

Ar-Ge Birimi
Kitaplarda Küf

Giriş

Kütüphanelerimizde yer alan kitaplar genellikle kâğıt, deri, parşömen, tekstil, ahşap, hayvansal ve bitkisel yüzey kaplayıcılar, yapıştırıcılar ve çeşitli organik materyalin bir arada kullanıldığı kompozit malzemeden oluşmaktadır. İhmal edilmiş, olumsuz çevre koşullarına maruz kalmış veya uygun olmayan koşullarda depolanmış organik malzeme için küf saldırısı kaçınılmazdır. Zira küf oluşmasına sebep olan mantar sporlarının havada ve objeler üzerinde her an bulunduğunu unutmamak gerekir.

Nemli koşullarda depolanmış kâğıt ve fotografik materyalin yüzeyinde kabarık noktalar şeklinde lekelenmeler gözlemlenir. Lekelenmeler tutulmanın (enfeksiyonun) aşamasına ve cinsine göre farklı yoğunlukta kırmızı, mor, sarı kahverengi, siyah veya pas renginde (foxing) olabilmektedir. Benek şeklindeki bu lekelerin kâğıtta bulunan eser elementlerle tepkime veren küflerden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Küf, koleksiyonlar için geri dönüşü olmayan fiziksel ve kimyasal hasarlara neden olmaktadır.



Mikroorganizmaların neden olduğu kâğıtta görülen tahribat

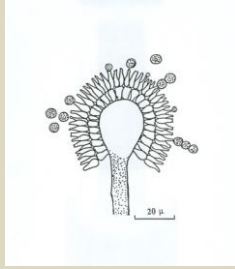
Küf, ölü malzemeler üzerinde büyüyen çeşitli mantarların görünür gelişimine verilen genel bir isimdir ve nemli koşullar altında depolanmış kâğıt, tekstil ve karton gibi materyallerin yüzeyinde kabarık noktalar şeklinde gözlemlenir.

Mantar, yiyeceklerini canlı veya ölü kaynaklardan sağlayan, bitki ve hayvan türüne doğrudan dâhil edilemeyen karmaşık bir organizma grubudur. Kâğıt veya deri gibi ölü materyal üzerinde yaşayan mantar türleri, söz konusu materyal içine enzim salgılar, enzim yardımıyla parçalanan malzeme bir çözelti halinde mantarlar tarafından emilir, böylece hem fiziksel hem de biyokimyasal olarak malzemeyi parçalamış olur. Farklı mantarlar farklı malzemeler üzerinde gelişebilir, ancak saldırıya uğrayan bölge üzerinde benzer birden çok mantar çeşidi gözlemlenme olasılığı yüksektir.

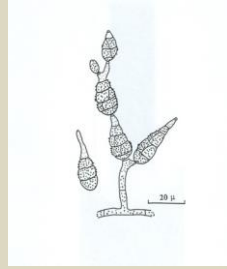
Yapılan çalışmalarda yazma ve nadir matbu eserlerin bozulmasına neden olan 200'den fazla mikroorganizma türü tanımlanmıştır.

Kâğıda zarar veren bakteriler	Kâğıda zarar veren mantarlar
<i>Cytophaga</i>	<i>Aspergillus</i>
<i>Sporocytophaga</i>	<i>Penicillium</i>
<i>Cellfalcicula</i>	<i>Trichoderma</i>
<i>Cellvibria</i> ,	<i>Stachybotrys</i>
<i>Serratia</i>	<i>Stemphylium</i>
<i>Nocardia</i>	<i>Alternaria</i>
	<i>Myrothecium</i>
	<i>Rhizopus</i>
	<i>Mucorve</i> ,
	<i>Chaetomium</i>

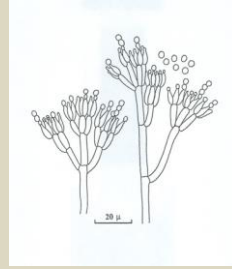
Aşağıda bazı mantar türlerinin tanımlanmasında kullanılan morfolojik yapıları yer almaktadır.



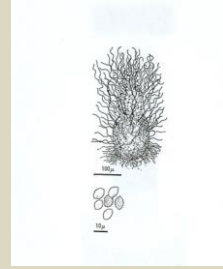
Aspergillus



Alternaria



Penicillium



Chaetomium



Yazma eserlerde küf gelişimi sonucu kâğıtta görülen renklemeler

Yaşam Döngüsü

Mantarların yaşam döngüsü spordan başlar. Sporlar çapı 1µm üzerinde olan küçük organizmalardır ve havada bulunurlar. Küçük boyutlarından dolayı, hava akımıyla uzak mesafelere taşınır ve sadece çok durgun havada yüzeyde tutunurlar. Sporlar uzun süre hareketsiz kalabilir; ancak uygun koşullar altında gelişmeye başlar. Bunun için gerekli koşullar genellikle şu şekildedir;

- 10-35°C arası sıcaklık, optimum 20°C ve üzeri
- %70'in üzerinde bağıl nem
- Ortamda kâğıt, deri, ahşap, kir, toz ve deri ciltler gibi uygun organik besin kaynağı bulunması.

Genellikle küf gelişimi hava sirkülasyonunun yetersiz olduğu, karanlık ortamlarda desteklenir. Bununla birlikte yüzey pH'ı gibi diğer faktörler de bu gelişimi etkileyebilir. Söz konusu uygun koşulların sağlanması engellenmezse, sporlar gelişmeye başlar ve hem materyalin içine nüfuz eden ve hem de nesnenin yüzeyinde büyüyen kıl benzeri hif üretirler.

Hifler küfün büyüme aşaması olan filamentlerdir. Organik materyali uçlarından çözen enzim salgırlar. Bu etkileşim sonucu oluşan çözelti hifler tarafından geri absorplanır ve gelişimleri için besin olarak kullanılır. Hif yoğunluğu fazla olduğunda, mantar kolonisi *miselyum* olarak adlandırılır.



Miselyum oluşumuna örnek

Miselyum iki temel tipte bulunur. Gelişmek için materyalin içine nüfuz eden bitkisel miselyum ve görünür küfler gibi yüzeyde gelişen üretici miselyum. Koloni olgunlaştığında üretici miselyum yeni koloniler üretmek için havaya dağılan sporları içeren özel hifler olan sporoforları üretmek için değişebilir.

Çevre

Küflerden uzun süreli korunmanın en etkin yolu gelişimleri için uygun koşulların ortadan kaldırılmış olduğu çevresel şartlarının sağlanmasıdır. Ortamdaki bağıl nem (RH) oranının %70 üzerinde olduğu durumlarda küflerin absorplayacağı nem miktarı artacağından küf gelişimini ve çoğalmasını engellemek zorlaşacaktır. %65 üzeri bağıl nem ortamında küf oluşma tehdidi belirginleşir. Küf önceden mevcut ise düşük nem oranında bile olsa ortamda var olan az miktarda rutubet küf gelişimini desteklemeye devam edebilir.

Küf gelişimini engellemek için ortam sıcaklığının 10°C'nin altında tutulabilir. Bu durumda spor gelişimi kısıtlanacağından büyüme yavaşlar. Diğer yandan oksijensiz ortam ve 50°C üzerindeki sıcaklıklar çoğu mantarı birkaç saat içinde susuz bırakarak öldürebilir, ancak bağıl nem kontrol altında değilse koleksiyon zarar görebilir.

Kütüphanelerde Küf Salgınına Karşı Önleyici Tedbirler

Kütüphanelerdeki yazma ve matbu eserlerde gerçekleşebilecek küf salgınına önlemek için dikkat edilmesi gereken ilk husus, depo alanlarında önleyici tedbirler almaktır. Bunu sağlamak için depo koşullarının aşağıda belirtildiği şekillerde ayarlanması ve depo alanındaki iklim koşullarının sürekli takip edilmesi gerekir. Bu amaçla aşağıda belirtilen tedbirlere özen gösterilmelidir¹.

- 1) Ortamdaki bağıl nemin %65 ve üzerinde; sıcaklığın ise 20°C ve üzerinde olması, kâğıdın nem içeriğinin %8-10'a ulaşması ve bağıl su aktivitesinin (substrattaki suyun buhar basıncının aynı sıcaklık ve nemdeki saf suyun buhar basıncına oranı) 0,65'ten yüksek olması kütüphane malzemelerinde küf oluşumuna sebep olmaktadır. Depo alanları uygun sıcaklık ve bağıl nem (sıcaklık 20 °C ve bağıl nem %65'ten daha düşük olacak şekilde) değerlerinde sabitlenmeli, değerlerdeki dalgalanmaların önüne geçilmelidir.
- 2) Ortamdaki havanın sabit kalmamasına ve temiz hava dolaşımının sağlanmasına dikkat edilmelidir. Kitaplar, belge, levha ve benzerleri etraflarında hava sirkülasyonuna izin verecek şekilde depolanmalıdır.
- 3) Hassas iklimlendirmenin yapılamadığı durumlarda, fanlar yardımıyla mümkün olan her yerde havalandırma arttırılmalı, kuru havalarda kapı ve camların periyodik olarak açılarak nem kontrol altında tutulmalıdır.
- 4) Depo alanlarının temizliğinin düzenli olarak yapılması gerekmektedir.
- 5) Duvarların dış ve iç yüzeyleri arasında sıcaklık ve nem farklılıkları varsa, duvarlarda nem oluşmaktadır. Hava dolaşımının duvarlara doğru yapılması bu nemin buharlaşmasını sağlamaktadır. Kitapların oluşan bu nemden etkilenmemesi için doğrudan dış duvarlara dayanacak/değecek şekilde raflara dizilmemesine özen gösterilmelidir.
- 6) Bina içerisinde bitki yetiştirilmesine izin verilmemelidir.
- 7) Binanın su geçirmediğinden emin olunmalı ve bloke drenajlardan, çatıdan veya diğer bina eksikliklerinden kaynaklanan nemin bina içine nüfuz etmesine izin verilmemelidir. Dış olukları ve drenajları, suyun binanın dış duvarlarına yakın bir yerde toplanmayacağı şekilde yerleştirilmeli veya ona göre bir düzenleme yapılmalıdır. Tıkanmaları önlemek için, düzenli olarak dış oluklar ve drenajlar kontrol edilmelidir.
- 8) Çimen sulama fiskiyeleri dış duvarları ıslatmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Kütüphanelerde Küf Salgınında Yapılacak İşlemler

1. Küf salgınına neyin sebep olduğunu bulmak önemlidir. Söz konusu tahrip unsurlarının hangi cins organizmalar olduğunun, nasıl ve hangi şartlarda eser üzerinde geliştiklerinin anlaşılması; doğru teşhise dayandırılan, zamanı ile yöntemi doğru kararlaştırılmış uygulamaların yapılabilmesini ve mücadeleden olumlu sonuçlar alınmasını mümkün kılabilir.
2. Küf salgınının meydana geldiği alanlar kurutulmalı ve iyice temizlenmelidir. Eğer bağıl nem %65'in üzerindeyse, koleksiyon bu alana taşınmadan önce nem düşürülmelidir. Bunun için taşınabilir bir nem çekici koymak gerekir.

¹ Ortamdaki iklim koşulları ile ilgili daha detaylı bilgi için bkz.

<http://www.yek.gov.tr/content/UploadFile/Doc/K%C3%BCT%C3%BCphanelerdeTemelKoruma.pdf>



Depo alanlarında bağıl nem ve sıcaklık değerlerinin ölçümü için çeşitli cihazlar.

- 3) Ayrıca dış duvarlarda su kaçağı veya yağışma olup olmadığı da kontrol edilmelidir.
- 4) Isıtma/havalandırma sistemi ısı dönüştürücüsündeki borular incelenmelidir, çünkü buralar herkesçe bilinen küf büyüme alanlarıdır ve ev tipi bir dezenfektan ile temizlenmelidir.
- 5) Raflar ve zemin HEPA filtreli elektrik süpürgesi ile süpürülmeli ve dezenfektan ile silinmelidir.
- 6) Temizlenmiş malzemeyi yerine geri koymadan önce bağıl nemin %65'i geçmediğinden emin olmak için birkaç hafta süre ile nem ölçümleri yapılmalıdır.
- 7) Malzemeler yerlerine yerleştirildikten sonra, yeni bir küf salgını olup olmadığı günlük olarak kontrol edilmelidir.

Depo alanlarında gözlem yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar

- 1) Genel olarak aktif olan küf nemli ve kaygan olur ve dokununca bulaşır. Aktif olmayan küf ise kuru ve tozlidir ve yumuşak bir fırça ile temizlenebilir özelliktedir.



Eser üzerinde küf oluşumu

- 2) Koleksiyonun büyük bir kısmında küflenme olduğu zaman bu alan diğer kısımlardan izole edilmelidir.



Küf görülen eserlerin izole edilmesi

- 3) Küflenme sadece birkaç eserde gözlenmişse, bu eserlere işlem uygulanıncaya kadar kuru ve kâğıt esaslı bir kutu içerisine yerleştirerek diğer eserlerle teması engellenmelidir. Bu kutuya, kurutulmuş silika jel paketleri gibi nem çekici bir madde de koyulmalıdır. Bu tür bir koruma sayesinde, hem sporların etrafa saçılması önlenmiş, hem de küf gelişimini artırıcı etki engellenmiş olur.
- 4) Eserler kuruduktan sonra temizlenmeli ve uygun çevre koşullarında depolanmalıdır. Temizlemeden sonra dahi küf artışı kalabileceği için depolanma ortamı önemlidir.

Küf Oluşmuş Eserin Temizlenmesi

Depo alanlarında zararlıların görülmesi halinde yapılması gerekenler şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Küflerin temizlenmesinde yalnızca HEPA filtreli elektrik süpürgesi kullanılmalıdır. HEPA filtreli elektrik süpürgesi kullanmak, küflerin temizlenmesinde etkili bir yoldur çünkü sporları etrafa yaymaz.
- 2) Elektrik süpürgesinin hortumunun veya takılan fırçanın ucu gözenekli bir bez örtülürse, kopuk parçaların kaybolması önlenmiş olur.
- 3) Diğer yandan oksijensiz ortam ve 50°C üzerindeki sıcaklıklar çoğu mantarı birkaç saat içinde susuz bırakarak öldürebilir, ancak bağıl nem kontrol altında değilse koleksiyon zarar görebilir.



Elektrikli süpürge ile eser temizliği



Oksijensiz ortamda küf mücadelesi

- 4) Kimyasal mantar öldürücüler ve fumigantların kullanımı geçici olarak başarılıyken, genellikle etkinliklerinin sınırlı olması, zehirli olabilmeleri ve esere hasar verme potansiyellerinin yüksek olması nedeniyle tercih edilmemektedir. Tarihi değer taşıyan kitapların veya belgelerin mikrofunguslar tarafından bozulmasının engellenmesi için kullanılan tekniklerden birisi de radyasyon kullanımıdır. Fungusları inaktive etmek için gerekli en düşük gama radyasyon dozunun 16 kGy olduğu çalışmalarda gösterilmiştir.
- 5) Dezenfeksiyon amacıyla seyreltilmiş (sulandırılmış %70) etanol eserler üzerinde uygulanmaktadır. Alkolün hızlı buharlaşma özelliği dezenfeksiyonda kullanımı için bir avantajdır.



Eserler üzerinde lekelenmenin olduğu kısımların alkolle temizlenmesi

Yüzeysel Mantar Enfeksiyonlarında Doğrudan Mikroskopik İnceleme ve Değerlendirme

Eserde gözlenen lekelenmenin tanı ve değerlendirmesi yapılabilmektedir. Mantarların çoğunun tanısı morfolojik yapıya dayanmaktadır. Altın metod olarak kabul edilen besiyerine ekerek koloni morfolojileri ve bunların mikroskopik görüntülerine dayanarak tür tanımı yapılmaktadır. Direkt mikroskopik inceleme ise yüzeysel mantar enfeksiyonlarına tanı koymak için kullanılan basit, hızlı ve ucuz bir yöntemdir.

Gereçler

1. Lam, lamel
2. % 10-30'luk KOH (potasyum hidroksit) solüsyonu
3. Steril bisturi ucu veya körleştirilmiş saplı bistüri, penset
4. Petri kutusu
5. Kâğıt havlu veya kurutma kâğıdı
6. Eldiven
7. Alev kaynağı (deneyim kazanınca veya laboratuvar şartları uygunsa)
8. Işık mikroskobu

Uygulama

1. Eser, yapılacak işlemden dolayı zarar görmemelidir.
2. İşlem sırasında korunmak amacı ile eldiven kullanılabilir.
3. Körleştirilmiş saplı bistüri, bir bistüri ucu veya tercihen bir lamın kenarı ile diğer lam üzerine enfeksiyonlu bölgeden kazınarak toplanır. (bistüri ucu veya saplı bistüri birden fazla eserde kullanılacaksa her seferinde alevden geçirilmeli veya yeni steril bistüri ucu açılmalıdır.)
4. Tahta dil baskısı veya lam kullanılarak sürüntü örneği alınabilir.
5. Örnekleme yapılırken lam örnek alınacak bölgenin altına tutulur, enfekte görünümlü bölgeden ilk kazıma materyali atıldıktan sonra büstirinin sivri kısmı veya lam köşesi ile özellikle kolay ufalanan toz gibi kazıntı materyali alınır.
6. Enfekte görünümlü bölgeden ilk kazıntı materyali atılıp biraz daha derinden alınan kazıntı materyali lam üzerine toplanır.

Eserde mikroorganizma şüphesine karşın doğrudan kazıma yöntemi ile negatif sonuç alınması durumunda alınacak numune parça halinde içerisinde KOH bulunan bir cam tüpte 24 saat (süre daha kısa süreye çekilebilir) bekletilir. Numunenin tamamen erimesi sağlandıktan sonra santrifüj edilip çöküntü lama yayılarak incelenir. Bu yöntem ile daha fazla miktarda eserden numune incelenerek mantar yapılarını görme olasılığı artırılmış olur.

7. Lam üzerine toplanan materyal bir araya getirilip damlalıkla %10-%30 KOH damlatılır. Lamel ile üzeri örtülür.
8. Hazırlanan örnek mantar yapılarını görünür hale getirmesi için kâğıt havlu üzerinde 15-30 dakika bekletilir. Örnek lam laboratuvar şartları emniyetli ise alevden geçirilerek (kaynama noktasına gelmeden) mikroskopta hazır hale getirilir.
9. Örnek mikroskopta incelenmeden önce bir parça kâğıt havlu ile lamelin üzerine nazikçe bastırılır. Böylece materyal inceltilecek mantar yapılarının daha iyi görülmesi sağlanır.

Mikrofungusları Tanımlamada Besiyeri Kullanılması

- 1) Eserlerden örnek alınırken steril eküvyon çubuklar kullanılmaktadır. Gözle yapılan incelemelerde mikrofungus üremesi olan yada şüphelenilen bölgelerden steril eküvyon çubuklarla örnekler alınarak yine steril şartlara uygun olacak şekilde uygun besiyerlerin olduğu petri plaklarına ekim yapılmaktadır. (Czapek Dox Agar (CA): *Aspergillus* türlerinin tanımlanması için, Czapek Yeast Autolysate Agar (CYA): *Penicillium* ve *Aspergillus* türlerinin tanımlanması için kullanılır.)
- 2) Petri plaklarına alınan mikrofungus örnekleri laboratuvarında 25°C'de 7-10 gün inkübasyona bırakılır.
- 3) İnkübasyon süresi sonunda cinslere özgü besiyeri içeren petri plaklarındaki mikrofungus kolonilerinin makroskobik olarak (koloni çapı, şekli, üstten ve alttan rengi, pigmentasyon gibi özellikler) ve mikroskobik olarak (stereo mikroskop ile koloni tekstürü, ışık mikroskobu ile çeşitli kısımlarının ölçümleri, renkleri gibi özellikleri) incelemeleri yapılarak teşhis işlemi gerçekleştirilmektedir.

Kaynaklar:

- Chamberlain, William R. "A New Approach to Treating Fungus in Small Libraries" *Abby Newsletter* 15, no. 7 (1991): 109.
- Corey, Peter, Curator of Collections. "How to Deal With Mold in Baskets." *Alaska State Museums Bulletin* 7-8 (Winter and Spring 1999).
http://museums.alaska.gov/documents/bulletin_docs/bulletin_7-8.pdf (accessed March 2015)
- Michaelsen A., Pinzari F., Barbabietda N., Pinar G. 'Monitoring The Effects Of Different Conservation Treatments On Paper Infecting Fungi' *International Biodeterioration&Biodegradation* 84(2013) 333-341
- Edward P. Adcock, *Çeviren* Şekibe Nihal Somer, Kütüphane Malzemesinin Bakım ve Kullanımında IFLA İlkeleri, İstanbul, (2011)
- *Florian, Mary-Lou. Heritage Eaters: Insects and Fungi in Heritage Collections* James & James Publishers, 1997.
- Kantarcıoğlu, A.S., "Müzelerdeki Eserlerin Bozulmasında Mikropların Rolü", T.C Kültür Bakanlığı, Ankara, (1997).
- McCrady, Ellen. "Mold As A Threat to Human Health." *Abby Newsletter* 18, no. 6 (1994).
- Motylewsky, Karen. "Pest, Insect & Fungus Management - Conference Notes."
- National Park Service. "Conserve O Gram, Number 3/4 - Mold and Mildew: Prevention of Microorganism Growth in Museum Collections." Web page, Available at <http://www.archives.gov/preservation/conservation/mold-prevention.html>.
- *National Park Service. Causes, Detection, and Prevention of Mold and Mildew on Textiles . Conserve-O-Gram , 16/1.*
- Nazife Yiğit, Mehlika Benli, Maya Hücre Duvar Yapısının Dinamikleri Erişim: Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi Yıl: 2005 Cilt: 03 Sayı: 03 Sayfa: 11-17 www.mikrobiyoloji.org/pdf/702050303.pdf
- Patkus, Beth Lindblom. "Preservation Leaflet 3.8: Emergency Salvage of Moldy Books and Paper." Web page, Available at http://www.nedcc.org/resources/leaflets/3Emergency_Management/08SalvageMoldyBook_s.php.
- Price, Lois Olcott. *Managing a Mold Invasion: Guidelines For Disaster Response*. CCAHA Technical Series, No. 1. Philadelphia, PA: Conservation Centre For Art and Historic Artifacts, 1996.
- Prof. Dr. Nuri KİRAZ, Mantarların Yapısı ve Genel Özellikleri Erişim: www.slideserve.com/genera/mantarlarin-yapisi-ve-genel-zellikleri
- State Library of Victoria. "Information Sheet No. 3 Guidelines for Dealing With Mould." http://www.slv.vic.gov.au/sites/default/files/Dealing%20with%20mould_0.pdf (accessed March 2015)
- Strang, Thomas J. K. "Psocids or "Book Lice": A Warning of Dampness." *CCINote 3/4*, Canadian Conservation Institute, 1998.
- Strang, Thomas J. K., and John E. Dawson. "Controlling Museum Fungal Problems." *Canadian Conservation Institute Technical Bulletin*, Canadian Conservation Institute, 1991.

Hazırlayan:

Türkiye Yazma Eserler Kurumu Başkanlığı

Kitap Şifahanesi ve Arşiv Dairesi Başkanlığı

Ar- Ge Birimi