

KÜF MANTARLARININ BOYANMIŞ AHŞAP YÜZEYLERE ETKİLERİ

Ar. Gör. Coşkun KÖSE¹⁾
Prof. Dr. Nurgün ERDİN¹⁾

Kısa Özet

Çeşitli yapı malzemelerinin yüzeylerine uygulanan boya ve benzeri yüzey işlem maddeleri, önemli koruyucu ve dekoratif yararlar sağlamaktadır. Boyalar, açık hava koşullarında kullanılan ahşabın yüzeyini açık hava şartlarından kaynaklanacak zararlardan korurlar. Ancak mantar ve bakteriler, bazı kullanım koşulları altında boyaların başlıca biyotik tahribat etmenleridir. Küflenme (mildew) terimi, boya ve yüzey işlemleri endüstrisinde boya filminde oluşan arzu edilmeyen renk değişikliklerini ve küf mantarı gelişmesini ifade etmek için kullanılan yaygın bir terimdir. Bu oluşum, organik ve inorganik esaslı çeşitli yüzeylerde görülebilir. Boyanmış yüzeylerin görünüşünü ve performansını etkileyen yaklaşık 100 000 küf mantarı türü olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, boyaların biyolojik tahribat tiplerini, boya mikroflorasını, küf mantarlarının gelişimini etkileyen faktörleri ve genel kontrol uygulamalarını açıklamaktır.

Anahtar Kelimeler: Boya küfleri, Etkileyen faktörler, Küflenme kontrolü

EFFECT OF MILDEW ON PAINTED WOOD SURFACES

Abstract

Paint and other coatings applied to the surfaces of many building materials provide important protective and decorative benefits. Paints protect the wood surface from weathering damage in most exterior uses of wood. Fungi and bacteria are the principal biotic destructive agents of paints under some use conditions or locations. Mildew is a common term in the paint and coating industry and used to describe an unsightly discoloration of a paint film and growth of mold fungi. This growth can occur on varieties of surfaces including organic and inorganic origins. Approximately 100.000 species of mildew exist many of which affect the appearance and performance of finishes. The aim of this article is to explain types of paint biodeterioration, the microflora of paint, the factors affecting mildew development, and general control practices.

Keywords: Paint mildew, Affecting factors, Mildew control

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 26.04.2004

1. GİRİŞ

Boyalar ve benzeri yüzey işlem malzemeleri, ahşabın yüzeyinin düzgün, temiz ve dekoratif görülmesini sağlamakta, açık hava etkileri altında kullanılan ahşabı UV ışınlarına karşı korumakta, yağmur suyunu yüzeyde durdurmayıp, akıtılmasını kolaylaştırmaktadır. Bir sıvı içerisinde süspansiyon haldeki katı parçacıklardan oluşan boyalar, malzeme üzerine uygulandıktan sonra kuruyup, sertleşerek dayanıklı bir yüzey filmi meydana getirmektedir. Değişik amaçlar için çeşitli formülasyonlarda hazırlanan boyaların esas bileşenlerini, farklı fonksiyonları olan dört genel grupta toplamak mümkündür.

(1) **Bağlayıcı maddeler.** Bu gruba giren maddeler, boya filminin fizik yapısını ya da matriksini meydana getirirler. En fazla bilinen bağlayıcılar alkid, akrilik, polivinil asetat, poliüretan, epoksi ve diğer reçineler ile polimerlerden oluşmaktadır.

(2) **Pigmentler ve katkı maddeleri.** Titanyum dioksit gibi pigmentler boyaya renk vermekte, kalsiyum karbonat, talk ve mika gibi katkı maddeleri ise, boya matriksi içerisindeki boşlukları doldurmaktadır. Reçinelerin sudaki yarı kolloidal süspansiyonları (emülsiyonları), lateks tip boyaları oluşturmaktadır.

(3) **Boyalara spesifik özellikler veren maddeler.** Kalınlaştırıcılar (hidroksi-etil selüloz), emülsiyon oluşturmalar, kurutucular, plâstikleştiriciler ve biyosidler gibi çeşitli maddeler, boyalara iyileştirici özellikler katmak için kullanılmaktadır.

(4) **Çözücüler (incelticiler).** Boyalar içerisinde katı parçacıkları taşıma rolünü üstlenmiş su ya da organik esaslı bir solvent bulunmaktadır.

Binaların içinde ve dışında kullanılmak üzere hazırlanan boya formülasyonları inceltme maddesi tipine göre geleneksel olarak iki genel gruba ayrılmaktadır.

(a) **Solventle inceltilen boyalar.** Kuruyan yağlar, polimerler ve pigmentlerin, turpentin gibi organik solventlerdeki çözeltileri.

(b) **Suyla inceltilen boyalar.** Reçineler, polimerler ve pigmentlerin sudaki emülsiyonları.

Her iki tip incelticinin kullanıldığı boyalarda da mikroorganizmaların saldırılarına konu olan maddeler bulunmaktadır. Solventle inceltilmiş boyaların içerdiği keten yağı, soya yağı, yalancı safran yağı ve dehidrate olmuş hindyağı gibi taşıyıcılar, esteraz enzimi salgılayan mantarlar ve bakteriler tarafından degrade edilebilirler.

Suyla inceltilmiş boyalarda ise akrilik ve polivinil polimerler gibi reçineler mikroorganizmaların saldırılarına dayanmakta, fakat etillenmiş selüloz gibi kalınlaştırıcılar degrade edilmektedir. Ancak, bu özelliklerine rağmen, su bazlı lateks boyalar kolay uygulandıkları ve hızlı kuruduklarından kullanımları son yıllarda giderek artmaktadır. Bu boyaların genellikle, yağ esaslı olanlardan daha yumuşak filmler oluşturduğu ve mikrobiyolojik saldırıya karşı daha fazla eğilimli oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, lateks boyalar açık renkli ise, küflenme (mildew) görülme olasılığı da artmaktadır.

Boya filmleri hangi tipte olursa olsun, fiziksel ve kimyasal yapıları mikroorganizma tahribatına karşı az ya da çok hassasiyet göstermektedir. Çünkü filmlerdeki iç boşluklar, hem su birikmesi için, hem de mantarların nüfuzu için uygun zonlar oluşturmaktadır. Tüm boşlukların çevresindeki bağlayıcı (tutkal) matriksin pigment parçacıklar tarafından doldurulması, düşük porozite yaratma bakımından önemlidir. Düşük porozite, mantar istilâsına karşı lateks boyaların hassasiyetini azaltabilmektedir.

1.1 Boyalarda Biyolojik Bozunma Tipleri

Mantarlar ve bakteriler gibi mikroorganizmalar, kötü koşullar altında kullanılan boyanmış ahşap yüzeylerde ya da kötü koşullar altında depolanan kutu içerisindeki boyalarda istenmeyen değişiklikler meydana getirmektedir. Boyalarda rastlanan görünüş bozukluğu, özellikle boya yüzeyi üzerinde renkli mantar miselyum demetlerinin büyümesinden ve spor yığınlarının gelişmesinden kaynaklanmaktadır. Boya ve yüzey örtücü maddeler endüstrisinde mikroorganizmalar, özellikle de küf mantarlarının neden olduğu bozunmalar için genel olarak "küflenme" (mildew), terimi kullanılmaktadır. Ancak, tarım ürünlerinde hastalık yapan bazı küf mantarları da küflenme (mildew) olarak ifade edildiğinden, karışıklık olacağı düşüncesiyle, bu terim yerine bazen boyalarda görünüş bozulması (disfigurement) ya da şekil bozukluğu (defacement) terimlerinin de kullanıldığı görülmektedir.

Küflenme (mildew) hem organik, hem de inorganik kaynaklı yüzeylerde meydana gelebilmekte, etkilenen yüzeyler ahşap, vinil, alüminyum gibi cansız, ya da bitkiler gibi canlı olabilmektedir. Küflenme, uygun besin kaynakları sağlayan kir, yağ ve diğer endüstriyel kirleticilerin bulunduğu yüzeyler üzerinde de gelişebilmektedir. Küflenmeye neden olan mantarlar, renk değişikliği yapan mantarların bazı formlarıdır. En yaygın görülenleri siyah renkte olmalarına karşın, kırmızı, yeşil ve diğer renklerde olanlarına da rastlanmaktadır. Mikroskop altında incelendiğinde küf mantarlarının boya yüzeylerinde havaya benzeyen spor tipi ya da iplikli yapıda miselyum tipi şeklinde geliştikleri görülmektedir.

Boya filminin estetik özellikleri, çoğunlukla küf mantarlarının yapışkan miselyumu ya da spor kümeleri üzerinde kir, havadaki kum ve toz parçalarının birikmesiyle giderek daha da azalmaktadır. Boya filminin çatlama, kalkma, dökülme gibi fiziksel ve kimyasal degradasyonu fazla rutubetten ya da mantarların ve bakterilerin beslenme-büyüme aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. Rutubetli yüzeylerdeki film tabakasında odun-boya yapışma zonuna yerleşen bakteriler tarafından astar tabakasının kimyasal bakımdan çözünür hale getirilmesinin, boya gevşemesine ve soyulmasına önemli derecede yardımcı olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca, özel kaplarında muhafaza edilen ve sıvı fazda depolanan suda çözünen boyaların, öncelikle bakteriler tarafından degrade edildiği, gaz oluşumu, kötü kokular ve viskozite kaybı gibi boyanın bazı özelliklerinde değişimler meydana geldiği bilinmektedir (OPPERMAN 1986).

Boya formülasyonları, uygulanacakları yüzeylere mükemmel bir şekilde bağlanmak üzere tasarlanırlar. Ancak ahşap yüzeylerde küflenme ile birlikte toz-kir, yağ, polen vb. yabancı maddelerin bulunması, boyaların bağlanma özelliklerini azaltmaktadır. Boyanmış yüzeyler üzerinde küf gelişmişse, kötü görüntüyü ortadan kaldırmak için yeniden boya tatbik edildiğinde, yeni boya tabakası ile eski boya tabakası birbirine bağlanamamakta ve aralarında oluşan boşlukta enfeksiyon gelişerek yeni yüzeyin üzerinde tekrar küf mantarlarının geliştiği görülmektedir.

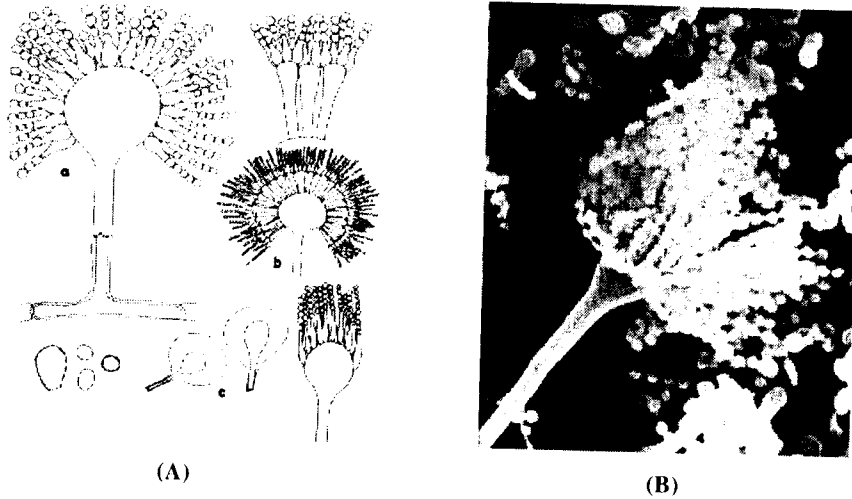
Küf mantarları sadece boya üzerinde değil, ahşapta da olumsuz etkiler yaratabilirler. Bir malzeme hangi ağaç türünden hazırlırsa hazırlansın, odun dokusunda bulunan paranzim hücreleri içerisindeki depo maddeleri ve reçineler küf mantarları tarafından besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Herhangi bir ortamda 1 m³ havada iklim koşullarına bağlı olarak 100 ile 1000 adet arasında küf mantarı sporu bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sporlar uygun şartlar sağlandığında ahşabın yüzeyine yerleşip gelişmelerini sürdürürler. Eğer yüzeyler iyi bir şekilde hazırlanıp temizlenmemişse ve seçilen boya küflenmeye karşı etkili değilse, mikroorganizmalar ahşabı etkilemeye devam ederler. Bu gibi durumlarda küf mantarlarının faaliyeti sonucunda ahşabın yüzeyinde meydana gelen yumuşamayla, boya işlemi kaçınılmaz olarak başarısızlığa uğramaktadır.

Doğadaki Rolü. *A. pullulans*, kerestede renk değişikliğine neden olan başlıca mantarlardan biridir. Çatı ve dış cephe kaplamalarında görülen renk değişikliklerinin sorumlusu olduğu tespit edilmiştir (SCHMIDT/FRENCH 1976). Ağaçlarda yaprak ve tomurcuklar üzerine yerleşen bu mantarın, likenlerle simbiyoz tarzda yaşama ihtimalinin de olduğu düşünülmektedir.

1.3.2 *Aspergillus niger* van Tieghem

Taksonomisi. *A. niger*, *Aspergillus* cinsinin kolaylıkla teşhis edilebilen ve en çok tanınan türüdür. Deuteromycotina alt bölümünün Ascomycetes sınıfı, Phialosporeae familyasına giren bu mantar agar ortamında beyazdan sarıya kadar değişen yoğun bir miselyum keçesi üzerinde, koyu kahverengiden siyaha kadar değişen konidyumlardan oluşan koloniler geliştirmektedir. Konidyoforları düz, hiyalin ya da konidyumlara doğru koyulaşmıştır. Konidyumları 3,5-5,0 µm çapta, koyu kahverengi ya da siyah renktedir (Şekil 2).

Fizyolojisi. *A. niger* değişik enzimler üretme kabiliyetinde olduğundan besin maddesi olarak, deri, kumaş, boya gibi çok çeşitli substratları kullanma kapasitesine sahiptir.



Şekil 2: (A) *Aspergillus*'ta, primer sterigmatalı (a), sekonder sterigmatalı (b) konidyoforlar, kleistotesyumu saran hüflerin uçlarında bulunan kalın çeperli hücreler (Hülle hücreleri)(c). (B) *Aspergillus*'ta konidyofor ve konidyumlar. X 3000 (MALLOCH 1997).

1.3.3 *Alternaria sp.*

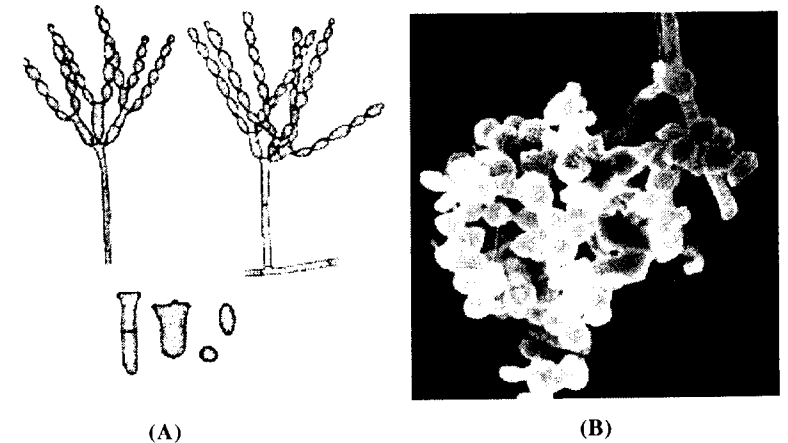
Alternaria sp., Pleosporaceae familyasına giren ve çok yaygın olarak görülen mantar cinslerinden biridir. Konidyumları rüzgârla kolaylıkla taşınabilir. Ev tozlarında, halılar, tekstil ürünleri ve bina içerisindeki yatay yüzeyler üzerinde çok sık rastlanır. İnsanlardaki mantar alerjisinin ana nedenlerinden biri olduğu kabul edilmektedir. *Alternaria sp.*, topraktan, tohumlardan, bitkiler ve havadan izole edilebilir. Bol miktarda ürettiği konidyumları kahverengi, çok bölmeli, şişe şeklinde, alt tarafı yuvarlaklaşmış ve büyük olup. 18-83 X 7-8 µm boyutundadır. Konidioforları koyu renklidir (Şekil 3).



Şekil 3: *Alternaria* konidyofor ve konidyumları. X 2000

1.3.4 *Cladosporium sp.*

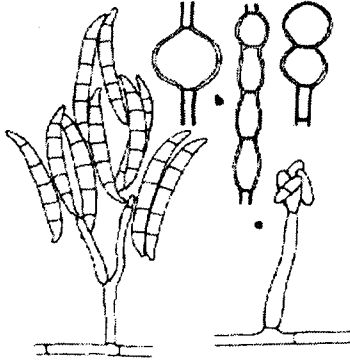
Hyphomycetes sınıfına giren *Cladosporium*, rutubetli ortamda pencere doğramalarının üzerini kadife gibi yumuşak ve pudramsı zeytin yeşili ya da zeytin kahverengisi koloniler ile kaplar. Rutubetli şartlarda bina içerisindeki boyanmış yüzeylerde renk bozunmasına neden olmaktadır. İyi havalandırılmayan evlerde ağır bir *cladosporium* konsantrasyonu karşılanmaktadır. Koyu renkli konidyumları 1 ya da 2 hücreli olup, şekilleri ve büyüklükleri değişiklik göstermektedir. Genel olarak oval, silindirik ya da düzensiz şekillerde konidyumları görülmekle beraber, en çok limon şeklinde olanlara rastlanmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4: *Cladosporium* konidyofor ve konidyumları. Çizim (A), X 2000 (B). (MALLOCH 1997)

1.3.5 *Fusarium* sp.

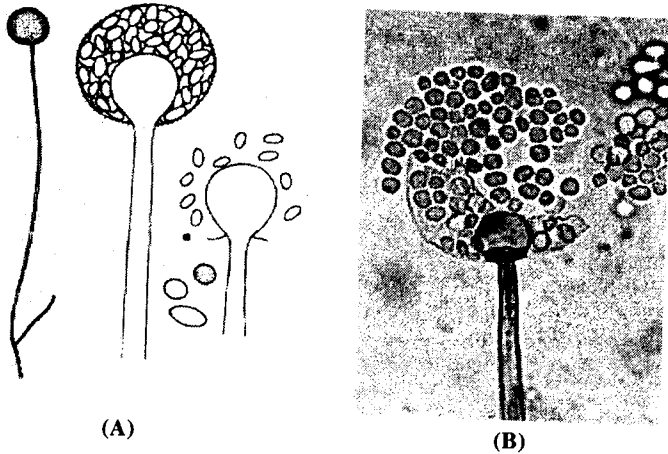
Rutubetli şartlarda toprakta, bitkilerde, tahıllarda ve boyalarda tespit edilen ve Hyphomycetes sınıfı Phialosporae familyasına giren *Fusarium* cinsi mantarlar, insan sağlığı için çok tehlikeli olan toksinler üretmektedir. Kültürde pamuğa benzer, çoğunlukla pembe, mor ya da sarı tonlarda miselyum geliştirmektedir. Makrokonidyumları 3-8 X 11-70 µm, mikrokonidyumları ise 2-4 X 4-8 µm büyüklüktedir (Şekil 5).



Şekil 5: *Fusarium*'da mikro konidyoforlar ve kano şeklinde makrokonidyumları. Klamidospora benzeyen (a) ve kalın çeperli (b) mikrokonidyumlar (MALLOCH 1997).

1.3.6 *Mucor* sp.

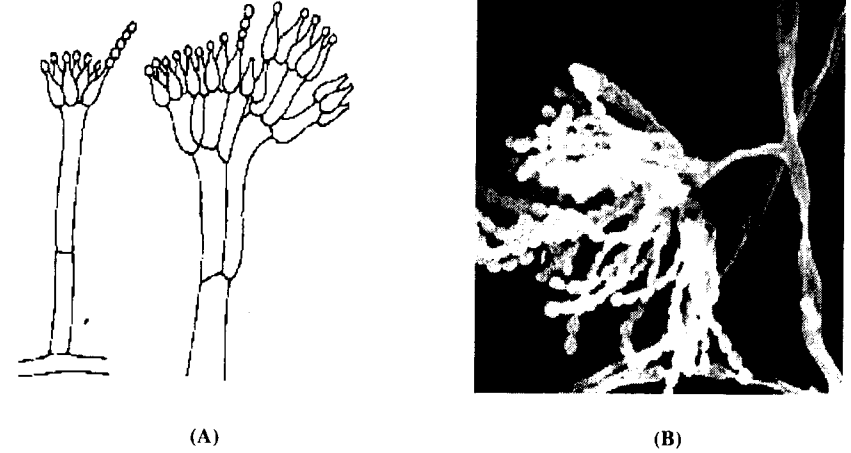
Zygomycetes sınıfı, Mucoraceae familyasına giren *Mucor* cinsi mantarların kolonileri hızlı büyür. Hiyalin, gri veya kahverengimsi sporları (sporangiospor) bulunmaktadır. Sporangium 50-300 µm çapta, griden siyaha kadar değişen renklerde olup, sporangiosporlarla doludur. Sporangiosporlar 4-8 µm çapta dairemsi şekilde olabildikleri gibi hafif ovalleşmiş olanlarına da rastlanmaktadır (Şekil 6). *Mucor* cinsi mantarlar her ortamda yetişebilirler.



Şekil 6:
(A) *Mucor*
sporangiumu ve
sporları (B)
Sporangiosporları
n dağılması
sonrasında kalan
sap (kolumella)
X 2000
(MALLOCH
1997).

1.3.7 *Penicillium* sp.

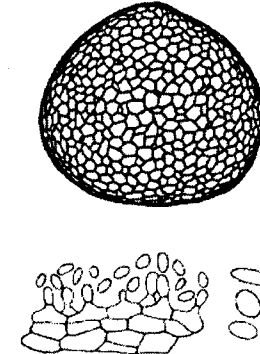
Deuteromycetes form sınıfının Trichocomaceae familyasına giren *Penicillium* cinsine ait türler çok sayıda olduğundan, teşhis edilmeleri güçtür. Çoğunlukla besin maddeleri, halı, duvar kağıdı, selüloz ve boya üzerinde rastlanmaktadır. *P. chrysogenum* yapı malzemeleri üzerinde, boyalarda, yonga levhalar ve duvar kâğıtlarında tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7: *Penicillium* konidyofor ve sporları (A), çizim (MALLOCH 1997) (B) X 4000.

1.3.8 *Phoma* sp.

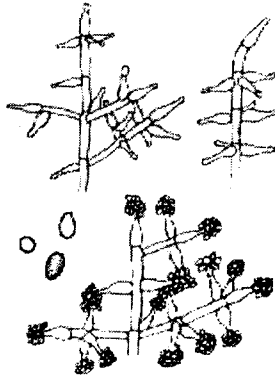
Coelomycetes sınıfı, Sphaeropsidaceae familyasına giren *Phoma* sp., iç mekan hava alerjenleri içerisinde en çok rastlananlardan biridir. *Phoma glomerata*'nın, özellikle banyolar gibi rutubetli yerlerde boyanmış duvarlar üzerinde çok fazla geliştiği görülmektedir. Tek hücreli hiyalin ve oval konidyumları barındıran koyu renkli piknidyumlardan gelişen, koyu renkli koloniler üretir (Şekil 8). Piknidyumları 70-100µm çapta olup, piknidyumları üzerinde bir ya da daha fazla açıklıklar (ostioller) bulunmakta ve konidyumları buradan havaya salınmaktadır. Boyanmış duvarlar üzerinde pembe ya da morumsu lekeler oluşturmakta, boya, çimento ve kauçuk üzerinde de gelişmektedir.



Şekil 8: *Phoma* piknidyum ve sporları (MALLOCH 1997).

1.3.9 *Trichoderma* sp.

Hyphomycetes sınıfı Phialosporae familyasına giren *Trichoderma* sp. toprakta, yüksek rutubetteki ağaç malzemede, kâğıt ve mutfak malzemeleri üzerinde gelişir. *T. viridae* kapalı mekanlardaki havadan ve ev tozlarından izole edilmiştir. Ahşap konstruksiyon, mineral lif levhalar ve boyanmış yüzeyler gibi malzemeler bu mantar tarafından çok etkilenebilir. Selülozu süratle degrade edebilir. Konidyumlarının solunmasının nadir de olsa alerjiye neden olduğu tespit edilmiştir. Konidyumları pürüzlü çeperli, oval ve 3,6-4,5 µm çaptadır (Şekil 9).



Şekil 9: *Trichoderma* konidyofor ve sporları. (MALLOCH 1997).

2. BOYANMIŞ YÜZEYLERDE KÜF GELİŞMESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Suda ya da solventte çözünen boyalar, coğrafik bölgeye, boyanacak yüzeyin tipine, maruz kaldığı koşullara, kum, toz kaynaklarına ve boya bileşenlerine bağlı olarak mikroorganizmalar tarafından tahrip edilebilmektedir.

2.1 Coğrafik Bölge

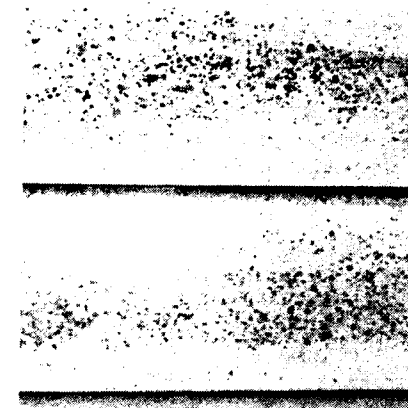
Küf mantarlarına dünyanın her yerinde rastlanabilir. Yukarıda açıklanan mantar isteklerinin çoğunu sağlayan iklimler, daha fazla küflenmeye neden olmaktadır. Örneğin; yüksek sıcaklığa ve yüksek rutubete sahip tropikal bölgelerde daha fazla küf mantarı gelişimine rastlanmaktadır. Boyalardaki küflenme problemleri, yüksek rutubet ve sıcaklık şartlarının hakim olduğu sahil bölgelerinde, kuru-sıcak iç bölgelerden ve soğuk kuzey bölgelerden çok daha şiddetli olmaktadır. Ayrıca, göller ve nehirlerin yakınındaki iç bölgeler ya da fazla bitki örtüsü bulunan yerlerde ağır küf mantarı gelişmesi gözlenmektedir.

2.2 Yüzey Tipi

Küf mantarları genellikle ahşap yüzeyler üzerindeki boya filminde, metal ya da duvar üzerindeki boya filminden daha iyi gelişmektedir. Besinlerini yeterli bir rutubet kaynağı yardımıyla, ahşap substrattan ve boya filmi içerisine doğru dağılan suda çözünür ekstraktif maddelerden, sağlayabilirler. Ayrıca, rutubet miktarındaki düzensiz değişiklikler sonucunda ahşapta görülen boyut değişikliği, filmin bütünlüğünü, yapışma özelliğini etkilemekte ve ağaç türü de küf mantarlarının gelişmesi üzerinde etkili olmaktadır. Örneğin; boyanmış sekoya ve sedir malzemede küf mantarı gelişmesi, boyanmış güney çamları, Douglas göknarı ve hemlock malzemeden daha az görülmektedir.

2.3 Maruz Kaldığı Koşullar

Küflenme binaların her yerinde görülmekle beraber, evlerin dış yüzeylerinde daha çok etkili olmaktadır. Özellikle çevredeki ağaç ya da çalıların hava hareketini sınırladığı ve hızlı yüzey kurumasının engellendiği kuzeye bakan cepheler üzerinde küf mantarları gelişmesi en yaygındır (Şekil 10). Yağmurdan korunmuş boyalı yüzeylerde toz ve kum parçacıkları daha fazla biriktiğinden, küf mantarlarının gelişmesi artmaktadır. Ayrıca, rutubetli bölgelerde, akşam üzerleri hızlı sıcaklık düşüşü nedeniyle görülen kondenzasyona bağlı olarak çatı saçakları, açık garajların tavanları ve balkonlar gibi çok çabuk soğuyan bina kısımlarında fazla miktarda küf mantarları gelişmesine rastlanabilmektedir. Özellikle soğuk mevsimlerde banyolar ve pencere doğraması elemanlarının boyanmış yüzeyleri üzerinde buhar yoğunlaşması nedeniyle yine küflenme görülmektedir. İyi havalandırılmayan tuvaletler ve rutubetli bodrum odalarında yüksek rutubet devam ettiği sürece küf mantarlarının gelişmesinden kaynaklanan sporlar ve mantar parçalarının, alerjik bünyeli insanlar için sorun oluşturan önemli kaynaklar olduğu bilinmektedir.



Şekil 10: Dış cephe kaplamalarında küflenme (WILLIAMS, 1999).

Boya filmi üzerindeki serbest suyun, küf mantarları gelişmesi bakımından kritik çevresel gereklilik olduğu belirlenmiştir. Ancak, boyalarda küf gelişmesini başlatmak için gerekli rutubet miktarları ve suyun hangi halde olması ile ilgili temel bilgiler sınırlıdır. HILL ve APRIL (1971), boyanın içerisinde ve üzerinde küf gelişmesinin devam etmesi için, kritik bir rutubet seviyesinin olduğunu ve bu sınırın sürekli % 75'in üzerindeki bağıl nemle sağlanabileceğini iddia

etmektedirler. Ancak, böylesi yüksek rutubetler söz konusu olduğunda, sıcaklıktaki hafif bir düşme, film üzerinde çiylenme ve serbest su birikmesine neden olmaktadır. Sıcaklık, bağıl nem ve rutubetin kontrol edildiği çalışmalarda, rutubet miktarı % 30-60 arasında olan ahşap bloklar üzerindeki lâteks filmlerde, küflenmenin ilk kez görülmeye başlandığı belirtilmiştir (ZABEL/TERRACINA 1980).

2.4 Toz Kaynakları

Boya yüzeyleri üzerinde biriken reçine sızıntıları, yaprak bitleri ifrazatı, polen ve tozlar, küf mantarları için farklı besin kaynaklarını oluşturmakta, polenlerin ve doğal şartlarda ortamda bulunan basit şekerlerin küçük miktarları, küf mantarlarının lateks boyalar üzerinde gelişmesini artırmaktadır.

Kâğıt fabrikaları, yemek fabrikaları, bira fabrikaları ve mandıralar gibi mekanların tavan ve duvarlarında aşırı rutubet ile yüzeyler üzerindeki toz-kir birikintilerinin karışımı, mevcut küflenme problemlerini artırmaktadır. Bu gibi yerlerde çoğu durumda, küf mantarları (*Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Trichoderma spp.*) gelişebildiğinden, kontrol altına almak için özel emprenyeli boyaları kullanmak ve sık sık yıkamak gerekmektedir.

2.5 Boya Bileşenleri

Boya bileşenlerinin küf mantarları için besleyici olma durumu, boya tiplerine göre farklılık göstermektedir. Boyaların depolandığı süre içerisinde bozulma problemleri suda çözünen boyalarda daha önce görülmekte, doğal yağları içeren taşıyıcılar, boya içerisinde yaşayan bazı mikroorganizmalar tarafından severek tahrip edilmekte, sentetik reçinelerin ise çoğu dayanıklı olabilmektedir. Ayrıca çinko oksit, baryum metaborat gibi bazı pigmentlerin küf mantarları büyümesini azalttığı, fakat titanyum dioksitin herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Sıvı halde tenekelerde depolanan boyalarda bulunan etillenmiş selüloz gibi bazı boya katkı maddeleri, bakteriler tarafından tahrip edilebildiği halde, ahşap üzerindeki film tabakasında bu katkı maddeleri bazı küf mantarları için sadece ikinci derecede önemli bir besin kaynağı olabilmektedir.

En önemli küflenme ajanı olan *A. pullulans*'ın beslenme kaynakları belirsizdir. Ancak, *A. pullulans*'ın özellikle laboratuvar koşulları altında lâteks film üzerinde gelişmesine devam edemediği gözlemlenmektedir.

Boya panelleri üzerine mikroorganizmaların geliş sırasını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, en son gelen baskın mantar türü, ya da en yüksek derecede bulunan mantar türü olan *A. pullulans*'ın görülmesinden önce, filmin besleyici durumunun bakteriler ve diğer mantarlar tarafından modifiye edilmesinin zorunlu olduğu bildirilmiştir (WINTERS ve ark. 1975).

Ancak, yüzeysel izolasyon güçlükleri ve mikroorganizmaların geliş sıralarının tesadüfi mi, yoksa zorunlu mu olduğunun bilinmemesi, bu iddialarda belirsizlik yaratmaktadır. Ayrıca, bazı boya içeriklerinin, diğer mikroorganizmalar tarafından ortak metabolize edilmesinin de mümkün olacağı HORVATH ve ESPOSITO (1979) tarafından açıklanmıştır.

A. pullulans'ın, boyalar, plâstik sera çatıları ve ahşaptan üretilmiş çatı örtüleri üzerindeki büyüme benzerliği, bu mantarın yerleştiği boyalı yüzeyler üzerinde faydalanacağı besinlere mükemmel adaptasyon sağladığını göstermektedir. Mantar her durumda bir yüzeye yapışmakta, kurumaya ve yüksek UV radyasyonuna dayanmaktadır. Önemli besin kaynağı olarak toz-kir gibi birikintilerden yararlanarak, boya tabakası içerisinde yaşayan dominant bir mantar olması ve rakiplerinden daha çok dayanması göze çarpıcıdır. Bu nedenle boya içerisinde yaşayan tüm

mikroorganizmalar arasında, *A. pullulans*'ın birçok boya tipinde ve boya bileşiminde çok önemli etkileri olduğu kabul edilmektedir.

Küflenme sorunu olan yerlerde, fazla degrade edilemeyen bileşimler içeren ve yeterli sertlikte film oluşturan boyaların seçimi tercih edilmeli ve küf etkisinin yoğun olduğu yerlerde etkisi fazla olan biyosidli boyalar kullanılmalıdır. Çünkü, birçok durumda, alınacak bu önlemler yeterli olmamakta ve en güvenilir sonuçlar, boya formülasyonlarına küf mantarları gelişmesini engelleyen biyosidlerin ilâve edilmesiyle sağlanmaktadır. Biyosidler, hem depolama hem de kullanım aşamalarında boyaları korumaktadır. Örneğin, boya formülasyonlarında pigment olarak geniş çapta kullanılan baryum metaborat ve çinko oksitin uygun konsantrasyonlar seçilmesi halinde küflenmeyi önledikleri bilinmektedir. Yaygın olarak kullanılan diğer bir pigment olan titanyum oksit ise, küf mantarı gelişmesini engellemede çok az etkili olmaktadır.

Bina dışında kullanılan yağ bazlı mat boyalarda küf mantarı gelişimi, parlak boyalara göre daha kolay olmaktadır. Bezir yağı içeren boyalar ise, küflenmeye karşı çok hassastırlar. Günümüzde su bazlı boyalardan akrilik lâteks boyalar, küflenmeye karşı en dirençli olan boyalar olmalarına karşın, bezir yağı içeren bir astar üzerine tatbik edilmiş gözenekli lâteks boyalarda, ılıman ve nemli iklim şartlarında küf mantarı gelişimi ciddi boyutlara ulaşmaktadır.

3. KÜFLENME KONTROLLERİ

Küflenmeye neden olan mantarlar, yüksek büyümeli bir lup yardımıyla, kirlenme ve diğer renk bozulmalarından kolayca ayırt edilebilmektedir. Böyle bir olanak yoksa, boya üzerinde mantar gelişmesi olup, olmadığını tespit etmek için basit bir test uygulanabilmektedir. Renk bozunması olan kısma 1-2 damla çamaşır suyu (% 5'lik sodyum hipoklorit) damlatıldığında, mantarlardan kaynaklanan renk değişikliğinde birkaç dakikada ağarma görülürken, diğer tip renk bozunmalarında böyle bir duruma rastlanmamaktadır. küf mantarlarının varlığı kesinlik kazandıktan sonra, kontrol altına alınmaları için diğer işlemlere geçilmesi daha doğru bir uygulama olmaktadır.

Küf kontrolünde genel prensip olarak öncelikle boya filmi üzerindeki rutubet ve toz-kir birikmesinin en düşük düzeye indirilmesi gerekir. Ayrıca, küf gelişmesini etkileyen çeşitli faktörlerin analizleri, kullanıcının problemlerini azaltabilir. Bazen sodyum hipoklorit gibi bir dezenfektan ile periyodik olarak yıkama, mantarların yok edilmesine yardımcı olabilmektedir. Özellikle eski bir küf tabakasının üzeri tekrar boyanacağı zaman, yüzey dezenfekte edilmiş ve temizlenmiş olmalıdır. Binalarda hızlı su akışını kolaylaştıracak ve iyi havalandırma sağlanacak şekilde tasarımlar yapılması da önemlidir. Banyolar, pencere doğramaları gibi, rutubeti yüksek diğer bölümlerde rutubet yoğunlaşmasını azaltacak önlemler alınmalıdır. Örneğin; tavanlar ve duvarlara uygun izolasyon malzemelerinin döşenmesi, duvarlardaki rutubet seviyesini azaltabilmektedir.

Enfekte olmuş yüzeyler yeniden boyanmadan önce küf mantarlarının dezenfekte işlemi yapılmazsa, yeni uygulanan boya yüzeyinde küf gelişmesi devam etmektedir. Boyanacak yüzeylerden küf mantarlarının kaldırılması ve yüzeyin boyamaya hazırlanması için iki basit yöntem önerilmektedir.

(1) Bir püskürtme kabı yardımıyla aşağıda verilen çözelti substrata tatbik edildikten sonra yaklaşık 10-15 dakika beklenmektedir.

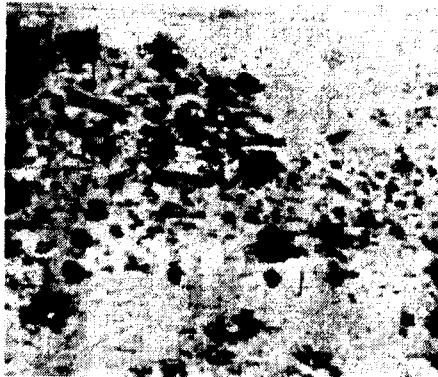
- 30 ölçek ılık su,
- 10 ölçek evlerde kullanılan çamaşır suyu (% 5'lik sodyum hipoklorit),
- 1 ölçek amonyaksız sıvı bulaşık makinası deterjanı.

Bu karışım içerisinde küf mantarlarını öldüren aktif madde çamaşır suyudur. Hazırlanan çözeltinin yüzeylerde gelişmiş küflenmeyi yok etmesi için, güç ulaşılan yerlere ve çatlaklara 5 dakika püskürtülmesi yeterlidir. Çözeltinin iyi tatbik edilmediği yerlerde bu süre 10-15 dakikaya çıkarılabilir. Küf-kir karışımının yok edilmesine yardımcı olmak amacıyla, çözeltiye az miktarda deterjan katılması uygun olmaktadır. Sıvı bulaşık makinesi deterjanı, diğer deterjanlar gibi köpürmediğinden en iyi seçenek olarak kabul edilmektedir. Ancak, amonyak içeren bir deterjan kullanılmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir, aksi takdirde amonyak, çamaşır suyu ile reaksiyona girerek zehirli bir gaz oluşturmaktadır.

(2) Boyanacak yüzeyler 1. maddede verilen çözelti ile ve herhangi bir malzemeye ovularak yıkanabilir. Bu işlem için duvarlarda tel fırça, ahşap yüzeylerde daha yumuşak kıl fırça, alüminyum ve vinil gibi aşınmaya karşı hassas yüzeylerde ise sünger kullanılmalıdır (WILLIAMS 1999).

Orijinal yüzey üzerinde ya da daha önceden boyanmış yüzey üzerinde küf mantarları yerleştikten sonra, yeni boya tatbik edilirse, küf gelişmesini durdurmak çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Ancak, orijinal yüzey üzerindeki tüm boya katları kazınıp, yeni boya sürülmeden önce yukarıda önerilen yöntemlerle yüzeyler temizlenirse, sonuç başarılı olabilmektedir. Yüzeyler temizlendikten sonra temiz suyla çalkalanmalıdır. Bu işlem yapılırken çevredeki eşyalara, çalılara, çimlere ya da uygulamayı yapan elemanın üzerine çözeltinin sıçratılmamasına özen gösterilmeli. zarar verici etkilerden kaçınılmalıdır. Ayrıca, yüzeyler temizlendikten sonra tekrar kontamine olacağından, yeni kullanılacak boya biyosid içermelidir.

Boyanmış ahşap yüzeylerde küf gelişmesiyle oluşan renk değişikliklerinden başka, ekstraktif maddelerden kaynaklanan renk değişiklikleri de görülmektedir. Bazı ağaçların öz odunlarında doğal olarak bulunan suda çözünen ekstraktif maddeler, boyanmış yüzeylerde renk değişikliğine neden olabilirler. Bu sorunun oluşmasının nedeni rutubettir. Yağmur, çiy ya da hatalı çatı drenajı nedeniyle sızan su, boya filminin ince, poröz yüzeyinden nüfuz ederek boyanmış ahşabın içerisine girmektedir. Böyle bir durumda ekstraktif maddeler su tarafından çözülerek, odun dokusundan yıkanmakta ve boyanmış yüzeye taşınmaktadır. Rutubet yüzeyden buharlaştıktan sonra, geriye ekstraktif maddelerin neden olduğu kırmızımsı kahverenginde lekeler kalmaktadır (Şekil 11). Bu gibi durumlarda sorunun çözümü için, boyalı ahşabın yüzeyi temizlenmeli, yağ bazlı ya da lâteks boya astarı sürüldükten sonra üst kat boya atılmalıdır.



Şekil 11: Ağaç malzeme yapısındaki ekstraktif maddelerin boya üzerinde oluşturduğu lekeler (PRESTEMON 1994).

4. Küflenmeyi Engelleyen Biyosidler (Mildewcid'ler)

Geçmişte biyosid olarak özellikle fenil civa bileşikler ve klorlanmış fenollerin kullanımı ile boyaların yeterli koruyucu değere sahip oldukları kanıtlanmıştır. Son zamanlardaki çevreci kısıtlamalar nedeniyle civa bileşikler (fenil civa asetat) ve klorlanmış fenoller yerine geçecek etkili bileşiklerin araştırılması konusunda çalışmalar teşvik edilmektedir. Oldukça fazla miktarda özel bileşikler, boyalarda biyosid olarak kullanılmakta ve yapı marketlerinde satılmaktadır.

İdeal biyosidler, küf mantarlarına karşı yüksek etkinlik göstermeli, diğer boya komponentleri ile uyumlu olmalı, az sayıda çözücüde çözünmeli, renk değişikliği meydana getirmemeli, uçucu olmamalı, elle temasta güvenli ve çevre üzerindeki etkileri kabul edilebilir düzeyde olmalıdır.

Biyosidler, küf gelişmesini önlemek için boya ve diğer yüzey işlem maddeleri formülasyonlarına katılan kimyasal maddelerdir. Bu kimyasal maddeler kutuların üzerine yapııştırılan etiketlerde listelenerek tanımlanmakta, fakat miktarları tam olarak belirtilmemektedir. Kullanıcılar için, en etkili biyosidin hangisi olduğunu etiket analizlerinden anlamaya çalışmak sıkıcı ve verimsiz bir işlem olmaktadır. Biyosid isimlerinin çoğu kullanıcılar için oldukça uzun, karmaşık ve anlamsız görülebilmektedir. Biyosid performansını ölçmek için izlenecek en iyi yol, en üst düzeyde yüzey kalitesi sağlayacak bir ürünün seçilmesi olabilir. Çünkü, Üst düzeyde yüzey işlem kalitesi, neredeyse her durumda küflere karşı en üst düzeyde koruma anlamına gelmektedir. Bazı pigmentler, biyostatik koruma sağlamakta ve bazı biyosidlerle kombine edildiklerinde küflere karşı en üst düzeyde koruma elde edilmesi mümkün olmaktadır. Küf mantarlarına karşı kullanılan biyosidler organik ve çinko bileşikler olarak ikiye ayrılmaktadır.

(1) Organik Bileşikler. Organik esaslı biyosidlerin aktif maddeleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1: Küflenmeye Karşı Kullanılan Organik Esaslı Biyosidlerdeki Aktif Maddeler

Ticari Adı	Aktif Madde
Skane M-8	2-n-octyl-4-isothiazolin-3-1
Polyphase AF-1	3-iodo-2-propenyl butyl carbamate
Nopocide N-96	tetra-chloroisophthalonitril
Fungitrol 11. Folpet	N-Trichloromethyl thiophthalimide
Amical	Diiodomethyl p-tolyl sulfone
Busan	2-(thicyanonethylthio) benzothiazole
TBTO	Tributyl Tin Oxide
Proxel	1,2 benzisothiazolin-3-1, aqueous amine, sol'n Butadiene sulfone Butadiene polysulfone
Cansan S	3,5 Dimethyl tetrahydro 1,3,5,2H thiadiazine-2-thione
Fugritrol Alpha	2,4 Dichloro-6-(O-chloroanilino)-s-triazine
Fluorophene	3,5-Dibromo-3'-trifluoromethyl salicanilide
Dow S-13	2,3,5,6-Tetrachloro-4-(methylsulfonyl) pyridine
Irgasan FP	5,6-Dichloro benzoazolinone-2
Irgasan BS-200	3,5,3',4' Tetrachloro salylanilide
Onyxide 172	Ethylbenzyl dimethyl alkyl ammonium cyclohexylsulfamate

Karathane	Dinitro-1-methyl heptyl phenyl crotonate
Metasol TK-100	2-(4-thiazolyl) benzimidazole p-Toluene sulfonamide Sulfur n-(3-Chlorophenyl) Itaconimide
M ₁	Tetrachloroisophthalonitrile
Tuex	Tetra methyl thiuram disulfide
Vancide PA	Trans 1,2 bis (n-propylsulfonyl) ethylene n-trichloromethyl tetrahydro phthalimide

(2) **Çinko Bileşikleri.** Küflenmeye karşı kullanılan çinkolu biyosidlerin aktif maddeleri çinko oksit, çinko omadin ve çinko boratır. Yaygın olarak kullanılan biyostatik pigmentler içerisinde en önemlilerden biri çinko oksittir.

4.1 Biyosidlerin Avantajları

Herhangi bir özel yüzey işlem maddesi, bir veya daha fazla tipte biyosid içermektedir. Kullanıcılar için, biyosidin tam olarak nasıl etki gösterdiğini bilmekten çok, satın aldıkları yüzey işlem maddesinde bulunup, bulunmadığı önem taşımaktadır. Uygulama koşulları ve çevreye bağlı olarak, biyosidlerin bulunuşu ve seviyesi, az veya çok önemli olabilir. Örneğin, banyo ve dış duvarlar, oturma odası duvarlarına göre küf mantarlarına karşı daha çok koruma gerektiren bölgelerdir. Yüzey işlem maddeleri içerisinde biyosid bulunması aşağıda verilen avantajları sağlamaktadır.

- (1) Yüzey görünüşünü iyileştirir. Bu bakımdan biyosidin doğrudan etkisi olmamakla birlikte, küf mantarlarının gelişimini uzun süre engellemesi nedeniyle yüzey görünüşünün bozulmasını engeller.
- (2) Kabarma, çatlama ve benzeri kusurlara karşı dayanıklılığı artırarak, yüzey örtücülerin kullanım ömrünün artmasına neden olur.
- (3) Yüzeye yeniden boya tatbik edilmesi gerektiğinde, küf mantarlarının uzaklaştırılmasına gerek olmadığından yapılacak yüzey işlemlerinin kolay uygulanmasını sağlar.
- (4) Bina içi uygulamalar söz konusu olduğunda, duvarlarda küf mantarı gelişmediğinden, yaşanan çevre daha sağlıklı olur.

Kutularda satılan biyosid (mildewcid) içeren yüzey işlem maddelerindeki, boya veya renk maddeleri bozulmaz ve kullanıcılar için kaygı yaratmaz. Sadece çok nadir durumlarda, insanlar, biyosidlerden kaynaklanan etkilere karşı hassas olabilirler. Örneğin, geçmişte yaygın olarak kullanılan civalı biyosidler çok uzun yıllar yıkıma uğramadıklarından, çevre için tehdit unsuru olarak görülmüşlerdir. Ancak, günümüzde kullanılan biyosidlerin neredeyse tamamı çevre tarafında yeniden absorbe edilebilecek zararsız moleküllere dönüştürülebilmektedir.

Bazı durumlarda boya formülasyonları içerisine katılmadan tek başına satılan biyosidlere (mildewcid'lere) ihtiyaç duyulursa, boya satan profesyonel merkezlerden temin edilebilmeleri mümkün olmaktadır. Bu biyosidler küf mantarlarına karşı ekstra koruma önlemi gerektiren uygulamalar için satın alınmakta, yüzey işlem maddelerine sonradan ilgili satış merkezlerinde veya evlerde eklenmektedirler. Günümüzde yeni bir eğilim, küflenmeye karşı ekstra koruma için

su veya solvent bazlı boyalara çinko oksit katılmasıdır. Bu uygulama etkili olmakla birlikte, karıştırma işlemi yapıldıktan sonra 90 gün içerisinde boyanın kullanılması zorunluluğunu getirmekte ve boya stabilitesi bozulmaktadır. Çünkü, orijinal yüzey işlem maddeleri, bu biyosidlerin eklenmesine yönelik formüle edilmediklerinden, aşağıda açıklanan sakıncalar oluşmaktadır.

- (1) Bu tip biyosidler pahalıdır ve yüzey işlem maliyetini önemli derecede artırır.
- (2) Ayrıca satılan biyosidler özel bir yüzey işlem maddesine karıştırıldığında boya stabilitesini olumsuz yönde etkileyebilirler. Stabil olmama durumu çevre için tehlikeli olmamakla birlikte, yüzey işlem maddesinin viskozitesinde düşüş, renk problemleri, kötü koku yayılımı, katılma ve solvent bazlı sistemlerde kurumanın yavaşlaması veya engellenmesi gibi sonuçlara neden olabilmektedir.
- (3) Özellikle biyosidlerin kimyasal yapısına bağlı olarak, kullanıcılar bu maddelerin özel ve pahalı olan bazı kısımlarını kullanmadan atabilmektedir.
- (4) Kullanım ömürleri, içerisinde biyosid bulunan yüzey işlem maddelerine göre daha kısadır.
- (5) Tebeşirlenme, renk kaybı, sararma gibi diğer kusurların oluşumunu hızlandırabilirler (BUSSJAGER ve ark. 1999).

4.2 Biyosid Denemeleri

Potansiyel biyosid maddelerinin gelişiminde ilk taramalar için agar ortamında zehirlilik denemeleri yapılmakta, daha sonra etkili olacağı düşünülen bileşikler için ASTM (1974) test metodları ile denemeler sürdürülmektedir. Yapılan denemelerde: Boyanmış ahşap paneller, 30 °C sıcaklıkta ve % 90-100 bağıl neme sahip kapalı bir odada, besin değeri yüksek toprağa aşılınmış test mantarlarının üzerine yerleştirilmektedir. Ayrıca, küf mantarlarının havada yayılmalarının sürekliliğini güvenlik altına almak için hava sirkülasyonu sağlanmaktadır. Boya içerisindeki bir bileşiğin etkisi, kontrol panelleriyle karşılaştırılarak, küf mantarları ile kaplanan alanın yüzdesi olarak belirlenmektedir. Boya filmi üzerinde bu testler yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra, yağış ve UV koşullarına aynı anda maruz kalmasının sonuçlarını ölçen Weatherometre'ler de geliştirilmiştir. Ayrıca, ZABEL ve HORNER (1981), ahşap yüzeyler üzerindeki taze lateks boyalarda *A. pullulans*'ın etkili büyümesi için hızlandırılmış bir laboratuvar metodu geliştirerek, biyosidlerin doğrudan test edilmesini sağlamışlardır.

Potansiyel etkili bileşiklerle boyanmış ahşap paneller, küf mantarlarının yoğun olduğu arazide ya da evlerde test edilmekte ve kuzeye bakan paneller genellikle düşey yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemlerinde kullanılan raflar, bir panelden diğerine yağmur suyunun akmasını en az düzeye indirecek şekilde ayarlanmakta ve etkisi olmayan biyosidler genellikle bir yıl sonra deneme dışı bırakılmaktadır. Ancak, laboratuvar testlerinden başarı ile geçen bileşimlerin, açık alan denemelerinde etkisiz kalmaları mümkün olduğundan, ayrıca açık alan denemelerinin de yapılması önemlidir.

Memelilere karşı toksik olmayan biyosidlerin daha etkili olması ve uzun süre dayanması için araştırmalar devam etmektedir. Örneğin: PITTMAN ve LAWYER (1982), taşıyıcı ya da taşıyıcılar içerisindeki toksik kimyasal kapsül karışımlarının gelecekte önem kazanacağını belirtmektedirler. Bu durumda kimyasal maddelerin yavaş, kaybolması azalacak ve toksik madde sadece mikroorganizmalar arız olduğunda dağılacaktır. Bozulmayan içeriklerin kullanımı ve filmlerin rutubet kontrolü, küf mantarları kontrolünde temel anahtar olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla boya içerisindeki boşlukların ebadını ve sıklığını azaltan, yüzeylerden giren serbest

suyu minimize eden boya filmleri tasarımı yapılmakta ve su buharı çıkışını kolaylaştıran, serbest suyun girişini engelleyen ya da yüzeyde toz-kir birikimini en düşük düzeyde tutan boya filmleri geliştirme araştırmaları devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS) 1974: Resistance to Growth of Mold on the Surface of Interior Coatings in an Environmental Chamber. General Services Administration, Federal Test Method 627.11.
- BUSSJAGER, S., DAISEY, G., SIMMONS, R., SPIDEL, S., WILLIAMS, S., 1999: Mildew and Mildew Control for Wood Surfaces. Journal of Coating Technology, 71 (890), 67-69.
- GOLL, M., SNYDER, H. D., BIRNBAUM, H. A., 1952: New Developments in the Diagnosis of Paint Mildew, Offical Digest 24, 149-152.
- HILL, D. O., APRIL G. C., 1971: Influence of Moisture Transport on Fungal Growth, Journal of Paint Technology, 43 (560) 81-88.
- HORVATH, R. S., ESPOSITO, M. M., 1979: Co-metabolism of Paint by *Aureobasidium pullulans* BH-1-ATCC 34621, Current Microbiology, 2, 169-170.
- MALLOCH, D., 1997: Moulds: Isolation, Cultivation, Identification. Department of Botany, University of Toronto, Canada. <http://www.botany.utoronto.ca/ResearchLabs/MallochLab/Malloch/Moulds/Moulds.html>
- OPPERMAN, R. A., 1986: The Anaerobic Biodeterioration of Paint, 6th International Biodeterioration Symposium, CAB. International Mycology Institute, Washington, D. C.
- PITTMAN, C.V., LAWYER, K.R., 1982: Preliminary Evaluations of the Biological Activity of Polymers with Chemically Bound Biocides, Journal of Coating Tech., 54(690),41-46.
- PRESTEMON, D., STERNWEIS, L., 1994: Paint Problems on Exterior Wood, Human Housing 5-2, Iowa State University.
- SCHMIDT, E. L., FRENCH, D. W., 1976: *Aureobasidium pullulans* on Wood Shingles, Forest Products Journal 26 (7), 34-37.
- WILLIAMS, R. W., 1999: Finishing of Wood, Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-113, Madison.
- WINTERS, H., ISQUİTH, I. R., GOLL, M., 1975: A Study of the Ecological Succession in Biodeterioration of a Vinyl Acrylic Paint Film, Developments in Industrial Microbiology 17, 167-171.
- ZABEL, R. A., TERRACINA, F., 1980: The Role of *Aureobasidium pullulans* in the Disfigurement of Latex Paint Films, Developments in Industrial Microbiology, 21, 179-190.
- ZABEL, R.A., HORNER, W. E., 1981: An Accelerated Laboratory Procedure for Growing *Aureobasidium pullulans* on Fresh Latex Films, Journal of Coatings Tech., 53 (675), 33-37.
- ZABEL, R. A., MORRELL, J. J., 1992: Wood Microbiology Decay and Its Prevention, Academic Press, Inc., 1250 Sixth Avenue, San Diego, California, 384-393.