır.

Sardes “A-1” ve “Etüd 12” numaralı örneklerden *Cladosporium sp* ile *Eupenicillium alutaceum*; “A-19” numaralı örnekten de *E. alutaceum* ile *E. crustaceum* mantarları ayrılmıştır. Yeryüzünde yaygın bir bitki patojeni veya saprofit olan *Cladosporium* türlerinin yaşlı veya ölü bitki materyalini seçtiği bildirilmiştir (108). *Eupenicillium*’lar ise *Penicillium*’un cleistothecium üreten teleomorfıdır. Mantarların eşeyli şekillerinin özel koşullarda (uygun sıcaklık, besin...) ve özellikle askomisetlerde mevsimlere bağlı olarak üretildiği bilinmektedir (10, 123). Bu kökenler, özel bir uygulama yapmaksızın doğal olarak ve ilk kültürlerinden itibaren eşeyli olarak elde edilmişlerdir. Ancak bu odun örneklerinin ince kesitlerinde sadece ince şeffaf hiflerle, çok sayıda ve bir kısmı çimlenme aşamasında küçük, şeffaf konidyumlarla karşılaşmış, ascomata’ya rastlanılmamıştır. Ayrıca bu kesitlerde mantar elemanlarının bazı traheidlerin içlerini doldurduğu, fakat tüm hücrelerin tutulmamış olduğu da gözlemlenmiştir (Şekil 86, 87, 88). Bu durum Blanchette’in, odunun içinde bazı hücrelerin diğerlerinden daha ileri derecede saldırıya uğradıkları, hatta bir hücrenin içinde bozulmanın özel bir bölüme lokalize olabildiği, diğer alanların direnç gösterdiği görüşünü doğrulamaktadır. Ancak odunun bu doğal savunma mekanizmasının uzun süreli koruma için yeterli olmadığı da bildirilmiştir (22). “A-19” numaralı örneğin ince kesitlerinde özışını paranzim hücrelerinin zarlarında bozulmalar, traheid zarlarında kalbur görünümü olduğu ve kenarlı geçitlerde orta lamelin üzerinde permeabilizasyon saptanmıştır. Delik şeklindeki yeniklerin de mantar enzimlerinin bozucu aktivitesini göstermekle açıklanmaktadır (23, 24).

Sardes “Etüd 1” numaralı *Juniperus sp* odununa ait örnekten *Histoplasma capsulatum*’un teleomorf şekli olan *Ajellomyces capsulatus* ayrılmıştır. Ayrıca bu mantara ait tipik makrokonidiler, klamidokonidiler ve ascomata’nın “A-8” numaralı *Fraxinus sp* örneğinin ince kesitlerinin mikroskopta incelenmesi sırasında da varlığı saptanmış ama bu örneğin ard arda tekrarlanan kültürlerinde üretilenmemiştir (Şekil 101, 102, 103). Bu mantarın örneklerimizde *Juniperus sp*’de traheid zarlarında bozulma ve kıvrılmaya sebep olduğu (Şekil 100); *Fraxinus sp* örneğinin dokunulduğunda dağılacak kadar yumuşamış olduğu görülmüştür. Bu heterotallik mantarın teleomorfunun elde edilebilmiş olması, odun örneklerinde birden çok sayıda uygun çiftleşme tipleri (+ / -) gösteren misellerin birarada bulunduğunu düşündürmektedir. “A-8” numaralı örneğin ince kesitinde saptanan ascomata (Şekil 103, 104) bunu doğrulamaktadır.

İnsanlarda histoplazmoz denen ve sırasında öldürücü olabilen bir hastalığa sebep olan bu mantarı doğal kaynağından ayırmak için yurt içinde ve dışında bazı çalışmalar yapılmıştır (8, 18, 110, 111, 121, 136, 137). Başta Emmons'un 1949'da başlayan çalışmaları olmak üzere yapılan araştırmalar bu mantarın doğada belirli yerlerin toprağında bulunduğunu ve buralarda saprofit bir halde çoğalabildiğini göstermiştir. Bu mantarın toprakta çoğalabilmesine yardım eden önemli faktör yarası pislikleri ve tavukların, güvercinlerin, sığırcık gibi bazı kuşların dışkılarıdır. Bunlarla pislenen yerlerde, mağaralarda topraktan *H.capsulatum* ayrılabilir. Bu mikoz yakın bir coğrafyada, Orta Doğu'da İsrail'de topraktan ve yarasadan elde edilmiştir (2, 7, 83, 123, 137). Manisa Müzesi'ne kayıtlı, Sardes Bin Tepeler 89 tümülüsü odun buluntularından ayırdığımız *Histoplasma capsulatum*'un, yurdumuzda da insanlarda sebep olduğu hastalık olguları ile doğal kaynağından ayırmak için arama girişimleri daha önce bildirilmiştir. Unat ve Yücel 1965 yılında yaptıkları çalışmada İstanbul'un birçok semtinde çeşitli kanatlı dışkılarıyla kirli toprak örneklerinde *Cryptococcus neoformans* ve *H. capsulatum* aramışlar, her iki mantarı da saptayamamışlardır (121). Unat ve Yücel'in çalışması *H.capsulatum* 'un doğal kaynaklarından ayrılması konusunda ülkemizde yapılan ilk çalışmadır. Tez çalışmamız sırasında yaptığımız araştırmada yurdumuzdaki çalışmalarda bu mantarın ayrılarak kültürde üretildiğine ilişkin bir bildiriye rastlayamadık. Bu mantar, doğal kaynağından ayrılmış olması ve kültürde üretilmesi yönleriyle ilk kez tezimizde ele alınmış bulunmaktadır.

Bu mantarın saprofit şekline ait makrokonidi, mikrokonidi ve hiflerin parazit şekillerinden daha dirençli olduğu, kurumuş ve güneş gören topraklardan bile ayrılabilirlikleri bilinmektedir. Toprakta bulaşan mantarların yayılışıyla toprağın yapısı arasında henüz tam açıklanamamış bazı bağlar bulunduğu; toprağın mikrop içeriği ve diğer mikroorganizmaların baskılayıcı etkisinin de önemli olduğu vurgulanmıştır (2, 29, 104, 121, 123). Brandsberg *H.capsulatum* elde edilmiş olan 120 toprak örneğinin karşılaştırmalı mikrobiyotasını incelemiş, aralarında patojen ve potansiyel patojenler de olmak üzere *Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans*, *Geotrichum candidum*, *H.capsulatum*, *Allescheria boydii*, *Cladosporium* ve *Penicillium* türleri, *Absidia*, *Cunninghamella*, *Mucor* türleri ile çeşitli mayalar ayırmıştır. Aralarında parazitlik veya antagonizma olduğu bilinen mantarların bu yerlerde muntazam olarak dağıldığını; sık karşılaşılan türlerin farklı yerler arasında sadece çok az değişiklik gösterdiğini gözlemlemiştir (29). Tezimizde çalıştığımız Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü'nde beraber bulunmuş olan 14 odun örneğinden *H.capsulatum* ile birlikte ayırdığımız diğer mikroorganizmalar arasında ise *Cladosporium* sp, eşeyli *Penicillium* türleri ve Gram pozitif koklar bulunmaktadır. Bunlardan *Cladosporium* ve

Penicillium 'lar Brandsberg'in araştırmasında da saptanmış, ancak bu çalışma mikobiyota ile sınırlanmış olduğundan bakteri aranmamıştır.

Histoplazmoz bazı mağaralara girip çıkan insanlarda ufak salgınlar halinde (mağara hastalığı) görülebildiği gibi topraklarla uğraşan ailelerde de görülebilir (83, 110, 111, 123). Bir mağarada *H.capsulatum*'un doğal olarak bulunuşunu araştıran Shacklette ve Hasenclever tıpkı Sardes Bin Tepeler 89 Tümülüsü'ne benzer bir mekan planı ve ortam tarif ederler. Ayrıca Bin Tepeler 89 Tümülüsünde, ahşap parçalarının bulunduğu mezar odası girişindeki muntazam yontulmuş taş blokun sağ üst köşesinde bir kırık bulunduğu ve bunun mezarın antik çağda soyulmuş olduğunu gösterdiği belirtilmiştir (71). Soyguncuların girdiği bu kırıktan tümülüse yarasaların da sürekli olarak girip çıkmaları kuvvetle olasıdır. Bu düşünce, yarasa pislikleri ve güvercinlerin, sığırcık gibi bazı kuşların dışkıları ile pislenen yerlerde, mağaralarda toprakta çoğalabildiği bilinen *H.capsulatum*'un Sardes odun buluntularından ayrılmasını açıklamaktadır.

Eldeki delillere göre *H.capsulatum* insan vücuduna en sık olarak hava ile solunum yolundan girmektedir. Devrilen bir meşe ağacını kesmek ve temizlemek için toplanan 42 kişide enfeksiyon belirlediği, 20'sinde akciğerin tutulmuş olduğu bildirilmiştir (123). Tezimizde bu mantarı Sardes odun buluntularından ayırmış olmamız, yukarıdaki olayda da mantarın toprakta bulunması olasılığı kadar, odunun dokusunu tutmuş olması, kesim esnasında dağılan tozlarla ortalığa yayılmış olması, çalışanların etkeni bu tozlu topraklı havadan solunum yoluyla almış olmaları olasılığını da düşündürmektedir. Bu olasılıklar dikkate alındığında özellikle bu gibi arkeolojik kazılarda maske kullanılmasının gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

bb) III.Ahmed Çeşmesi müzeyyen ahşap saçaklarına ait *Tilia sp* ve *Pinus silvestris* (Sarı çam) örneklerinden *Penicillium frequentans* ve *Acremonium charticola* ayrılmıştır. *Penicillium*'un eşeyli ve eşeysiz şekillerinin enzimce zengin olduğu ve birçok organik maddeyi bozucu özellikte olduğu bilinmektedir. *Penicillium frequentans* (*P.glabrum*), toprakta da yaygın olan bir bozucu etkindir (99). Toprakta saprofit olarak da bulunabilen *Acremonium charticola* ise bir insan ve bitki patojenidir. Her iki odun cinsinin de ince kesitlerinde hücre zarlarının düzgün ve net hatlı olmadığı biçimindeki değişme dikkat çekicidir. Ahşabın doğal renginin bozulmasına sebep olan mantarların hücre çeperini parçalayacak enzimleri bulunmadığı, ama salgıladıkları pigmentlerle yüzeyde kısmen renklenmelere yol açtıkları bildirilmiştir. Odunu çürütmeyen ama renklenme oluşturan mantarların *Penicillium sp*, *Fusarium sp*, *Trichoderma sp* gibi konidileri renkli olan ve

derine nüfuz etmeyip yüzeyde yerleşenler olduğu da belirtilmiştir (39, 135). Bu bilgiler doğrultusunda, örneklerden mantar ayrılmış olmasına rağmen çeşmenin ahşap saçaklarının genelde iyi durumda olmasını ve fakat yer yer koyu renkli lekeler görülmesini açıklamak olasıdır.

bc) Büyükada, ahşap eve ait *Pinus silvestris* odunu örneklerinden *Verticillium cinnabarinum*, *Fusarium sporotrichioides* ayrılmıştır. Yaygın olarak bitkilerde ve toprakta bulunan ve insan için patojen sayılan *Fusarium sporotrichioides*'in dokumalar, küflü halılar dahil ıslak durumdaki birçok organik materyalden ayrıldığı bilinmektedir. Sıradan toprakcıl bir mantar olan *Verticillium cinnabarinum* da bitki patojenidir (108, 114).

Bu örneklerin ince kesitlerinde, bazı odun taksonlarında görülen spiral kalınlaşmaya benzer şekilde hücre zarı bozulması görülmüştür. Ancak spiral kalınlaşma *P.silvestris*'in odununun doğal yapısında olmadığından bu durum psödomorfik bir oluşumdur (Şekil 82). Blanchette, Ankara Müzesinde bulunan Frig kralı Midas'ın *P.silvestris*'den yapılmış tabutundan alınmış örneklerden hazırladığı ince kesitleri taramalı elektron mikroskopunda incelemiş ve hücre duvarlarında yumuşak çürüklük mantarlarının etken olduğunu düşündüğü biçimde oyuklarla karşılaşmış, bu oyukların odunun doğal yapısında olmayan spiral kalınlaşmalara benzeyen psödomorfik görünümler oluşturabildiğini göstermiştir. "Yumuşak çürüklük", hücre çeperinin boyuna eksenine paralel yönde ilerleyen ve çeperde oluklar açan hiflerin enzim aktivitesi dolayısıyla oluşturduğu bir mantar bozulması biçimi için Savoy tarafından önerilmiş bir terimdir. Bu bozulma tipinde odunda önemli ölçüde yoğunluk kaybı olduğu da bildirilmiştir (25). Tezimizde ahşap eve ait *P.silvestris* örneklerinde de, psödomorfik görünümünün yanısıra belirgin bir hafifleme dikkat çekmektedir.

Üzerinde kare biçiminde çatlaklar bulunan ahşap evin balkon korkuluğundan alınan bu örneklerin ince kesitlerinde ayrıca kenarlı geçitin orta lamelinde deformasyon, özışını paranzim hücreleri içinde granülasyonlar ve özışınlarında deformasyon olduğu da görülmüştür (Şekil 83, 84, 85). Yumuşak çürüklük mantarlarının çoğunlukla orta lameli de tahrip ettikleri bildirilmiştir (23). Bu durum tezimizde incelediğimiz bu materyalden elde ettiğimiz bulgularla uyumludur.

c) Tezimizde *deri* malzeme örneği olarak çalıştığımız parşömen elyazmadan *Trichophyton verrucosum* ayrılmıştır. Doğada toprakta da yaşayabilen *Trichophyton* türleri, insan ve hayvanların deri, kıl ve tınaklar gibi keratinli dokularında parazitlenerek dermatofitoz denen

hastalıklara sebep olurlar (75, 104, 123). Diğer yandan, işlenmemiş deri olan parşömen, kolagen esaslı olup keratin, elastin ve çok az miktarda albümin ile globulin, polisakkaridler, trigliseridler, fosfolipidler, çok sayıda vitamin içerdiğinden mikroorganizmalar için besin oluşturur. Özellikle dermatofitlerin, proteinleri parçalayan enzimler üretebildiklerin için, ana bileşenleri keratin ve kolagen olan deri ve parşömen ile yünlü dokumaların bozulmasında rol oynadıkları belirtilmiştir (68, 69, 98). Tez çalışmamızda parşömenden ayırdığımız *T. verrucosum* kökeni bu bilgileri doğrular niteliktedir.

Dermatofitlerin canlılar dışında uzun süre, aylarca hatta senelerce canlı kalabildiği bildirilmiştir *T. verrucosum* sığır ve ineklerde görülen zooantropofilik (hayvancıl) bir türdür ve parazitli hayvanların derilerinde bazen görünüşte hiç bir bozukluk olmayabilir (75, 104, 123). Bu bilgiler, elyazma ilahiler kitabından ayırdığımız kökenin de baştan beri parşömenin üretildiği hayvanın derisinde bulunduğunu düşündürmektedir. İncelediğimiz elyazmanın yapraklarının dış kenarlarına doğru olan kısımlarında özellikle köşelerde çok belirgin olan yumuşama, dağılma ve kopmalar keratinofilik bir mantar olan *T. verrucosum*'un derinin yapısındaki maddeleri yüzyıllardır parçalayarak kullanmasına bağlı olmalıdır. Yazmanın yapraklarının orta kısımlarına göre dışa yakın kısımlarının daha fazla tahrip olmuş olması ise, şiddetle aerob olan hifli mantarların oksijen istekleri ile açıklanabilir. Bu durum, havanın serbest oksijeninin daha bol olduğu dışla yakın kısımlarda mantarın daha yüksek metabolik aktivite göstermiş olduğunu düşündürmektedir.

Kanuni Sultan Süleyman'ın Budapeşte seferinin ganimeti olarak yaklaşık 350 yıl Osmanlı hazinesinde saklandıktan sonra 1877'de Budapeşte'ye gönderilen Kral Mathias'ın kütüphanesine ait, lekeli ve yıpranmış durumdaki 34 parşömen elyazmanın konservasyonu sırasında mikrobiyoloji açısından yapılan incelemede *Penicillium sp*, *Alternaria sp* ve *Streptomyces fimicarius* ayrılmıştır (22). Dış kaynaklı başka araştırmalarda, söz gelimi Moskova'da XIII. yüzyıl Grek elyazmalarında yapılan bir araştırmada deri ve parşömenden, sarı, pembe ve kırmızı pigment yapan spor oluşturmeyen bakteriler, koklar, *Sarcina* ve *Bacillus* cinslerine dahil bakteriler ayrılmıştır. Bunlardan *Bacillus*'ların proteini yıkıma uğrattıkları ve hepsinin materyalin dokusunda yayılarak derin tabakaları da tuttukları bildirilmiştir. Aynı çalışmada ayrılan mantarlar çeşitli kseroofilik türlerdir (126). Kowalik de araştırmasında, parşömeni tercih eden türlerin *Fusarium orthoceras*, *Cladosporium herbarum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Penicillium sp*, *Alternaria sp*, *Streptomyces sp* olduğunu bildirir ve bu organizmaların 24-26°C'de %85-95 bağıl nem ortamında 3 haftada koloni geliştirdiklerini belirtir. Kowalik, *Trichophyton ve*

Microsporum türleri, *Candida albicans* gibi keratini ayrıştıran küf ve mayaları ise proteinli liflerden yapılmış dokumalarda bulunabileceğine dikkati çekmiştir (69, 70). İnsanda deri ve eklentilerini tutarak hastalık oluşturan *Trichophyton verrucosum*'un bir müze eserinden ayrılması ilk olarak tezimizde gösterilmiştir.

d) Çalışmamızda ipek iplik ile gümüş ve altın tel kullanılarak dokunmuş olan Bizans dönemi **dokuma** örneklerinden *Alternaria tenuis* ayrılmıştır. Yaygın olarak bitkilerde ve toprakta saprofit olarak bulunan *Alternaria tenuis* (*A.alternata*), dokumalar, küflü halılar dahil ıslak durumdaki birçok organik materyalden de ayrılmıştır (108, 114).

Yurt dışında yapılan çalışmalarda da Giugliani ve Nugari, XIX. yüzyıl Şam işi bir dış giysideki gri renkli lekelerin sebebini aradıkları çalışmalarında *Aspergillus flavus-oryzae*, *Penicillium chrysogenum* ve *Chaetomium* sp. ayırmışlardır (52). Bizim incelediğimiz dokuma örneklerinde lekelenme görülmemekle birlikte iplikte parçalanma, kopma şeklinde mekanik dayanıklılığın yitirilmesi durumu dikkati çekmektedir. Kowalik, dokumaları tutan mikroorganizmaların selüloz veya keratin içeren malzemeler arasında seçici davrandıklarını gözlemlemiştir. Dokumalardaki selülozu ayrıştıranları da anaerop *Clostridium*, *Neurospora*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Memnoniella*, *Aspergillus* ve *Penicillium*, *Mucor* ve *Rhizopus* olarak belirtmiş; yünü tutanların da *Bacillus subtilis*, *B.mesentericus*, *B.fusiformis*, *Streptomyces albus* gibi bazı *Actinomycetes*, *Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*, *Penicillium* ve *Alternaria* türleri, *Trichophyton* ve *Microsporum* türleri, *Candida albicans* gibi keratini ayrıştıran bakteri, küf ve mayalar olduğunu bildirmiştir (68). Dokuma örneklerimizde görülen kopma ve uflanma durumu da mantarın malzemeyi ayrıştırmasına bağlı olmalıdır. Desen yapımında kullanılmış olan gümüş ipliklerin zaman içinde oksitlenerek toz haline dönüşmesi de eserin kalıcılığını azaltan ikincil bir unsurdur.

e) **Karışık malzemeli eserlere** örnek olarak incelediğimiz materyallerimizden de etken olarak mantarlar ayrılmıştır. Atagök'e ait yağlıboya tuval resimlerinden "Görme biçimleri serisi tablo 2 ve 3"ün ön ve arka yüzlerinden aldığımız örneklerden *Penicillium implicatum* ve "Nü"den de *Mucor* sp ayrılmıştır. Bu mantarların her ikisi de havada bol bulunan sıradan saprofitlerdendir. Bugün de ressamın kendi evinde aynı ortam koşullarında, hatta aynı dolap içinde birbirine çok yakın olarak saklanmakta olan bu tablolardan, aynı ortamdan bulaşma dolayısıyla aynı mantarın ayrılması doğal sayılmalıdır. Eserlerin bulunduğu ortamın iç iklim değişkenleri ile ilgili ölçümler bulunmamasına rağmen koleksiyonun bulunduğu evde yüksek rutubet de bulunmamaktadır.

Ancak 1970'lerde üretilmiş olan bu resimlerin 1980'li yıllar boyunca başka bir evde, karanlık bir bodrumda saklandığı öğrenilmiştir. Bağlı nemi yüksek, durgun havalı, karanlık yerler mantarların çimlenmesi ve gelişmesi için ideal ortamları oluştururlar. Ayrıca bu tip sanat eserlerinin oluşturulmasında birden çok organik ve inorganik malzeme birarada kullanılmıştır ve bunlar da mikropalara zengin besin olanakları sunarak gelişmeyi artırırlar. (135). *P. implicatum*'un ağır geliştiği ama biyolojice bozulmaya sebep olan önemli bir kseroofil mantar olduğu, düşük bağıl nemli ortamlarda bile gelişebildiği bildirilmiştir (99, 102). *Mucor* türlerinin ise çoğu birçok organik madde üzerinde saprofit olarak yaşarken hayvan ve bitkiler için patojen olanları da bildirilmiştir (108, 114). Bu mantarın hızlı gelişme yeteneği göz önüne alındığında tabloda enfeksiyonun başlamasının çok eski olmadığı düşüncemizi desteklemektedir. Eserlerin 1990 sonrasında içinde bulundukları yeni evin ortam koşullarının eskisinden daha iyi olması da gelişmeyi yavaşlatmış olmalıdır. Ancak özellikle arka yüzde gelişen mikroorganizmalar zamanla tekstilin içine nüfuz edip boya tabakasının alt yüzüne ulaşarak öndeki resimde çatlaklar ve boya parçacıklarında ayrılmalara sebep olabilirler. Diğer taraftan tuvale yerleşen mikroorganizmaların çıkardıkları enzimler dokuma malzemesinin parçalanmasına yol açarlar (135). Dolayısıyla bu resimlerde bulunan mantarlarla mücadelede, yüzeylerinin temizlenmesinden başka, ilaç kullanılması da eserlerin geleceği için yararlı olacaktır.

Karışık malzemeliler grubunda çalıştığımız kağıt üzerine tezhipli güzel yazı levhasından *Penicillium chrysogenum* ayrılmıştır. *P. chrysogenum*'un yeryüzünde en sık karşılaşılan ökaryotlu canlı olduğu, bölge ve iklim seçmeksizin toprakta, bitkilerde ve hatta iç mekanlarda bol bulunduğu, düşük bağıl nemlerde bile geliştiği bildirilmiştir (99, 102, 108).

Benzer yapıdaki bir grup boyalı bezemeli eserle çalışmış olan Dhawan ve Agrawal Hindistan Lucknow'da Devlet Müzesi'nde bulunan minyatürlü kağıt eserlerden *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Acremonium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, *Mucor* olmak üzere 9 cinse dahil mantarlar ayırmışlardır. Yücel ve Kantarcioğlu, bu çalışmanın sonuçlarını Topkapı Sarayı kütüphane koleksiyonunda yaptıkları araştırmanın bulgularıyla karşılaştırmışlar ve bu iki koleksiyonun farklı iklim kuşaklarında yer almalarına rağmen ayrılan cinslerin nitelik ve nicelik yönünden büyük benzerlik gösterdiklerini bulmuşlardır. Bu iki araştırmanın sonuçları tür düzeyinde de karşılaştırılmış, *Aspergillus niger*, *A. wentii*, *Alternaria alternata*, *Acremonium strictum*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium chrysogenum*'un her iki araştırmada da ortak türler olduğu görülmüştür. Bu benzerlik, her iki koleksiyonda yer alan

eserlerin, kağıt, tutkal ve boyalar yönünden benzer malzemelerle üretilmiş olmaları sebebiyle mikroorganizmalara birbirine benzer yaşama olanakları sunmuş olmalarıyla açıklanmıştır (134, 135). Tezimizde incelediğimiz kağıt üzerine tezhipli güzel yazı levhasının özellikle boyalı bezemelerinin üzerini örtecek şekilde gelişmiş olan *P.chrysogenum*'un söz konusu iki çalışmada da aynı nitelikteki eserlerden ayrılmış olması dikkat çekicidir. Bölge veya iç iklim koşullarının ortak özelliği bulunmadığı göz önüne alındığında, esas ortak noktanın bu eserlerin üretiminde kullanılmış olan bitki veya hayvan kökenli maddelerde, söz gelimi boyaların bağlayıcılarında aranması gerektiğini düşündürmektedir. Bu konuda daha ayrıntılı çalışmalar yapılması gereklidir.

5.3. Karşılaştırmadan çıkan epidemiyoloji bilgilerinin tartışılması

Mikroorganizmaların eserlerdeki dağılışı ve sıklığını etkileyen faktörlerin başında ortam (başta nem ve sıcaklık olmak üzere, mikrobiyota, ışık ve hava kirliliği...) koşulları gelmektedir. Ortam ile eseri tutan mikroorganizmalar arasında bir ilişki olduğu gösterilmiştir (134, 135). Dolayısıyla eserlerdeki bozulmalarda mikropların rolünü incelerken, ortamın durumunu nem, sıcaklık, dış ortam koşullarına açık olup olmama, mikrobiyota dikkate almak ve bunları bir bütün olarak değerlendirmek gerekir. Tez kapsamında incelediğimiz eserlerin içinde bulundukları farklı yerlerdeki değişik ortam koşullarını saptayarak değerlendirmemiz, doğru biçimde kalibre edilmiş, grafik kağıtlarının zamanında ulaşarak değiştirilebildiği çok sayıda ölçüm cihazına sahip olmamızı gerektirdiğinden mümkün olmamıştır. Yalnızca Topkapı Sarayı Müzesi koleksiyonunda yer alan parşömen elyazmadan ayırdığımız *T.verrucosum*'un içinde bulunduğu kütüphane mekanlarının ortam koşulları (iç iklimi ve mikroflorası) daha önceki bir çalışmamızda saptanmıştı (135). Ancak bu eserdeki infeksiyonun sonradan bulaşma olmadığına anlaşılmaması üzerine ortamın mikrobiyotası ile ilişki aranmasına gerek kalmamıştır.

Bir diğer unsur eserin üretildiği organik malzemenin kimyaca yapısının mikroorganizmaya sunduğu besin (proteinler, şekerler, vitaminler...) ve yaşama (pH, tuz miktarı...) olanaklarıdır. Üçüncü unsur, tezimizde dokumadan ayırdığımız *Alternaria tenuis*, parşömenden ayırdığımız *T.verrucosum* örneklerinde olduğu gibi mikroorganizmanın sahip olduğu enzimlerin üzerine yerleştiği malzemenin yapısını ayrıştırmaya elverişli olmasıdır.

Tezimizde ayırdığımız etkenlerinin rezervuarları veya kaynakları açısından bakıldığında, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Eupenicillium*, *Ajellomyces*, *Acremonium*,

Verticillium, *Fusarium* ve *Alternaria* toprak ve hava kaynaklı mantarlar olup doğada saprofit olarak bulunurlar. Ayrıca, saprofit olup insanda parazit hayata (patojen) geçebildiği bilinen *Ajellomyces capsulatus* histoplazmoz, *Aspergillus* türleri aspergilloz denen hastalıklara sebep olan; *Trichophyton*'lar deri ve eklemlerini tutan önemli mantarlardandır. *Mucor* zigomikoza, *Cladosporium* ve *Alternaria* feohifomikoz, *Acremonium*, *Verticillium* ve *Fusarium* hiyalohifomikoza sebep olan fırsatçı mantarlardır (123). Bunlar doğada çeşitli organik maddeleri çürüterek saprop olarak süresiz şekilde yaşayabilmekte ve çoğalabilmektedirler. Başta *Penicillium* ve *Aspergillus* ile diğerleri her yerde nispeten bol bulunabilirken, *A.capsulatus* coğrafyaya bağlı yayılım gösterir. Bulaşma araçları açısından ele alındığında, mikroplar toz, toprak, hava veya insanlar tarafından ellenme, kötü kullanım, parazit infeksiyonları gibi yollarla eserlere sonradan bulaşabildikleri gibi, tezimizde deri ve ahşap örneklerinde gösterildiği gibi üretildiğinden beri de eserde bulunabilirler. Bulgularımızdan, özellikle arkeolojik eserlerde bulunduğu toprağın mikrobiyotasının önem taşıdığı anlaşılmaktadır.

5.3.1. Epidemiyoloji bilgilerinin yorumu, alınacak önlemler için değerlendirilip tartışılması

Bu çalışma sırasında incelediğimiz eserlerdeki bozulmalarda %80.81 oranında mikrobiyoloji kökenli etkene rastlamış olmamız, resmi veya özel koleksiyonlarda bulunan, korumaya çalıştığımız organik malzemelerden yapılmış eski eserlerimizi nasıl kaybettiğimiz konusuna açıklık kazandırmaktadır. Özellikle müzeciler ile kültür varlıklarının yönetiminden sorumlu olan üst düzey yöneticiler bu bozulmalar ve sebepleri konusunda bilgilendirilmeli, öncelikle pasif koruma önlemleri olabildiğince uygulamaya konmaya çalışılmalıdır.

Kültür varlıklarını ve sanat eserlerini bozan mikroorganizmalara karşı savaşın, bilim verilerini esas alan koruyucu önlemlere dayandırılması, öncelikle bu canlıların metabolizmalarını ve bozucu aktivitelerini etkileyen nem, sıcaklık, besin kaynakları, ortamın pH'sı, ışık, basınç gibi etmenlerin denetlenmesi önerilmektedir (127). Ayrıca eserler ve saklandıkları ortamlar olabildiğince tozdan arındırılmalı, düzenli havalandırılmalı, gerektiğinde ortamda ilaçlama yapılmalıdır (135).

Eserlerin mikroorganizmalara duyarlılıkları da değişir. Tabaklanmış derilerdeki proteinlerin mantarların kullanmasına pek elverişli olmaması, bazı odunların içerdikleri ekstraktif maddeler dolayısıyla doğal dirençleri olması gibi. Ancak kaynağında belirtildiğine göre Avrupa'da ve tropik alanlardaki hiç bir odun türü yumuşak çürüklüğe tamamen dirençli değildir. Yumuşak çürüklük

mantarlarının geniş bir nem aralığına dayanabildikleri, farklı ortam koşullarında odunu tahrip edebildikleri de bildirilmiştir (23). Büyükkada'daki ahşap evin yapıldığı *P.silvestris* ile kral Midas'ın tabutunun yapıldığı *P.silvestris* odunlarının tamamen farklı ortamlarda bulunmalarına karşın aynı bozulmayı göstermeleri ilginçtir. Ancak dış kaynaklı araştırmalarda da belirtildiği gibi ahşabın mikroorganizmalarla bozulması konusu şimdiye kadar daha çok patoloji yönüyle ele alınmış olup etkenlerle ilgili daha derinlemesine çalışmalar yapılarak bilgi tabanı oluşturulmasına ve bozulma mekanizmalarının anlaşılmasına gereksinim vardır.

Gallo, eseri tutan mikroorganizmanın tanımının ve fizyolojik aktivitesine ilişkin olarak elde edilen bilgilerin, materyalde bulunan mikroorganizmanın tahrip mekanizmasının anlaşılmasını sağladığını, aynı zamanda o türün insanda hastalık yapıcı olup olmadığının belirlenmesine ve en etkili ilaçlama metodunun seçilmesine hizmet ettiğini bildirir. Mantar elemanlarının çevreye kolayca yayılabileceğini, sağlam eserleri infekte edeceği gibi kütüphanecilerle okuyucular için de sağlık tehlikesi oluşturabileceğini, kendi araştırmasında ayırdığı kitapları tutan mantarlardan en az 20 kadarının insanlarda mikozlara ve allerjiye sebep olduğunu belirtir (48). Roma La Sapienza Üniversitesi Tıp Fakültesi, Istituto Patologia del Libro ile işbirliği yaparak bu konuda hekimlik uzmanlık tezi yaptırmaktadır*. Diğer taraftan son yıllarda tıp alanında da, direnç kıran sebep ve uygulamalara maruz kalan insanların sıklığına paralel olarak, düşük virülensli çeşitli türden mantarların da hastalık etkeni olarak ayrıldıkları bildirilmektedir (122). Müze ve kütüphane ortamındaki mantarlarla insan mikozları ve alerji arasındaki ilişkiye değinen Kowalik de, mayıs ile ekim ayları arasında alerji semptomlarının daha akut olduğunu, çünkü mantar sporlarının sayısının ve tipinin günün saatine, mevsime, yöreye ve rutubete göre değiştiğini vurgular. Solunum sırasında 10µ'dan daha büyük partiküllerin burun ve pharynx'e, 5µ'dan küçük olanların ise alveollere kadar ulaştığını bildirir. Uzun zaman önce mantarların tehlikesiz olarak düşünüldüğünü, çünkü toksinlerinin dramatik semptomlar yapmadığını, ama artık, özellikle kontaminasyonun yoğun olduğu müze, kütüphane ve arşiv depolarının mikozlara sebep olabileceğinin kabul edildiğini de belirtir (70). Tüm bu bilgiler ışığında, kültür varlıkları ile mikrop ilişkisinin eserlerle ilgili yönü kadar insanla ilgili cephesinin de önemi ortaya çıkmaktadır. Müzelerdeki eserlerin korunması ve sağlıklı durumda tutulması, çalışanların da sağlığının korunmasına hizmet edecektir.

* Dr. Tarcioni, sözlü görüşme, 1995.

Tezimizde ayrılan etkenler Gallo ve Kowalik'in bu alandaki görüşlerini doğrular ve destekler niteliktedir. Şimdiye kadar yapılmış araştırmalarda müzelerde daha ziyade solunum yoluyla alınabilen, alerjik rahatsızlıklara sebep olan mantarların bulunduğu bildirilmiştir. Önemli iki gerçek patojen mantar olan *H.capsulatum* ve *T.verrucosum*'un kültür varlıklarında da bulunabildiği ilk kez tezimizde gösterilmiştir. Bu bulgumuz, olası bir bulaşma vasıtasının ortaya çıkarılması bakımından tıp açısından da önemli olmalıdır.

Deri ve eklemlerini tutan mantarlar olan dermatofitlerin insanlara, infeksiyon kaynaklarına değerek veya mantarlı eşya veya diğer vasıtalarla indirekt olarak geldikleri ve salgınlara bile yol açtıkları bildirilmiştir. Bu bakımdan infeksiyonluların şapkaları, tarakları, çamaşırları, pabuçları, terliklerinin bulaşmada rol oynadığı gibi, berber takımları umumi yerlerde koftukların baş dayanan yerleri, alafranga helaların oturma yerlerinin bulaşma vasıtası olabildiğine dikkat çekilmiştir (123). Bu hastalığın alınması için belli hayvanların derilerinin kaynak oluşturduğu bilinmekte ve bunlardan yapılmış eşyalar bulaşmalarda sorumlu tutulmuşsa da yüzyıllar önce üretilmiş bir müze eseri olarak parşömen yani işlem görmemiş deriden dermatofitlerin bulaşabilme olasılığının bulunduğu ilk kez tezimizde gösterilmiştir. Bu tehlikeden korunmak için müze sorumluları, araştırmacılar, konservatör ve restoratörler parşömenlerle çalışırken eldiven giymelidirler.

Diğer taraftan *H.capsulatum* ile insanda oluşan parazitliğin sessiz infeksiyonlardan ölümle biten ağır hastalıklara kadar muhtelif şiddette çeşitli belirtilerle kendini gösterdiği bildirilmiştir. Bu mantar solunum yoluyla alınarak ve/veya mantarın bulunduğu eşyanın ellenmesiyle deriden geçebilmekle infeksiyona sebep olabilir (123). Manisa Müzesindeki Sardes odun buluntularıyla çalışacak olan kişiler için potansiyel bir hastalık tehlikesi bulunduğu bir gerçektir. Bu eserlerin yüzeylerindeki toz toprağın temizlenmesi sırasında içerdikleri mantar elemanları havaya karışacağından bu temizlik işlemleri mutlaka aspiratörlü masaları olan bir konservasyon laboratuvarında yapılmalıdır. Gerek bu buluntuların gerekse insanların sağlığı için antifungal maddelerle işlem yapılması da uygun olacaktır. Genel olarak toprak altından çıkarılmış, bozulmuş organik eserlerle çalışılırken korunmak için daima eldivenle birlikte maske kullanılması yararlı olacaktır.

H.capsulatum keratinoofilik bir mantardır (3, 136) ve bununla infekte olmuş odun buluntularının saklandığı müze depolarında bulunabilecek başka eşyaya, söz gelimi yünlü dokumalara, derilere

ve diğer protein içeren malzemeden yapılmış müze eserlerine bulaşarak yayılması ve iç ortam koşullarının da artırıcı etkisiyle bu mekanlarda yüksek mikrop yoğunluğuna ulaşılması da olasıdır. Eldeki delillere göre *H.capsulatum* insan vücuduna en sık olarak hava ile solunum yolundan girmektedir. Bununla beraber sindirim kanalından ve deriden de girebilir (123). Söz gelimi 1973'de Amerika'da bir keşif grubunun (içinde yarasaların yaşadığı) bir mağara bulmalarından kısa bir süre sonra içlerinden 22 kişi solunum yollarındaki şikayetlerle hastaneye başvurmuşlar ve histoplazmoz teşhisi konmuştur (83). Yapay bir toprak yığınının içinde bulunan mezar odaları olan tümülüsler kuytu, karanlık ve olasılıkla rutubetli iç ortamları açısından mağaralara benzeyebilirler. Dolayısıyla yalnız *H.capsulatum*'un değil çeşitli mikroorganizmaların yaşayarak çoğalmasına elverişli yerlerdendir. Böyle yerlere giren arkeolog ve ziyaretçilere korunmak için maske takılmalıdır.

Benzer bir akıl yürütme ile, müze depolarında, konservasyon laboratuvarlarında veya restorasyon atölyelerinde zaman zaman havanın mikrop içeriği ve bunun yoğunluğu kontrol edilmeli, ortamlar gerektiğinde ilaçlanmalı, bu mekanlarda yiyip içmemeli, hijyen kurallarına uyulmalı, çalışırken eserlerden toz kaldırılmamalı, söz gelimi eserlerin fırça ile temizliğinden kaçınarak düşük güçte vakum uygulanması yeğlenmeli ve çalışanların maske ve eldiven kullanması sağlanmalıdır.

5.4. Önlemler için duyarlılık deneylerinden çıkan sonuçların değerlendirilerek tartışılması

Eserleri korumaya alırken ortam koşullarını düzenlemenin yanı sıra mevcut mikroplarla mücadele için bu mikropların duyarlı olduğu ilaçların saptanması yani duyarlılık deneyleri önem taşır. Konservasyon literatüründe eserlere uygulanabileceği belirtilen kimya maddelerinin etki alan ve dozları değişiktir, her maddenin her mikroba karşı etkili olmayacağı hatırlanmalıdır. Söz gelimi *Aspergillus*'lar gibi bazı mantar türlerinin antifungallere direnç gösterdiği bilinmektedir. Başkaca, kökenlerin tek tek duyarlılıkları da değişik olabilmektedir. Bir örnek olmak üzere Natamycin'in, diğer dermatofitler için etkili olduğu yoğunluk 10 mcg/ml'nin üzerinde iken yalnızca *T.mentagrophytes* için en küçük baskılayıcı yoğunluk (MIC) değerinin 100 mcg/ml ve *H.capsulatum* için (MIC) 3.1 mcg/ml olduğu belirtilmiştir (101). Bizim yaptığımız deneylerde Natamycin'in *T.verrucosum* kökenine etkili olduğu yoğunluk 8.81 µg/ml, *H.capsulatum* için de 88.45 µg/ml olarak saptanmıştır.

Duyarlılık deneyleri yoluyla bertaraf edilmek istenen mikroorganizmanın denenen kimya maddelerine karşı duyarlılığını ortaya çıkarmak ve buna göre uygun maddeyi seçmek ilaçlamadan yarar sağlanmasına götürecektir. Ancak ilaçlamaya paralel olarak ortam koşulları da düzeltilmezse istenen koruma sağlanamayacaktır. İç mekanda iklim değerlerinin ılımlı kılınması, depoların temiz ve tozsuz tutulması ve içeride hava dolaşımının sağlanması bu amaca ulaşmayı destekleyecek basit önlemlerdir.

İncelediğimiz eserlerden ayırdığımız 13 mantar kökeninin konservasyon literatüründe eski eserler için uygulanabileceği belirtilen 4 antifungal maddeye duyarlılığı deneylerle belirlenmiştir. *Aspergillus niger* için en düşük yoğunlukta etkili olan maddenin TBZ (0.33 µg/ml); *Alternaria tenuis* için TBZ (1.33 µg/ml); *Trichophyton verrucosum* için potasyum sorbat (20.00 µg/ml); *Eupenicillium alutaceum* ve *E crustosum* için TBZ (0.66 µg/ml); *Verticillium cinnabarinum* için potasyum sorbat (20.00 µg/ml); *Acremonium charticola* için potasyum sorbat (2.00 µg/ml); *Fusarium sporotrichioides* için TBZ (1.33 µg/ml); *Histoplasma capsulatum* için potasyum sorbat (2.00 µg/ml); *Cladosporium* sp için TBZ (0.66 µg/ml); *P.frequentans* için TBZ (0.33 µG/ML); *P.implicatum* için potasyum sorbat (0.50 µg/ml); *Mucor* sp için TBZ (0.66 µg/ml) olarak belirlenmiştir. OPP'ün *Alternaria tenuis*'e, *Acremonium charticola*'ya kullandığımız hiçbir yoğunlukta etkili olmadığı görülmüştür.

Bu bulgular göz önünde tutularak her durum için eserin yapısına uygun, etkin, düşük maliyetli ilaç ve kullanma yöntemi belirlenebilecek ve uygulamadan yarar sağlama olasılığı yükseltilecektir.

6. SONUÇ

Müzelerde bulunabilen çeşitli organik malzemeli eserlerden kağıt, ahşap, dokuma ve deri malzemeli olanlar ile karışık malzemelilerin bozulmasında rol oynayan mikrobiyoloji kökenli etkenleri araştırdığımız tezimizde ağırlıklı olarak malzeme-mikrop-bozulma ilişkisi ortaya konmaya çalışılmış ve eserlerden ayrılan etkenlerin duyarlı olduğu ilaçlar aranmıştır.

Örnek aldığımız eserlerdeki bozulmaların %80.81'inde mikropların etken olduğu, bu etkenlerin %15.39'unu bakteri, %65.26'sını mantarların oluşturduğu ve bunların temelde birbirinden farklı iki gruba ayrılabilen tipte bozulmalara yol açtığı anlaşılmıştır.

İncelediğimiz materyal örneklerinin birçoğunda, Sardes Bin Tepeler 89 Tümülsü odun buluntuları, parşömen elyazma, Bizans dokuma parçaları örneklerinde olduğu gibi, herkesin çıplak gözle kolayca farkedebileceği belirtiler bulunmadığı, bozulmaların içte adeta sessizce ve çok uzun zamandan beri sürdüğü gözlemlenmiştir. Bu tip bozulma dıştan çok belirgin olmamasına rağmen, ahşaplardan hazırladığımız ince kesitlerinde, parşömenin durduğu yerde parçalanmasında, dokumanın ipliklerinin dağılma durumuna gelmiş olmasında gördüğümüz gibi mikroorganizmaların malzemenin dokusunu parçaladığı, giderek eserlerin kaybedilme aşamasına doğru sessizce ilerlediği anlaşılmıştır. Bu grupta yer alan etkenerin genellikle toprak kaynaklı mikroorganizmalar olduğu dikkat çekmektedir.

Buna karşılık incelediğimiz kağıt örneklerimizde, tuval resimlerinde ve güzel yazı levhasında çıplak gözle kolayca hemen farkedilebilecek şekilde yüzey küfleri bulunduğu, bu tip bozulmanın genellikle ortamdaki bağıl nem yükselmesinin arkasından ortaya çıktığı, mikroorganizmanın yüzeyde görülebilen vücudunun hızlı geliştiği, esere birinci tipten daha kısa zamanda yayıldığı ve gözle fark edilir hale geldiği saptanmıştır. Bu örneklerde mikropların ilk aşamada yarattığı tehlike malzemenin dokusunu ayırmasından çok, boya tabakası ile taşıyıcısı gibi iki farklı malzemenin birbirinden ayrılması olarak belirlenmiştir. Bu tip bozulmanın ikinci aşaması olarak gördüğümüz dokuya işleme ve parçalama, etkenin enzim aktivitesinin ve zamanın fonksiyonu olarak gelişebilmektedir. III.Ahmed Çeşmesi ahşap saçaklarından alınan örneklerde de ayırdığımız mantarların malzemede estetik kayıplara yol açabilecek biçimde renk değişikliğine sebep olduğu gözlemlenmiştir. İkinci grupta topladığımız bozulmalarda etkenlerin hava kaynaklı bulaşmalar olduğu anlaşılmaktadır.

Farklı koleksiyonlarda veya yerlerde bulunan örnek eser gruplarımızdan etken olarak ayırdığımız mantarların (%65.26) bir kısmı ölü organik maddeleri ayrıştıran çeşitli enzimlere sahip ve her yerde bulunabilen “saprofit” mantarlar, bir kısmı da uygun konaklara (direnci düşük kişilere) bulaştığında hastalık yapabilen “fırsatçı patojen”lerdir. Çeşitli yabancı ülkelerde kültür varlıklarında mikrobiyoloji kökenli bozulmalarla ilgili çalışmalarda da zengin enzimlere sahip benzer saprofit mantarlar ayrıldığı bildirilmiştir. Fakat deri örneğimizden ayırdığımız *Tricophyton verrucosum* bir dermatofitoz etkeni, ahşap örneğinden ayırdığımız *Histoplasma capsulatum* ise insanda hastalık yapan “gerçek patojen” bir mantardır ve örneklerimizde rastladığımız en şiddetli tahribatı bunların oluşturmuş olması da ilginçtir.

Ahşap örnekleriyle yaptığımız çalışmada mantarların bazen odunun doğal yapısında bulunmayan yanılıcı (psödomorfik) görünümler oluşturabildikleri görülmüştür. Eski eserlerde odun cinsi tanınması sırasında bu gibi yanılılardan kaçınabilmek için üç anatomik yönde (transversal, radyal, tanjansiyel) birden çok sayıda ince kesitle çalışılmalı ve kesitler olanaklar elverdiğince mikroskopta değişik ışıklar altında incelenmelidir.

Çalışmamızın koruyucu önlemlerle ilgili kısmında bu eserlerden ayırdığımız kökenlerin, koruma ile ilgili literatürlerde organik malzemeli eserlere uygun olduğu bildirilmiş dört antifungal maddeye duyarlılığı araştırılmıştır. Bu deneylerde eserlerin yapısına uygun, her köken için en düşük yoğunlukta etkili olan ilaç saptanmıştır. Bu maddeler birinci grupta topladığımız etkenlerin bertaraf edilmesi için malzemenin dokusuna nüfuz ederek derindeki yapıları etkileyecek şekilde uygulanmalıdır. İkinci gruptaki bozulma etkenlerinin önlenmesi için ise malzemeye ilaç uygulanmasının yanı sıra kesinlikle ortam koşullarının (bağıl nem, sıcaklık, toz...) düzeltilmesi, sırasında birim hacim havadaki mikrop yoğunluğunun azaltılması için mekanda ilaç kullanılması gereklidir.

Bu çalışmada kültür varlıklarında insan patojeni mantarların bulunabildiği, arkeologlar, müzeciler, korumacılar, araştırmacılar... için tehlike oluşturabilecekleri de görülmüştür. Organik malzemeli eserlerin yapısında bulunan keten, pamuk, kereste gibi maddeler ile arkeolojik kazılardan çıkarılmış olan eserlerde bulunan toprak, insanda hastalık yapan yani patojen bir kısım mantarların saprofit hayattaki doğal habitatını oluşturur. Beslenmeleri için ölü organik dokuları parçalayarak kullanmalarını sağlayan enzimlere sahip olduklarından, bu eserler, üzerinde yerleşip üremeleri için uygundur. Eserlerin saklandığı depoların durgun havalı ve genellikle karanlık

ortamının, yüksek bağıl nemle birleştğinde yalnız eser sağlığı açısından değil, sırasında insanlar için de potansiyel sağlık riski taşıyan ortamlara dönüşebilecekleri kanımızca burada vurgulanmalıdır. Mantar sporlarının insan sağlığına zarar verebildiği, yakın temasta bulunan kişilerde 0.10 μm büyüklüğündekilerin solunum yollarına, 0.5 μm büyüklüğündekilerin alveollere kadar giderek allerjik reaksiyonlara, astıma ve mikozlara yol açtığı, vücutta bağışıklığın kırıldığı noktalarda saprofit olanların bile hastalık oluşturabileceği de unutulmamalıdır.

Müzelerdeki doğa ve kültür varlıklarının aslında ilgili kişilerin de yakın çevresini oluşturmaları, bu eserlerin korunarak geleceğe aktarılması amacının yanısıra insanlara sağlıklı yaşam ve çalışma ortamları sağlanması gerekliliğini de birlikte getirmekte, adeta müzenin eserlere ve insana yönelik cepheleri birbiriyle içiçe geçmiş gibi görünmektedir. Eser ve insanların korunması için önlem alınması, koruma ve korunma için duyarlılık deneylerine göre ilaçlama yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.



KAYNAKLAR

1. *Agrawal OP*. Preservation of art objects and library materials. New Delhi : National Book Trust, 1993.
2. *Ajello L*. Geographic distribution of *Histoplasma capsulatum*. Mykosen 1958 ;1 : 147-155.
3. *Ajello L, Varsavsky E, Delvingt V*. Keratinophilic fungi from Belgian soils. Trans.Brit. mycol. Soc. 1965, 48 : 417-21.
4. *Ajello L, Cheng SL*. Sexual reproduction in *Histoplasma capsulatum*. Mycologia 1967; 4 : 689-697.
5. *Ajello L*. Comparative morphology and immunology of members of the genus *Histoplasma*, a review. Mykosen 1968 ; 11 : 507-14.
6. *Ajello L*. Coccidioidomycosis and histoplasmosis. A review of their epidemiology and geographical distribution. Mycopathologia et Mycologia Applicata 1971 ; 45 : 221-30.
7. *Ajello L, Kuttin ES, Beemer AM, Kaplan W, Padhye A*. Occurrence of *Histoplasma capsulatum* Darling, 1906 in Israel, with a review of the current status of histoplasmosis in the middle east. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 1977 ; 26 : 140-47.
8. *Ajello L, Weeks RJ*. Soil decontamination and other control measures. Occupational mycoses. A text'de. Ed. DiSalvo AV. Philadelphia, Lea and Febinger, 1983 : 229-238.
9. *Aksöz N*. Çevre -mikroorganizma ilişkileri (Çevre mikrobiyolojisine bir bakış). XXVII. Türk Mikrobiyoloji Kongresi Bildirileri. Antalya, 1996 : 22-24.
10. *Alexopoulos CJ, Mims CW*. Introductory mycology. 3.baskı. New York : John Wiley and Sons, 1979.
11. *Aran N*. Küflerin genel tanımları ve sınıflandırılmaları. TÜBİTAK Gıdalarda küfler ve mikotoksinler araştırma projesi çalışmaları. 1985 : 47-62.
12. *Atlas R*. Microbiology, fundamentals and applications. 2nd ed. New York : Maxwell Macmillan International Editions, 1984.
13. *Atlas R*. Handbook of media for environmental microbiology. Londra, CRC Press 1995.
14. *Aydoğdu O*. Sözlü görüşme (11.05.1994). Alarko, 1994.
15. *Aytuğ B*. Odun tanıma ve mikroskop teknikleri ders notları. 1996.
16. *Bacon L*. The Horniman Museum : buckets to an environmental control strategic study. Conservation Restoration des Biens Culturels. La Conservation Preventive. Paris : A.R.A.F.U. 1992 : 93-100.

17. **Barnett H L, Hunter B S.** Illustrated genera of imperfect fungi. Pennsylvania: Burgess Publishing Company, 1972.
18. **Bartlett PC, Weeks RJ, Ajello L.** Decontamination of a *Histoplasma capsulatum*-infested bird roost in Illinois. US Dept. of Health and Human Services, Public Health Service 1982 ; 37 : 221-23.
19. **Baron EJ, Finegold SM.** Bailey and Scott's Diagnostic microbiology. St Louis : The CV Mosby Company, 1990.
20. **Baron EJ, Chang RS, Howard DH, Miller JN, Turner JA.** Medical microbiology, a short course. NewYork : Wiley-Liss, 1994.
21. **Baynes-Cope AD.** Fungicides and the preservation of waterlogged wood. Oddy WA. Problems of the conservation of waterlogged wood'da. London, National Maritime Museum; 1975 : 31-34.
22. **Beothy-Kozocsa I, Sipos-Richter T, Szlabey G.** Parchment codex restoration using parchment and cellulose fibre pulp. Restaurator 1990; 11: 95-109.
23. **Blanchette RA, Nilsson T, Daniel G, Abad A.** Biological degradation of wood. Archaeological wood :Properties, chemistry and preservation. eds.Rowell RM, Barbour RJ. Washington DC:American Chemical Society, Advances in chemistry series 225.1990; 141-74.
24. **Blanchette RA, Cease KR, Abad AR, Koestler RJ, Simpson E.** An evaluation of different forms of deterioration found in archaeological wood. International Biodeterioration 1991; 28 :3-22.
25. **Blanchette RA, Simpson E.** Soft rot and wood pseudomorfs in an ancient coffin (700 BC) from Tumulus MM at Gordion, Turkey. IAWA Bulletin 1992 ; 13 : 201-213.
26. **Blanchette RA.** Biodeterioration of archaeological wood. Biodeterioration abstracts 1995; 9 : 113-127.
27. **Bozkurt Y.** Odun anatomisi. İstanbul : İÜOF Yayınları 415, 1990.
28. **Bozkurt Y, Göker Y, Erdin N.** Emprenye tekniği. İstanbul : İÜOF Yayınları 425, 1991.
29. **Brandsberg JW.** Fungi found in association with *Histoplasma capsulatum* in a naturally contaminated site in Clarksburg, Maryland, USA. Sabouradia 1968 ; 6 :246-54.
30. **Brandsberg JW, Weeks RJ, Hill WB, Piggott WR.** A study of fungi found in association with *Histoplasma capsulatum* : three bird roosts in S.E.Missouri, USA. Mycopathologia et Mycologia Applicata 1969 ; 38 : 71-81.

31. **Brommelle NS.** Lighting, air-conditioning, exhibition, storage, handling and packing. The conservation of cultural property with special reference to tropical conditions. Paris: UNESCO, 1979 : 291-302.
32. **Campbell CC.** Reverting *Histoplasma capsulatum* to the yeast phase. Journal of Bacteriology 1947 :263-64.
33. **Caneva G, Nugari MP, Salvadori O.** Biology in the conservation of works of art. Roma : ICCROM. 1991.
34. **Cassar M.** Choosing and using silica gel for localised protection in museums. Environmental monitoring and control. Dundee, The Scottish Society for Conservation and Restoration, 1989.
35. **Christensen C.** Environmental standarts, looking beyond flattening? AIC Newsl. 1995 ; 20 (Sept) : 1-8.
36. **Clayton Y, Midgley G.** Medical mycology. London : Gower Medical Publishing, 1988.
37. **Conant NF, Smith DT, Baker RD, Callaway JL.** Fundamentals of elementary mycology. Manual of Clinical Mycology'de. 3.baskı. Philadelphia : W B Saunders Company, 1954 : 664-676.
38. **Cronyn JM.** The Elements of archaeological conservation. London, Routledge, 1996.
39. **Cutler DF.** The anatomy of wood and the processes of its decay. Oddy WA. Problems of the conservation of waterlogged wood'da. London, National Maritime Museum ; 1975 : 1-8.
40. **Dawson J.** Some considerations in choosing a biocide. CCI technical bulletin. (tarihsiz)
41. **de Guichen G.** Climate in museums. Measurement, technical cards. Roma : ICCROM, 1984.
42. **de Guichen G.** Why curators do not use silica gels or the three uses of silica gel. ICCROM kurs notu.
43. **Fliermans CB.** Legionella ecology. ed. Burge HA Bioaeresols.London : Lewis Publishers, 1995 : 49-76.
44. **Florian ML.** Conidial fungi (mold) activity on artifact materials - A new look at prevention, control and eradication. ICOM Committee for conservation, 10th Triennial meeting. Washington DC, 22-27 August 1993 Preprints II'de. Lawrence/Kansas (USA) II. 1993 : 868-73.
45. **Gallo F.** Gli agenti biologici nemici delle biblioteche e degli archivi, caratteristiche morfologiche e funzionalidei principali insetti e microorganismi dei libri. Criteri fondamentali per impostare una lotta razionale contro essi. Boll. dell'ICPL XVI. 1957 : 141-99.

46. *Gallo F.* Biological agents which damage paper materials in libraries and archives. IIC. Recent advances in conservation. London, **1963** : 55-61.
47. *Gallo F, Gallo P.* Insetti e microorganismi nemici dei libri. Boll dell'ICPL, **1967**.
48. *Gallo F.* Biological factors in deterioration of paper /Facteurs biologiques de deterioration du papier. Rome : ICCROM. **1985**.
49. *Gallo F, Pasquariello G.* Hypothesis on the biological origin of foxing. Preprints of ICBCP-2. Yokohama : Published by the Organization Committee of ICBCP-2, **1992a** : 73-76.
50. *Gallo F, Pasquariello G.* Hypothesis on the biological origin of foxing. Papers of the Conference on Book and Paper Conservation'da. Budapest : Technical Association of Paper and Printing Industry and the National Széchenyi Library, **1992** : 533 - 44.
51. *Gardner JF, Peel MM.* Introduction to Sterilization, Disinfection and Infection Control. Second edition. Melbourne : Churchill Livingstone, **1991** : 35.
52. *Gilman J.* A manual of soil fungi. 2inci baskı. Iowa, The Iowa State College Press, **1957**.
53. *Giugliani MR, Nugari MP.* A case of fungal biodeterioration on an ancient textile. ICOM Committee for conservation, 10th Triennial meeting. Washington DC, 22-27 August 1993 Preprints II'de. Lawrence/Kansas (USA) II. **1993** : 305-7.
54. *Göksu S.* Grek ve Roma Arkeolojisi (Ders notu). **1996**.
55. *Granade TC, Artis WM.* Antimycotic susceptibility testing of dermatophytes in microcultures with a standardized fragmented mycelial inoculum. Antimicrob. Agents Chemother. **1980**. 4 : 725-29.
56. *Haines JH, Kohler SA.* An evaluation of orthophenyl phenol as a fungicidal fumigant for archives and libraries. JAIC. **1986**; 25 : 49-55.
57. *Hays SM, Gobbel RV, Ganick NR.* Indoor air quality. New York : McGraw-Hill, Inc., **1995**.
58. *Hazen EL, Gordon MA, Reed FC.* Laboratory identification of pathogenic fungi simplified. 3.baskı. Springfield, USA : Thomas CC Publisher, **1970**.
59. *Heim R, Flieder F, Nicot J.* Combating moulds which develop on cultural property in tropical climates. The conservation of cultural property with special reference to tropical conditions. Paris : UNESCO. **1979**; 41-52.
60. *Howard DH.* Fungi pathogenic for humans and animals. Part A: Biology. New York : Marcel Dekker, Inc., **1983**.
61. *Ingold CT, Hudson HJ.* The biology of fungi. 6.baskı. Oxford : Chapman and Hall, **1993**.
62. *Johnson EV, Horgan JC.* Museum collection storage. Technical handbooks for museums and monuments 2. Paris : UNESCO. **1979**.

63. *Kantarcioglu AS*. Arkeolojik tekstillerin konservasyonu. Müze, **1990-1991**; 4: 90-98.
64. *Kantarcioglu AS*. Topkapı Sarayı Müzesindeki bazı mekanlarda iklimin saptanması ve organik eserler - iklim ilişkisi üzerine yeni araştırmalar. 150. yılında Türk Müzeciliği Sempozyum Bildirileri. 24-26 Eylül 1996, Askeri Müze ve Kültür Sitesi Komutanlığı, İstanbul. **1997**:185-99.
65. *Kerschner R*. A practical approach to environmental requirements for collections in historic buildings. JAIC, **1992**; 31 :65-76.
66. *Kotrajaras R*. Studies on the proteolytic enzyme produced by dermatophytes. J.Invest.Dermat. **1965**, 44 : 1.
67. *Kowalik R, Sadurska I, Czerwinska E*. Microbiological deterioration of old books and manuscripts-Remedies. Boll.dell'ICPL XXI.**1962**.
68. *Kowalik R*. Microbiodeterioration of library materials. Part I. Restaurator. **1980a**; 99-114.
69. *Kowalik R*. Microbiodeterioration of library materials. Part II. Restaurator. **1980b**; 135-219.
70. *Kowalik R.* Microbiodeterioration of library materials. Part III. Restaurator. **1981-83**; 61-115.
71. *Kökten H*. Anadolu'da Akhamenid dönemi araba buluntuları. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü'ne sunulan rapor. **1992**.
72. *Krist G, Banik G, Dubruskin S, Rushfield RA, Winsor P*. Bibliography theses, dissertations, research reports in conservation. Roma, ICCROM, **1990**.
73. *Kühn H*. The conservation of organic works of art. London : Butterworths, **1981**.
74. *Kwon-Chung KJ*. Emmonsella capsulata : Perfect state of Histoplasma capsulatum. Science **1972**; 177 :368.
75. *Kwon-Chung KJ, Bennett JE*. Medical Mycology. Philadelphia, Lea and Febinger, **1992**.
76. *Lafontaine R*. Silica gel/Le gel de silice. Canadian Conservation Institute (CCI) technical bulletin 10. Ottawa, CCI. **1984**.
77. *Lafontaine H, Michalski S*. The control of relative humidity-recent developments. ICOM Committee for Conservation, 7th triennial meeting Copenhagen. 10-14 Sept. 1984. Preprints'de. Paris : ICOM, Paul Getty Trust, **1984**; 17/33.
78. *Larsh H W, Hall N K*. Histoplasma capsulatum. Braude AI, Davis CE, Fierer J. Infectious diseases and medical microbiology'de. 2.baskı.Philadelphia, WB Saunders Company **1986** : 580-83.
79. *Larone DH*. Medically important fungi, a guide to identification. 3.baskı. Washington DC : ASM Press, **1995**.

80. **Learmonth GS.** Maintenance and hygiene. Environmental monitoring and control. Dundee : The Scottish Society for Conservation and Restoration, **1989** : 47-52.
81. **Levetin E.** Fungi. Burge HA (ed) Bioaerosols. London : Lewis Publishers, **1995** : 87-120.
82. **Lodder J.** The Yeasts, a taxonomic study. Amsterdam, North Holland Publ. Co., 1979.
83. **Lottenberg R, Waldman RH, Ajello L, Hoff GL, Bigler W, Zellner SR.** Pulmonary Histoplasmosis associated with exploration of a bat cave. American Journal of Epidemiology **1979** ; 110 : 156-61.
84. **Macleod KJ.** Relative humidity. Its importance, measurement and control in museums. Canadian Conservation Institute (CCI) technical bulletin 1. Ottawa, CCI. **1978**.
85. **McGinnes MR, Schell WA.** The genus *Fonsecaea* and its relationship to the genera *Cladosporium*, *Phialophora*, *Ramichloridium* and *Rhinocladiella*. Pan.Am. Health Organ. Sci.Publ. **1980**, 396 :215-34.
86. **McGinnes MR, Rinaldi MG.** Antifungal drugs : Mechanism of action, drug resistance, susceptibility testing and assays of activity in biologic fluids. Lorian V. Antibiotics in Laboratory Medicine'de. 4th eds. Baltimore : Williams and Wilkins, **1996**.
87. **Michalski S.** Relative humidity : Adiscussion of correct / incorrect values, ICOM Committee for Conservation 10th Triennial Meeting, Washington DC. 22-27 August 1993. Preprints'de. **1993** : 624-29.
88. **Michalski S.** Relative humidity and temperature guidelines : What's happening?. CCI Newsl. **1994**; 14 : 6-10.
89. **Michalski S.** Changing standarts for environmental control. The Conservation Community meeting, Boston, Museum of Fine Arts, 25-26 April 1996. (Yayınlanmamış bildiri). [O'Connell M. The new museum climate : Standarts and technologies. Paper Conservation News. **1996**; 80 : 18-20'den].
90. **Moore GS, Jaciow DM.** Mycology for the clinical laboratory, Virginia : Reston Publishing Company, Inc. **1979**.
91. **More-Landecker E.** Fondamentals of the fungi. 3üncü baskı. New Jersey : Englewood Clifs. **1990**.
92. **Morey RP.** Studies on fungi in air-conditioned buildings in a humid climate. Eeckardt J, Chin SY eds. Fungi and bacteria in indoor air environment : Health effects, detection and remediation. New York. **1995**.
93. **Nakamura Y, Tanishita S.** Causes and countermeasures for fungal growth on wooden sculptures repaired by resin. 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural

- Property. October 5-8 1992, Yokohama, Japan. Preprint'de. Published by the Organising Committee of ICBCP-2. 1992 : 31-32.
94. *Nilsson T.* Studies on wood degradation and cellulolytic activity of microfungi. *Studia Forestalia Suecica*, Nr 104, 1973.
95. *Nilsson T.* Microscopic studies on the degradation of cellophane and various cellulosic fibres by wood-attacking microfungi. *Studia Foresta Suecica* 1974 ; 117.
96. *Nyuksha JP, Gromov OA, Pokrovskaya JV, Saltikov ME.* Mass processing of documents for fungi contamination control. ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Dresden 26-31 August 1990 Preprints'de. Los Angeles. 1990; 477-481.
97. *Organ RM.* Control of climate : Essential but difficult. *Museum XXXIV/1*. 1982; 51-52.
98. *Peyton EW, Charles MC, Cawley EP.* Keratinolytic activity of *Microsporum canis* and *Microsporum gypseum*. *The Journal of Investigative Dermatology*, 1965; 44 : 300-309.
99. *Pitt IJ.* A laboratory guide to common *Penicillium* species. 3.baskı. North Ryde, Australia : Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. 1991.
100. *Raab WP.* Natamycin (Pimaricin). Its properties and possibilities in medicine. Stuttgart, Georg Thieme Publishers, 1972.
101. *Raper KB, Fennell DI.* *Aspergillus*. Baltimore, The Williams and Wilkins Company, 1965.
102. *Raper KB, Thom C, Fennell DI.* A manual of the *Penicillia*. New York : Hafner Publishing Company Inc, 1968.
103. *Reilly J.* Research applied to planning : Isoperm diagrams and IPI environmental research. The Conservation Community meeting, Boston, Museum of Fine Arts, 25-26 April 1996. (Yayınlanmamış bildiri). [O'Connell M. The new museum climate : Standarts and technologies. *Paper Conservation News*. 1996; 80 : 18-20'den].
104. *Rippon JW.* Medical mycology. Third edition. Philadelphia, WB Saunders Company, 1988.
105. *Rotili R.* Pelli, cuoio e concia, storia e tecnologia. Per una didattica del restauro librario. Palermo, Bibliotheca Centrale della Regione Siciliana, 1990; 95-110 .
106. *Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ.* Principles and practise of disinfection, preservation and sterilization. 2.baskı. London :Blackwell Science, 1994 :115-47.
107. *Salvin SB.* Cultural studies on the yeastlike phase of *Histoplasma capsulatum* Darling. *Journal of Bacteriology* 1947 ; 5 :655-59.
108. *Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC, Filtenborg O.* Introduction to food-borne fungi. 4.baskı. Baarn : Centraalbureau voor Schimmelcultures, 1995.

109. **Schell WA, Pasarell L, Salkin IF, McGinnes MR.** *Bipolaris, Exophiala, Scedosporium, Sporothrix* and other Dematiaceous fungi. Manual of clinical Microbiology'de. Ed. Murray P, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover RH. 6.baskı. Washington DC : ASM Press, 1995 :825-846.
110. **Shacklette MH, Hasenclever HF, Miranda EA.** The natural occurrence of *Histoplasma capsulatum* in a cave. 2. Ecologic aspects. American Journal of Epidemiology 1967 ; 86 : 246-252.
111. **Shacklette MH, Hasenclever HF, Miranda EA.** The natural occurrence of *Histoplasma capsulatum* in a cave. 3.Effect of flooding. American Journal of Epidemiology 1967 ; 88 : 210-14.
112. **Singh J.** Building mycology : Management of decay and health in buildings. London, E and FN Spon, 1994.
113. **Skeyes G.** Disinfection and sterilization. 2nd ed. London : E and FN Span, 1967 :39-79.
114. **Smith G.** An introduction to industrial mycology. 5.baskı. London : Edward Arnold Ltd, 1960.
115. **Strang TJK, Dawson JE.** Controlling museum fungal problems. CCI Technical bulletin, 12, Ottawa, 1991.
116. **Sweany HC.** Histoplasmosis. Springfield, USA : Thomas CC Publisher, 1960.
117. **Thomson G.** The museum environment. London, Butterworths. 1978.
118. **Thomson G, Bullock L.** Simple control and measurement of relative humidity in museums. Museums Association Information Sheet 24. London : Museum Association. 1980.
119. **Troger R, Blechsmidt D, Muller G.** The use of fungicides in preserving valuable paper products. Neue Museumskunde 1984 ; 27 : 185-188.
120. **Unat EK.** Histoplasmosis'in mikolojisi ve epidemiyolojisi hakkında. Tüberküloz 1957 ; 2 : 11-27.
121. **Unat EK, Yücel A.** Konak dışında *C. neoformans* ve *H.capsulatum* araştırmaları. İÜ Tıp Fak Mec. 1965 ; 28 : 47-51.
122. **Unat EK.** Tıp bakteriyolojisi ve virolojisi. İnsanda hastalık yapan bakteriler virüsler ve bunlarla oluşan infeksiyon hastalıkları. İkinci baskı. İstanbul, Dergah Tıp Yayınları :2, 1986 : 73-4, 81.
123. **Unat EK, Yücel A.** Tıp mikolojisi. Unat EK, Yücel A, Altaş K, Samastı M. Unat'ın tıp parazitolojisi. İnsanın ökaryonlu parazitleri ve bunlarla oluşan hastalıkları'nda. Beşinci baskı. İstanbul, Cerrahpaşa Tıp Fak. Vakfı Yayınları : 15, 1995; 682-860.

124. **Unat EK.** Temel mikrobiyoloji. 3.baskı. İstanbul, İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, **1997.**
125. **Ünver B, Baykan S.** Besin mikrobiyolojisi. İstanbul, Milli Eğitim Basımevi, **1981.**
126. **Voronina LI, Nazarova ON, Petushkova U, Rebrikova NL.** Damage of parchment and leather caused by microbes. ICOM Committee for Conservation, 6th triennial meeting, Ottawa, 21-25 September 1981, Preprints'de. Paris : ICOM, **1981** :19.3.
127. **Yang CS.** Understanding the biology of fungi found indoors. Eckardt J, Yang SC eds. Fungi and bacteria in indoor environments : Health effects, detection and remediation. New York. **1995**; 128.
128. **Young P.** Çürüyen anıtlar. (New Scientist, October 1996'dan çev. Arıt S). Bilim ve Teknik. **1997**; 352 : 82-84.
129. **Yücel A, Zehavi H.** Balıklı besiyerinde mantarların üreyişi. Cerr. Tıp Fak. Derg. **1976**; 7 : 364.
130. **Yücel A.** Hastalık yapan mantarların ilaçlara direnci ve duyarlılığın tayini. Türk Mikrobiyol. Cem. Derg. **1979** : 9 : 22-29.
131. **Yücel A, Sadri MF.** *T. mentagrophytes* ile *T. rubrum* 'un birbirinden ayırdedilmesi. Cerr. Tıp Fak. Derg. **1983**; 14 : 85-91.
132. **Yücel A.** Mikoloji ders notları. **1989.**
133. **Yücel A.** Balıklı besiyerinin tarihçesi. III. Türk Tıp Tarihi Kongresi'nde (20-22 Eylül 1993) sunulan bildiri. İstanbul, **1993.**
134. **Yücel A, Kantarcıoğlu AS.** A microbiological study in Topkapı Palace Library (İstanbul). 3rd International Conference on Biodeterioration of Cultural Properties, (4-7 July 1995, Bangkok), Thailand. Proceedings. **1995**; 400-13.
135. **Yücel A, Kantarcıoğlu AS.** Müzelerdeki eserlerin bozulmasında mikropların rolü. Kültür Bakanlığı Y ; Ankara, Türk Tarih Kurumu Basımevi, **1997.**
136. **Zeidberg LD, Ajello L, Dillon A, Runyon LC.** Isolation of *Histoplasma capsulatum* from soil. American Journal of Public Health **1952**; 42 : 930-36.
137. **Zeidberg LD, Ajello L.** Environmental factors influencing the occurrence of *Histoplasma capsulatum* and *Mycrosporium gypseum* in soil. Journal of Bacteriology **1954** ; 68 : 156-59.
138. CBS Course of mycology. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Drukkerij "ERLA", Amsretdam-Zuid, The Netherlands, 1980.
139. Chemical properties of OPP. Federal Register. **1987**; 52 : 209.

140. Chicora Foundation : Managing the museum environment. Paper Conservation News. **1997**; 81: 6-9.
141. Environmental research at GCI. The Getty Conservation Institute Newsletter, Winter **1993** : 3-9.
- 142.** Chemical properties of OPP. *Federal Register*, vol 52, N 209, (1987)
143. Indoor environment standarts : A report on the NYU symposium. Abbey Newsl. 1995 : 19: 93-8.
144. Managing the museum environment. Chicora Foundation. The IPC Newsl. March **1997**; 81: 6-9.
145. Müzelerde koruma : Çevresel koşulların denetimi. TC Kültür ve Turizm Bakanlığı Eski Eserler Genel Müdürlüğü. İstanbul, **1987**.
146. Potassium sorbat specification (E22). Hoechst, Frankfurt, **1991**.
147. Restorer's-museologist's-scientist's common responsibility in the protection of museum objects. The restored object as a source of historical and technological information. Fourth International Restorer Seminar, Veszprem, Hungary, 2-10 July 1983, vol 1, Budapest, National Center of Museums / UNESCO. **1984**.
148. Revised climate control guideliness. AIC Newsl. November **1994** :23.
149. The new museum climate : standarts and technologies. Paper Conservation News, 1996 December **1996** : 18-24.

ÖZGEÇMİŞ

28/06/1954'de İstanbul'da doğmuş, Nişantaşı Kız Lisesi fen bölümünden sonra yüksek öğrenimini İstanbul İktisadi ve Ticari İlimler Akademisinde yapmış ve 1975'de İşletme ve Kamu Yönetimi Bölümünü bitirmiştir. 1980-83'de İstanbul Devlet Güzel Sanatlar Akademisi Türk Sanatları Bölümüne devam ederek sertifika almış; 1989'da ve 1990'da Devlet Türk Süsleme Sanatları Tezhip Dalı'nda birincilik ödülleri almıştır. 1984'de İtalya, Floransa'da Istituto per l'Arte e il Restauro'da ahşap konservasyonu; 1987'de Kültür Bakanlığı Konservasyon Laboratuvarı'nda organik ve inorganik malzemelerin korunması (genel konservasyon); 1991'de İtalya, Roma'da Istituto Patologia del Libro (ICPL)'da Biyoloji (Mikoloji ve Entomoloji), Kimya, Teknoloji ve Restorasyon Laboratuvarlarında selüloz ve protein esaslı malzemelerin bozulma ve korunması ; 1993'de Japonya, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties (TNRICP)'de kağıt konservasyonu eğitimleri almış; 1996'da bilgi ve deneyimini geliştirmek üzere Tokyo National Research Institute of Cultural Properties (TNRICP) Organik Laboratuvarı'nda ahşap konservasyonu ve ayrıca taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile laser mikroskobunun kullanımı konusunda çalışmıştır. Yine 1996'da İÜ Orman Fakültesi Orman Botanigi Anabilim Dalı Odun Anatomisi Laboratuvarı'nda Prof.Dr. Burhan Aytuğ ile mikroskop teknikleri ve odun tanıma konularını çalışmaya başlamış; Tokyo National Research Institute of Cultural Properties (TNRICP)'den gönderilen bir uzmanla peptid, polisakkarit, polihidrokarbon analizleri için Thin Layer Chromatography (TLC) yönteminin kullanılması üzerinde çalışmıştır.

1992'de ABD, Boston'da North East Documents Conservation Center (NEDCC)'da bir konservasyon çalışması için; 1994'de Macaristan, Budapeşte'de Nemzeti Müzesi'nde sergi alanında ortam kontrolü ve iklim yönetimi ile ilgili olarak Kültür Bakanlığınca görevli gönderilmiştir.

1989'da İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nda mikoloji teorik ve laboratuvar dersleri, 1990'da aynı Anabilim Dalı'nda bakteriyoloji teorik ve laboratuvar dersleri, 1991-95'de İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı mikoloji Laboratuvarı'nda, kısmen American Research Institute in Turkey (ARIT) desteğiyle ve Prof. Dr. Ayhan Yücel'in katılımı ve yönlendirmesiyle "Topkapı Sarayı Müzesindeki bir kısım organik eser ve mekanların mikrobiyoloji yönünden incelenmesi ve ilaçlama deneyleri" konulu bir araştırma çalışması yapmıştır. Halen, "Protein ve selüloz esaslı malzemelerin mikrobiyoloji kökenli etmenlerle bozulması ve önleyici maddeler ile ilaçlama" konusunda, kısmen ARIT destekli bir ikinci aşama araştırma projesini sürdürmektedir. Ayrıca Prof.Dr. Ayhan Yücel ile birlikte Avrupa ve Doğu Akdeniz ülkelerinden üniversiteler ve UNESCO'nun katılımıyla yürütülecek olan, Akdeniz ülkeleri yazılı kültür varlıklarını kurtarmayı amaçlayan MANUMED adlı bir Avrupa Topluluğu (AT) projesi kapsamında biyologlar, konservatörler ve koleksiyon sorumlularına eğitim vermek üzere davet edilmiş olup İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü'nün onayı ile söz konusu AT uluslararası işbirliği projesine mikrobiyoloji ve önleyici konservasyon kısmının koordinatörlüğünü de üstlenerek katılmaktadırlar.

1987-1996 yılları arasında Kültür Bakanlığı, Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğü, Organik Laboratuvarı'nda konservatör (organik malzeme koruma uzmanı) olarak görev yapmıştır. Ayrıca 1992 yılından bu yana Yıldız Teknik Üniversitesi Restorasyon MYO'da Öğretim Görevlisi olarak ahşap konservasyonu ve kağıt, deri, tekstil konservasyonu dersleri vermektedir. Halen İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalında görev yapmaktadır.

AIC-The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (1992), IPC-The Institute of Paper Conservation (1992), ICBP-The International Council of Biodeterioration of Cultural Property (1995) üyesidir. Yurt içinde ve dışında yayınlanmış 12 çalışması ve Prof.Dr. A. Yücel ile ortaklaşa yazılmış bir kitabı bulunmaktadır.