

TIPTA ÖNEMLİ MANTARLARIN FİLOGENETİK VE SİSTEMATIĞI**Ahmet ASAN****Trakya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Edirne, (hasan@trakya.edu.tr; ahmetasan84@yahoo.com)**

Fungal infeksiyonlar dünyada oldukça yaygındır. Bulaşıcı özellik taşıyan yüzeysel infeksiyonlar, dermatofitler ve *Candida* türleri tarafından oluşturulmaktadır. Bu tür infeksiyonların tanısı zordur ve bazen ekzama gibi diğer hastalıklarla karıştırılabilmektedir (1). Mantarların insanlarda hastalığa yol açtığı, ilk defa 1839'da gösterilmiştir. Schoenlein ve Gruby, daha sonra *Trichophyton schoenleinii* olarak adlandırılan ve kafa derisinde infeksiyona veya kelliğe (= favus) neden olan türü keşfetmişlerdir (2). Fakat yıllar boyunca fungal hastalıklar bakteriyel hastalıkların gölgesinde kalmıştır. Mantar hastalıklarının önemi, özellikle 1970'li yıllardan sonra artmıştır. Çünkü bu tarihten sonra, uluslararası ulaşım ve bağışıklığı bastırıcı ilaçların kullanımı artmış; ilave olarak AIDS hastalığı ortaya çıkmıştır. Bilinmeyen veya başlangıçta patojen olmadığı düşünülen mantarların neden olduğu fırsatçı infeksiyonların gittikçe arttığı da bilinmektedir. İnsanlarda infeksiyona neden olan birçok tür ve birçok yeni insan patojeni her yıl keşfedilmekte, bu durum fungal taksonomiye önemli hale getirmektedir (3). Doğru tedavi için mantarın doğru tanınması çok önemlidir. Gelişen dünyada bağışıklık sistemi zayıf hastalarda meydana gelen ölümlerin % 5'den fazlasının sebebi patojen mantarlardır. Tıbbi tedavide artış görülmesine rağmen, fungal infeksiyonların insidansında da artış görülmektedir (4).

İnvaziv fungal infeksiyonlar; bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda, kan kanseri nedeniyle kemik iliği nakli yapılmış hastalarda ve AIDS hastalarında, hastalık ve ölüm oranlarını arttıran önemli nedenlerindedir. *Candida* türleri, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde kan dolaşımıyla bağlantılı hastane infeksiyonlarında en sık rastlanan türler arasında dördüncü sıradadır. Tayvan'daki bir eğitim hastanesinde maya infeksiyonları, hastane infeksiyonları arasında daha ön plandadır (5). Bu durum, patojen mantarların tür düzeyinde daha hızlı tanısını önemli hale getirmektedir.

Moleküler veriler 1970'li yıllardan beri fungal sistematiğe, tüm taksonomik seviyelerde kullanılmaktadır ve son yıllarda bu yola başvurma artmıştır. Moleküler veriler aynı zamanda fungal filegenide de ana evrimsel yolların ortaya çıkarılmasında kullanılmaktadır (6). Ancak moleküler verilerin yaygın kullanımında bazı sınırlamalar vardır. Örnekler: Farklı fungal gruplar arasında metotların kıyaslanabilirliği ve yararlılığı, funguslar tarafından benimsenmiş yaşam döngülerinin geniş çeşitliliği ve kıyaslanabilir-tanımlanabilir evrimsel markerlerin yetersizliği. Moleküler verilerin geniş bir şekilde uygulanmasındaki en önemli sınırlama, verilerin düzenli olarak elde edilebilirliğinin kısıtlı oluşu ve henüz tanımlanmamış tür sayısının ne olduğunun bilinmemesidir (6). Paterson (7), çalışmasında bu probleme yer vermiş ve fungal taksonomideki doğal zorlukların dikkate alınması gerektiğinden söz etmiştir. Ancak bu sınırlamalara rağmen, moleküler veriler fungal sistematiği anlamamızda çok önemli katkılar yapmıştır (6). Fungal genetik ile ilgili çalışmalar 1940'lı yıllarda başlamış ve gen yapısının anlaşılmasında ideal modeller oldukları görülmüştür (8). Moleküler teknikler çok gelişmesine ve hatta bazı araştırmacılar (9), fungal taksonominin subjektif morfoloji temelinden filogenetik-DNA temelli tekniklere kaydığını ileri sürmesine rağmen, morfolojik ve koloniyel özellikler fungal tanıda önemini korumaktadır. Örneğin *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* gibi cinsler hakkında yazılan monograflar, genellikle morfolojik kriterleri ön plana

almıştır. Kohn (10), çok ince yapıların, özellikle yüksek taksonomik seviyelerde pek kullanılmaması gerektiğinden söz etmiştir. Tanı için kullanılan karakterler çok çeşitli olmasına rağmen, herbirinin tek başına tanıda kullanılması doğru sonuçlar vermeyebilir; hepsinin bir arada kullanılması ve morfolojik-koloniyal karakterleri destekleyici olması daha yararlıdır. Sonuç olarak, morfolojik ve koloniyal karakterler tanı için kullanılmalı, ancak yapılabiliirse moleküler tekniklerden de yararlanılmalıdır.

Yaklaşık 70,500 gerçek fungal tür tanımlanmıştır ancak bazı tahminlere göre toplam sayı 1.5 milyon kadardır. Bunların 32300 tanesi *Ascomycota*'ya ve 14100 tanesi ise mitosporik funguslara aittir. rDNA sekansı kullanılarak yapılan analizlere göre, mitosporik fungusların *Ascomycota* içinde olduğu genel kabul görmektedir (11). www.indexfungorum.org sitesinde 18 Nisan 2007 itibarıyla kayıtlı-rapor edilen fungal tür sayısı 413779'dur. Ancak bu sayı her geçen gün artmaktadır. Burada kayıtlı *Aspergillus* tür sayısı 802, *Penicillium* sayısı ise 1075'dir.

Mantarların filogenisi

Mantarların filogenetik tarihi çeşitli yorumlara açıktır ve bilimde pek doğru olmayan bir dayanağa sahiptir. Bu, zayıf fosil kayıtları nedeniyledir. Diğer organizmalardan farklı olarak, fungal yapılar çok iyi fosilleşmemiştir ve biz mantarların filogenisine temel oluşturacak çok az veriye sahibiz. Böylece mikologlar fungusların filogenisi hakkında teori oluşturmaya başladıklarında, sadece günümüze kadar ulaşan fungusların morfolojik özelliklerini temel almışlardır. Tahmin edileceği gibi bu durum, mantarların filogenisinde birçok subjektif görüşlerin ortaya çıkmasına neden olmuş ve bu görüşlerin çoğu uzun ömürlü olmamıştır. Bu konuya en iyi yaklaşım, son 40 yılda mikologların yeni bilgiler ışığında görüşlerini nasıl değiştirdiklerini görmektir.

Bazı fenotipik özellikler stabil değildir ve çevresel şartlara dayanmaktadır. Ayrıca fenotipik yaklaşımla kültürde üremeyen fungusların durumu problemlidir. İlave olarak, fenotipik yaklaşımla *Ascomycetes* ve *Deuteromycetes*'in taksonomisi arasında tutarlı bir ilişki kurulamamaktadır (3).

Yüksek fungal taksonlar arasındaki filogenetik ilişkiler açık değildir ve tartışmalıdır. Her ne kadar mikolojinin botaninin bir dalı olduğu düşünülüyorsa da, sayısız enzimden elde edilen amino-asit sekans analizlerinden gelen kanıtlar, mantarların hayvanlara daha yakın olduğunu göstermiştir. Mantarların alglerden geliştiğini ileri süren diğer hipotez pek kabul görmemiştir (3). Üç ana fungal filum olan *Zygomycota*, *Ascomycota* ve *Basidiomycota*, yaklaşık olarak 550 milyon yıl önce *Chytridiomycota*'dan türemiştir. *Ascomycota-Basidiomycota* ayrılması ise, bitkilerin toprak yüzeyinde varolmasından sonra, 400 milyon yıl önce olmuştur. Bazı noktalar açık olmamakla birlikte, bu sonuçlar fosil kanıtlarla geniş bir şekilde desteklenmektedir (3). Barr (12)'a göre, "*Fungal atanın genellikle bir ameboid kamçıya çok benzer bir kamçıya sahip olduğu düşünülmüştür, çünkü birçok Chytrid'in zoosporları ameboid özellikler göstermektedir*".

Fungusların monofiletik orjini, birçok mikoloğun 20. asrın başından ve daha önceki zamandan beri takip ettiği bir dogmadır. Bu teoride kabul ediliyor ki, tüm funguslar fotosentez yapma yeteneğini kaybeden algal bir atadan türemiştir. Bu, kamçılı fungusların oluşumuna neden olmuştur. Bu atanın, morfolojik olarak tam benzeri olan ve arka tarafında (posterior) tek kamçılı zoosporlar üreten *Chytridiomycota*'nın bir üyesi olduğu varsayılmaktadır. Onların modern türlerinin birçoğuna benzer olarak, bu atadan kalma chytrid suculdur, fakat daha sonra karasal ortama adapte olmuştur. Flagellanın kayboluşu ve zigosporun evrimiyle *Zygomycota* gelişmiştir. Bunun nasıl olduğu bilinmemektedir ve bu bir varsayıma sahip

değildir, arada bir ata önerilmiştir. Bu filum üyeleri hareketsizdir ve aseksüel sporangiyosporlar üretmektedir. *Zygomycota*'nın bu kolunun en primitif üyesinin büyük, tek ve çok sporlu sporangialı *Mucor* veya *Rhizopus*'a morfolojik olarak benzediğine inanılmaktadır. Sporangiyumda sporangiyosporların azalması ve kolumellanın kaybolmasıyla, tek sporlu sporangiller (örnek: *Cunninghamella*) üreten gelişmiş üyelerle sporangiyol evrimleşmiştir. Bu, tipik olarak anamorf evreleri de olan *Ascomycota* ve *Basidiomycota* tarafından üretilen ve aseksüel sporlar olan konidyumun (=conidium'un) evrimleşmesine neden olmuştur. *Zygomycota* içinde gelişen diğer bir kol ise *Endogonales*'i kapsamaktadır. Bu kolda üretilen zigosporlar uninukleattır. Bu koldan *Ascomycota*'nın geliştiğine inanılmaktadır. Tahmin edileceği gibi, bu anlatılan filogeni ve diğer grupları kapsayan filogeniye ait varyasyonlar hariçtir. Sachs (1874) [*Sachs J. 1874. "Lehrbuch der Botanik," 4. baskı. Engelmann, Leipzig, (Metin içinde bu şekilde verilen literatürlere ulaşılammış; "5" kaynağından geçtiği şekliyle buraya aktarılmıştır*)], Bessey (1950) (*Bessey EA. 1950. Morphology and Taxonomy of Fungi. The Blakiston Co, Philadelphia*) ve Denison ve Carol (1966) (*Denison WC, Carroll GC. 1966. The Primitive Ascomycete: A New Look at an Old Problem. Mycologia 58: 249-269*)], *Ascomycota*'nın kırmızı alglerden (= *Rhodophyta*) geliştiğine inanmıştır. Her ne kadar Kohlmeyer ve Kohlmeyer (1979) (*Kohlmeyer Kohlmeyer, JE. 1979. Marine Mycology, the Higher Fungi. Academic Press, San Francisco*) *Ascomycota*'nın direkt olarak *Rhodophyta*'dan geliştiğini savunmuyorsa da, her iki filumun tek bir atadan geliştiği görüşünü ortaya atmıştır. Demoulin (1974) (*Demoulin V. 1974. The origin of Ascomycetes and Basidiomycetes. The case for a red algal ancestry. Bot Rev. 40: 315-345*) benzer bir görüşe sahiptir, fakat her iki *Ascomycota* ve *Basidiomycota*'nın bir kırmızı algel atadan geliştiğine inanmıştır. 1960'lı yıllarda fungal filogeni ile ilgili yeni kriterler dikkate alınmaya başlanmıştır: 1) Hücre ile ilgili biyolojik veriler: Mitokondriyal krista, organel dağılımı, kamçı durumu, mitoz bölünme. 2) Biyokimyasal veriler: Hücre duvarı bileşenleri, amino-asit sentezi ve enzimoloji. Yapışkan küfler mantar olarak kabul ediliyorsa da bazı mikologlar bunu tam olarak kabul etmiyorlar.

Moleküler tekniklerin gelişmesiyle, fungusların çeşitli grupları arasındaki filogeniyle ilgili hipotezler oldukça değişmiştir. Kamçılı fungusların polifiletik olduğu ile ilgili kanıtlar olsa da, rDNA sekans analizleri gibi moleküler teknikler, bazı grupların funguslarla olan ilişkilerinin çok zayıf olduğunu göstermiştir. Ayrıca şunu da belirtelim ki, *Rhodophyta*'nın *Ascomycota* ile bir ilgisi yoktur.

Her ne kadar fungusların yüksek taksonlarındaki filogeni daha çözülmüş görünüyorsa da, aşağı taksonlarda durum karmaşıktır. DNA sekans analizleri *Zygomycota* ile *Ascomycota* bağlantısını desteklememektedir. Ayrıca, *Ascomycota*'nın askosporogenos mayalardan orijinlendiği de doğru değildir.

Basidiomycota filogenisi de oldukça karmaşıktır. Bu filumdaki taksonların bağlantısı, bu filumun sınıflandırılmasında ana karakter olan basidiyumun morfolojisi üzerine temellenmiştir; ancak bu ilişki DNA sekans analizleriyle uyusmamaktadır. Bunun yerine, septal gözenek aparatı *Basidiomycota* arasındaki bağlantının en iyi indikatörüdür (13).

Paleozoik dönemde, fungusların sucul olduğu görülmektedir. İlk karasal funguslar muhtemelen Silurian devrinde görünmüştür. Fungusların yüksek taksonomik seviyelerinde genel olarak kabul görmüş tek bir sistem yoktur ve tür ve yukarıdaki tüm seviyelerde kararlı adı değişiklikleri vardır. Mantarların ana filumları, seksüel üreme yapıları dikkate alınarak sınıflandırılmıştır (14).

18SrDNA sekans analizlerine göre, *Ascomycota* ve *Basidiomycota*, *Mycobionta* alemindedirler (=kingdom) veya "chitinous" funguslardır. Paleontolojik ve biyojeokimyasal verilere göre,

ökaryotlar en azından 1700–1900 milyon yıl öncesinden beri ekosistemde önemli organizmalar olmuşlardır. Dört gerçek veya "chitinous" fungus grubu vardır: *Chytridiomycetes*, *Zygomycetes*, *Ascomycetes* ve *Basidiomycetes*. Bu dört fungal grup ortak bazı özelliklere sahiptir. Kitinli hücre duvarları var, α -aminoasit asit lizin biyosentetik yolu kullanırlar, karbohidrat depo maddesi olarak glikojen kullanılır, disk gibi olmayan-plakaya benzer mitokondriyal kristallara sahipler, heterokont kamçı yok. *Chytridiomycota*, *Mycobionta* içinde en ilkel olanıdır, çünkü zoosporiktirler ve seksüel üremeleri farklı metotlarla (izogami, anizogami, oogami, gametangiogami ve somatogami) olmaktadır. 18SrRNA gen ve uzama faktörünün amino-asit dizilerinin sekans analizlerine göre, hayvanlar gerçek fungusların kardeş bir grubu olarak görünmektedir. Protozoal *Choanoflagellida*, filogenetik olarak hayvan ve funguslara yakındırlar. Moleküler filogeni, *Mikobionta* içinde ayrı bir yüksek takson olarak *Deuteromycetes* (=Fungi imperfecti)'in varlığını desteklememektedir. Ancak *Deuteromycetes*'in anamorfik cins ve türlerinin adları tanı amacıyla gelecekte gerekli olabilir.

Yüksek fungusların filogenisi ve evrimi ile ilgili birçok hipotez vardır. *Ascomycota* ve *Basidiomycota*'nın klasik iki parçalı sistemi, moleküler ve biyokimyasal verilerle desteklenmemektedir; bunun yerine moleküler filogenide üç parçalı sistem görünmektedir. *Hemiascomycetes* içinde yer alan *Saccharomycetales*'de tıbbi önemi olan türler şunlardır: *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. viswanathii*, *Debaryomyces fabryii*, *Pichia guilliermondii* türleri filogenetik olarak birbirine yakındırlar ve *Debaryomycetaceae* familyasında yer alabilirler.

Ascomycota içinde yer alan *Onygenales* ordosunda üç familya önerilmiştir: *Arthrodermataceae*, *Gymnoascaceae* ve *Onygenaceae*. *Arthrodermataceae* ve *Onygenaceae* familyaları, iki önemli insan patojenik grubunu barındırırlar: Dermatofitler ve dimorfik sistemik mantarlar. Dermatofitler, çok hücreli makrokonidyumlara ek olarak tek hücreli mikrokonidyumlar oluştururlar. Dermatofitlerin teleomorfları *Arthroderma* cinsine aittir. Örneğin, *Arthroderma simii*, *Trichophyton simii*'nin teleomorfudur. Bunlar sekiz sporlu askosporlar içerirler. Dermatofitler, memelilerin keratinik dokularına saldırma yeteneğinde olan keratinolitik funguslardır. Bunlar, konak tercihi ve doğal habitatları dikkate alınarak üç kategori içinde gruplandırılır. Antropofilik türler hemen hemen yalnız insanları infekte eder, hayvanları çok seyrek infekte ederler; zoofilik türler, her ne kadar hayvanlardan geçişleri çok seyrek olsa da, temel olarak insan dışındaki memelileri veya kuşları infekte ederler; jeofilik türler ise toprak ortamını tercih eden organizmalardır ve toprak veya toprakla taşınan keratinik döküntüler insan ve hayvanlar için infeksiyon kaynağıdırlar. Önemli antropofilik türler: *Epidermophyton floccosum*, *Microsporum audouinii*, *M. ferrugineum*, *Trichophyton concentricum*, *T. gourillii*, *T. kanei*, *T. megninii*, *T. mentagrophytes*, *T. raubitschekii*, *T. rubrum*, *T. schoenleinii*, *T. soudanense*, *T. tonsurans*, *T. violaceum* ve *T. yaoundei*. Zoofilik türler: *Microsporum canis*, *M. equinum*, *M. gallinae*, *T. equinum*, *T. simii* ve *T. verrucosum*. Jeofilik türler: *Microsporum nanum*, *M. persicolor*, *M. praecox*, *M. vanbreuseghemii* ve *T. terrestre*.

Dimorfik sistemik mantarlar, filogenetik olarak dermatofitlere yakındırlar ve *Onygenaceae* familyasında yer alırlar. Ancak beş cins açık bir biçimde farklılık gösterir: *Blastomyces*, *Coccidioides*, *Emmonsia*, *Histoplasma* ve *Paracoccidioides*. Bu cinslerin her biri çok az tür içerir ve tümü patojeniktir. *Blastomyces* ve *Histoplasma*'nın teleomorfı *Ajellomyces*'dir; diğerlerinin bilinen bir teleomorfı yoktur. *Hypocreales*'de ise, bazı tıbbi önemi olan türler içeren, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Cylindrocarpon*, *Trichoderma*, *Acremonium*, *Stachybotrys*, *Beauveria*, *Metarhizium*, *Verticillium* gibi bazı cinsler vardır. *Nectria* türleri filogenetik olarak *Fusarium*'a yakındır. *Dothideales*'de, tek veya her iki elde sadece tinea nigra palmaris'e neden olan ve tuzlu çevrelerdeki doğal habitatları seven *Hortaea werneckii* vardır. Ayrıca, tıbbi önemi olan *Aureobasidium pullulans* (allerjen), *Hormonema dematioides* (insanlarda patojen), *Madurella grisea* (insanda siyah parça eumycetoma nedeni), *Nattractia*

mangiferae (tropik ve subtropiklerde insan yüzeysel infeksiyon nedeni), *Lasiodiplodia theobromae* (seyrek olarak fırsatçı patojen) (11).

Mantarların evrimi

Mantarlar bitkilerden çok hayvanlara daha yakındır. Fungusların evrimsel orijini; funguslar, hayvanlar ve bitkiler arasındaki filogenetik bağlantıları saptamada önemlidir. Funguslarla hayvanlar arasındaki bağlantıları destekleyen anahtar kanıtlar, protein sekans analizleri, biyosentetik yollar, sitokrom sistemleri, mitokondriyal genetik materyal, biyokimyasal ve yapısal hücresel özellikler (hücre duvarlarının yapısı ve sitoplazmik organeller), glikoproteinler, beslenme şekli ve besleyici materyallerin depolanması; ayrıca hif duvarlarının kimyasal yapısı, ribozomal RNA. Fungusların çoklu protein veri dizilerindeki proteinler, hayvanlardakiyle homoloji göstermektedir. Hücresel yapışkan küflerden olan *Dictyostelium*, bitkilere uzak olmasına rağmen hayvanlara daha yakındır. Fungal ribozomlarda bulunan uzama faktörleri (örneğin EF-3) bu tez için kanıt sunmaktadır. Ayrıca fungal EF-1 alfa, insan EF-1 alfa proteinine % 81 oranında benzemektedir. Beta-tubulin ve kalmodulin proteinleri tamamen eşit olarak muhafaza edilmiştir. Funguslar ayrıca çoklu doymamış yağ asitlerinin sentezinde hayvanlara benzerlik göstermektedir. Funguslar ayrıca sitokrom sistemleriyle de hayvanlara benzemektedir. Funguslar, bitkilerde olmayan b ve c tip sitokromlara sahiptirler, bu sitokromlar metazoada da vardır. Mantarlar ortak morfolojik ve yapısal hücresel özellikleri hayvanlarla paylaşırlar. Mantar hücre duvarı çoğunlukla polisakkaritlerden oluşmuştur ve kitin en fazla polisakkaritlerin karakteristiğidir. Fungal kitin, yüksek bitkilerde farklı olan ve dört bağlı N-asetilglukozamin ünitleri olan B-14'ün dallanmamış bir polimerinden yapılmıştır. Kitin, *Protozoa* ve yüksek hayvanlarda vardır. Ayrıca fungal kitin sadece alfa formundadır, beta formunda değil; alfa kitin ise hayvanlarda bol olan bir formdur. Mantar selülozu, yeşil bitkilerin hücre duvarlarında bulunanlardan az da olsa farklıdır; fungal selüloz daha az kristallidir. Mantarlar, hayvanlarda olduğu gibi, klorofile sahip değildirler. Enzim üretimi hayvanlara benzer olarak karakteristiktir ve bitkilerden farklıdır. *Myxomycetes*'ler, yaşam sikluslarında ameboid bir faza sahiptirler. *Blastocladales* ordosu yaşam siklusunda bir zoospora sahiptir ve zoosporlar, bir posterior kamçı yardımıyla yüzebilirler; ökaryotların sadece iki tipi posterior kamçı ve mitokondriyal kristaya sahiptir, metazoan hayvanlar ve "choanoflagellate" protozoa. Funguslar depoladıkları besin materyalleri bakımından da hayvanlara benzerler ve birçok ökaryotik organizmaya benzer olarak, karbon rezervi olarak lipitleri biriktirebilirler. Diğer ortak depo maddesi ise, bakteri, protozoa ve yüksek hayvanlarda olduğu gibi polisakkarit glikojendir. Bitkilerde ise karbon rezervi olarak nişasta kullanılır. Hücre duvarı selülozdan oluşan fungusların duvarlarında, hayvanlardakine benzer olarak kolesterol türevleri vardır. Cavalier-Smith (15)'e göre, *Chytridiomycetes* şu özelliklere sahiptir: Düz, discoidal olmayan kristası ve hareketli hücrelerde tek posteriyor siliyum (=cilium) olması. Sadece iki diğer ökaryotik grup bu her iki karektere de sahiptir: Metazoan hayvanlar ve "choanoflagellate" protozoa (= *Choanociliate*). Cavalier-Smith (15)'e göre mantarlar dört özellikten dolayı bitkilerden çok hayvanlara daha fazla benzemektedir: 1) Çoğunlukla her ikisi de kitinli dış iskelete sahiptir, 2) Her ikisi de nişasta değil, glikojen depo eder, 3) Her ikisinde de kloroplast yoktur ve 4) Bitkilerden farklı olarak, onların mitokondriyal kodunda, triptofan için UGA kodları vardır, zincir terminasyonu değil. Cavalier-Smith (15), fungus ve hayvanların ortak ataya sahip olması gerektiğini önermiştir.

Mantarların alglerden geliştiğine dair hipotez, fotosentetik bitkilerin atasını iyi desteklememektedir, ayrıca fungusların bitki ve hayvanlardan bağımsız evrimleştiği de destek görmemektedir. Ana soru şudur: Funguslar hayvanlara organizmal, hücresel ve biyokimyasal seviyelerde nasıl benzemektedir? Bu benzerlikler, funguslar, hayvanlar ve bitkiler arasındaki filogenetik ilişkiler hakkında ne önermektedir? Fungusların orijini, yaşamın orijini için bir anlama sahiptir (16).

Fungal evrim hakkındaki çalışmalar, şu konular üzerinde temellenmiştir: Karşılaştırmalı morfoloji, hücre duvarı içeriği, sitolojik testler, ince yapı, hücresel metabolizma ve fosil kayıtlar (3). Kohn (10)'a göre, sitolojik karyotipler iki nedenle birçok fungusta kullanılmaz: a) İncelenmiş birçok mantarda kromozomlar çok küçüktür ve farkına varılması zordur, b) Metafaz kromozomları mitoz esnasında genellikle gözlenmez. Ancak pakiten kromozomlarının elektron mikroskop ile incelenmesi, karyotip bilgisine katkı yapmıştır.

Deuteromycetes (= Fungi imperfecti)'de durum

Ascomycetes ve *Basidiomycetes* ile bağlantısı olmayan tüm funguslar, yapay bir grup olan *Deuteromycetes*'de toplanmıştır. *Deuteromycetes*'de yer alan fungusların sınıflandırılması, Saccardo tarafından *Sylogae Fungorum* (1882-1931) adlı 25 ciltlik eserde kurulmuş prensiplere göre yapılmıştır. Bu sistemin alternatifi, 1953, 1963 ve 1968 yıllarında yayınlanmış Hughes-Tubako-Barron sistemidir. Bu yeni sistem özellikle konidyanın gelişimi üzerinde temellenmiştir ve konidioforun gelişimi üzerinde daha az durmaktadır. Konidyanın şekil, pigmentasyon ve septasyonu Saccardo sisteminde önemli karakterlerken, Hughes-Tubako-Barron sisteminde sekonder karakterler olmuştur. Hughes-Tubako-Barron sistemi *Deuteromycetes*'in tüm cinslerini kapsamamakta ve özellikle *Moniliales*'e uygulanmaktadır. Sistem, konidyal oluşumu açık olmayan veya tanımlanmamış cinslere uygulanmamaktadır. Bu nedenle Saccardo'nun sistemi önerilmektedir. *Deuteromycetes*'in tanısı için konidia ve konidioforun kullanımı, mikolojide deneyimli araştırmacılar tarafından yapılabilir. Saccardo sisteminde, yaygın ve ekonomik olarak önemli imperfekt fungusları içeren dört ordo vardır: *Moniliales*, *Sphaeropsidales*, *Melanconiales* ve *Mycelia sterilia*. En az 1400 imperfekt cins ve birkaç bin tür vardır. Bazı örnek cinsler: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Verticillium*, *Candida*, *Gliocladium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Trichoderma*, *Trichophyton*, *Microsporium* (17). Bazı kaynaklara (3) göre ise, 2600 anamorf cins içinde 15,000 *Deuteromycetes* türü yer almaktadır.

Tıbbi önemi olan bazı fungal taksonlar

Zygomycetes: Septasız hif var. Sporangiyal morfoloji: Sporangiyosporların düzenlenişi ve sayısı, sporangiyal şekil ve renk, kolumella ve apofizlerin varlığı veya yokluğu, rizoidlerin varlığı veya yokluğu, üreme ısıları (35° C, 40° C ve 45° C).

Hyphomycetes: Mikroskobik morfoloji ve kültür karakteristikleri önemlidir.

Fusarium Link, *Magazin Ges. naturf. Freunde, Berlin* **3**: 10 (1809); **Sınıflandırmadaki pozisyonu:** *Nectriaceae*, *Hypocreales*, *Sordariomycetidae*, *Ascomycetes*, *Ascomycota*, *Fungi*; **Tip Tür:** *Fusarium roseum* Link (1832).

Orak şekilli ve çok septalı makrokonidyumlar ve dallanmış veya dallanmamış konidiyoforlar üzerindeki fiyalitlerden gelişmiş küçük ve 1-2 hücreli mikrokonidyumlar tipiktir. Bazı türlerde kalın duvarlı klamidiosporlar oluşabilir. *Fusarium* türleri tıbbi bakımından da önemlidirler ve ayrıca bitkilerde hastalık yapabilirler. Bazı türleri fumonisin, zearelenon ve deoksnivalenol gibi mikotoksinler üretebilir (18). Sistemik *Fusarium* enfeksiyonları nedeniyle hastalanan insanlardaki ölüm oranı % 70'den fazladır ve AIDS hastaları *Fusarium* enfeksiyonlarına duyarlıdır. *Fusarium*'daki ana karakter, makrosporlarının kano veya muz şeklinde oluşlarıdır. Ancak bazı araştırmacılar bunun yegane karakter olmaması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. *Fusarium* sistematiği tartışmalıdır; çeşitli taksonomik sistemler kullanılarak tanınmış türlerin birçoğu, zayıf tanımlanmıştır ve birçok durumlarda tip türler uzun süre var olmazlar. Geçmiş 100 yıl boyunca *Fusarium* sistematiğinde önemli değişimler olmuştur. Tür sayısı bazı araştırmacılar tarafından oldukça az gösterilirken, bazıları tarafından ise daha fazla gösterilmiştir. *Fusarium*

cinsi için tüm modern taksonomik sistemlerin temeli, 1935 yılında yayınlanan Wollenweber ve Reinking'in çalışmasıdır. Bu çalışmada özellikle morfolojik karakterler dikkate alınmıştır. 1940 ve 1950'li yıllarda Snyder ve Hansen, tür sayısını iyice azaltarak dokuza düşürmüşlerdir (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. moniliforme*, *F. roseum*, *F. lateritium*, *F. tricinctum*, *F. nivale*, *F. rigidiuscula* ve *F. episphaeria*). 1930'lu yıllardan 1960'lı yıllara kadar *Fusarium*'la ilgili yayınlar yapan Kanada'lı araştırmacı Gordon ise, Wollenweber ve Reinking'in felsefesini takip etmekle beraber, Snyder ve Hansen sisteminden izler de taşımaktadır. Fransız araştırmacılar Messiaen ve Cassini, 1960'ın sonlarında geliştirdikleri sistemde, Snyder ve Hansen sistemini model almışlardır. Japon araştırmacılar da Snyder ve Hansen'i takip etmişler, fakat ilave olarak bir tür (*F. splendens*) eklemişlerdir. Sistemini 1930'lu yılların ortalarında yayınlayan Rus araştırmacı Raillo, özellikle "tek spor kültür metodu"nun öncülüğünü yapmıştır. Yine bir Rus araştırmacı olan ve Wollenweber ve Reinking'deki seksiyonları kullanan Bilai, özellikle kültürel ve fizyolojik karakterler üzerinde durmuştur. "The Genus *Fusarium*" adlı eserini 1971'de yayınlayan İngiliz araştırmacı Colin Both, oldukça fazla bir şekilde Wollenweber ve Reinking'in yaklaşımını takip etmiş, özellikle konidyum üreten hücrelerin morfolojisi üzerinde durmuştur. 1982'de *Fusarium* monografını yayınlayan Gerlach ve Nirenberg, Wollenweber ve Reinking'in çalışmalarını devam ettirmişler ve monograflarında çok sayıda tür yer almıştır. İsrail'i bir araştırmacı olan Abraham Z. Joffe, çalışmalarını 1947'de Rusya'da başlatmış, ancak daha sonra İsrail'e dönmüş ve Rusya ve İsrail'den topladığı *Fusarium* örnekleri üzerinde taksonomik ve mikotoksikolojik çalışmalar yapmıştır. Wollenweber-Reinking ve Gerlach-Nirenberg'in sistemini takip eden Joffe, konidi şekli ve kültür karakterlerini temel kriterler olarak almıştır. 1983 yılında *Fusarium* cinsi ile ilgili önemli bir monograf yazan Nelson, Toussoun ve Marasas, izolasyon ve kültür teknikleri, tür teşhisi ve pigment varyasyonları üzerinde durmuşlardır. Bu çalışma oldukça fazla atıf almıştır (15.4.2007 itibarıyla, *SCI-Expanded kapsamındaki dergilerde 1112 atıf*). Gerlach ve Nirenberg'in monografında tanınan birçok tür, Nelson ve arkadaşlarının eserinde tanınmamıştır. Bu eserde, *Fusarium*'daki tür farklılıklarını yapmada Snyder ve Hansen sisteminin yetersiz olduğunu belirtilmiştir. Gerlach ve Nirenberg ve Nelson ve arkadaşlarının önerileri bugün moleküler çalışmalarla test edilmektedir (19). Nelson ve arkadaşları ayrıca *Fusarium* toksinleri hakkında da kitap yazmış ve 1980 ve 1990'lı yıllarda önemli makaleler yayınlamışlardır; bu çalışmalarda yeni türler de tanımlanmıştır. Her ne kadar bazı araştırmacılar farklı sayıda tür kabul etmişlerse de, Leslie ve Summerell, 2006'da yayınladıkları çalışmada (19), *Fusarium* cinsini 70 tür altında toplamışlardır. Bazı türler: *Fusarium acuminatum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. napiforme*, *F. nelsonii*, *F. scirpi*. Kitapta, seksüel evreler, yaygın sinonimler, coğrafik ve konak dağılımı, besiyerleri ve önemli karakterler, taksonomi-patoloji-ekoloji ve yeni türlerin tanımlamaları verilmiştir. Ayrıca iki türün de genetik haritaları gösterilmiştir. Bu kitabı diğerlerinden ayıran en önemli özellik, ilave olarak meleküler genetik teknikler üzerinde durmasıdır.

Sporothrix schenckii: Toprak ve çürümekte olan bitkilerde bulunabilir. Konidyumlar, konidyoforun simpodiyal çoğalmasıyla zincirler halinde oluşur, bu düzenlenme sıklıkla bir çiçeği hatırlatmaktadır (20).

Epidermophyton Sabour., *Arch. Méd. exp. Anat. path.* 19: 754 (1907); **Sınıflandırmadaki pozisyonu**: *Incertae sedis*, *Incertae sedis*, *Incertae sedis*, *Ascomycetes*, *Ascomycota*, Fungi; **Tip Tür**: *Epidermophyton inguinale* Sabour. (1907).

Epidermophyton floccosum: İnsanlarda görülür, saçta infeksiyon yapmaz, çok septalı makrokonidyumları lobut şeklindedir, mikrokonidyum yoktur.

Trichophyton Malmsten, *Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med.*, 1848 1848: 14 (1848); **Sınıflandırmadaki pozisyonu**: *Arthrodermataceae*, *Onygenales*, *Eurotiomycetidae*, *Ascomycetes*, *Ascomycota*, Fungi; Mikrokonidyum hyalin, küçük, tek hücreli, hif kenarlarında yer alır,

makrokonidyumlar (aleuriyosporlar) büyük, çok hücreli, ince duvarlı, klavat. **Tip Tür:** *Trichophyton tonsurans* Malmsten (1848).

Trichophyton verrucosum: Çok hücreli, düz, ince duvarlı, makrokonidyumları çok seyrek.

Trichophyton eboreum: Yeni bir türdür, 2005'de yayınlandı. İnsan derisinden izole edildi. Mikolojik besiyerlerinde çok hızlı ürer, düz-tozumsu beyaz renkli koloniler oluşturur, klavat mikrokonidyumları var, düz ve ince duvarlı silindirik veya sopa şeklinde 2-9 hücreli makrokonidyumları var, kanca şeklinde hiflere sahip, kleistotesyum benzeri yapıların üretimi sözkonusu, yaşlı kültürlerde spiral hifler var, saç delme deneyi pozitif, patates-glukoz-agar'da pigmentasyon yapmıyor, üreaz reaksiyonu zayıf pozitif, 37° C'de üreme yok, % 5'lik NaCl'e ve flukonazole dirençli, insan epidermal keratini üzerinde iyi çoğalıyor (21).

Microsporium Gruby, *Compte rendu hebdomadaire des Sciences de l'Academie des sciences*, Paris 17: 301 (1843). Konidiyoforlar ince, belirgin; makrokonidyumlar büyük, füzemsi, çok hücreli, hyalin; mikrokonidyumlar hif kenarlarında oluşur. **Sınıflandırmadaki pozisyonu:** *Arthrodermataceae, Onygenales, Eurotiomycetidae, Ascomycetes, Ascomycota*, Fungi; **Tip Tür:** *Microsporium audouinii* Gruby (1843).

Microsporium canis: İnsanlarda, özellikle kedi ve köpeklerde görülür. Kültürde yavaş ürer, sarı-kahverengi pigment geliştirir, makrokonidyumlar yedi veya daha fazla parçalıdır.

Microsporium nanum: 1-3 hücreli makrokonidiler pürüzlü duvarlıdır.

Alternaria Nees, *Syst. Pilze*: 72 (1816); **Sınıflandırmadaki pozisyonu:** *Pleosporaceae, Pleosporales, Dothideomycetidae, Ascomycetes, Ascomycota*, Fungi; **Tip Tür:** *Alternaria tenuis* Nees (1817).

Koyu pigmentli zincirler oluşturur, konidyumları kısa konikal veya silindirik gaga şeklindedir.

Aspergillus Fr.: Fr. *Observ. mycol. (Lipsiae)* 1: 16 (1809); **Sınıflandırmadaki pozisyonu:** *Trichocomaceae, Eurotiales, Eurotiomycetidae, Ascomycetes, Ascomycota*, Fungi; **Tip Tür:** *Aspergillus glaucus* (L.) Link (1809). Tanı için moleküler biyoloji ve genetik yaklaşımlar daha güvenilir ise de, kültür ve morfoloji ön plandadır (22).

Aspergillus ve *Penicillium* ile ilgili identifikasyon kitapları, taksonomik şemalar, Türkiye'deki izolasyon ortamları/habitatları ve diğer bilgiler için Asan (23)'a bakılabilir. Bu veritabanı belirli aralıklarla güncellenmektedir; tam metin için adres: <http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/asan-v89-checklist.pdf>

Değişen bazı adlar (24, 25)

Eski	Yeni
<i>Aspergillus fruticosus</i>	= <i>Emericella fruticulosa</i>
<i>A. heterothallicus</i>	= <i>Emericella heterothallica</i>
<i>A. manginii</i> ve <i>A. minor</i>	= <i>Eurotium herbariorum</i>
<i>A. montevicense</i>	= <i>Eurotium amstelodami</i>

Penicillium Link: Fr., *Magazin Ges. naturf. Freunde, Berlin* 3: 16 (1809); **Sınıflandırmadaki pozisyonu:** *Trichocomaceae, Eurotiales, Eurotiomycetidae, Ascomycetes, Ascomycota*, Fungi; **Tip Tür:** *Penicillium expansum* Link.

Değişen bazı adlar (24, 25)

Eski	Yeni
<i>Eupenicillium arvense</i>	= <i>Eupenicillium retuculisporum</i>
<i>E. vermiculatum</i>	= <i>Talaromyces flavus</i>
<i>Paecilomyces lineatus</i>	= <i>Penicillium lineatum</i>
<i>Penicillium aeruginosum</i>	= <i>Penicillium expansum</i>
<i>P. album</i>	= <i>P. camembertii</i>
<i>P. alicantinum</i>	= <i>P. citreonigrum</i>
<i>P. arabicum</i>	= <i>P. decumbens</i>
<i>P. atrosanguineum</i>	= <i>P. miczynskii</i>
<i>P. atrovirens</i>	= <i>P. fellutanum</i>
<i>P. caseicola</i>	= <i>P. camembertii</i>
<i>P. fagi</i>	= <i>P. raciborskii</i>
<i>P. frequentans</i>	= <i>P. glabrum</i>
<i>P. humuli</i>	= <i>P. corylophilum</i>
<i>P. notatum</i>	= <i>P. chrysogenum</i>

(Değişen diğer adlar için www.indexfungorum.org sitesine bakılabilir)

Penicillium büyük bir cinstir, tanısı kolay değildir ve türleri arasında büyük bir varyasyon vardır. Modern *Penicillium* taksonomisi, morfoloji, fizyoloji (özellikle koloni çapı), metabolit üretimi ve moleküler çalışmaları kapsamaktadır. Ancak belirleyici taksonomi halen Petri kabı kültürü ve mikroskopi gibi geleneksel tekniklerle yapılmaktadır. Ayrıca birçok türler için mikotoksin üretimi de önemlidir. *Penicillium* tür sayısı literatürde oldukça değişken verilmektedir. Raper ve Thom (26) 1949'da tür sayısını 137, Pitt (27) 1979'da 150, Ramirez (28) 1982'de 227 olarak vermiştir (29). Pitt ve ark. (24) 2000 yılında yayınladıkları çalışmalarında tür sayısını 225 olarak vermişlerdir. Bugün itibarıyla yeni türlerin yayınlanmasıyla tür sayısının 225 civarında olduğu kabul edilebilir. Ancak Pitt (29)'e göre, bunların sadece 70 tanesi geniş ilgi görmekte ve sadece 30-40 tanesi doğada yaygın durumdadır. Tüm dünyada yaklaşık 30 yıl boyunca yaygın olarak kullanılan Raper ve Thom (26)'un 1949'da yayınladığı kitaptan sonra *Penicillium* çalışmaları bir ivme kazandıysa da, asıl hızlanma 1980'den sonra olmuştur (29).

Geotrichum Link. Magazin Ges. naturf. Freunde, Berlin **3**: 17 (1809).

Onaylayan otör: Fr.

Sınıflandırmadaki pozisyonu: *Incertae sedis*, *Saccharomycetales*, *Saccharomycetidae*, *Saccharomycetes*, *Ascomycota*, Fungi

Tip tür: *Geotrichum candidum* Link (1809)

Miselyum beyaz, septalı; konidyofor yok, konidyumlar hyalin, bir hücreli, kısa silindirik şekilli, hif segmentasyonu ile oluşurlar; çoğunlukla saprofitik ve toprakta yaygındırlar (17, 25, 30).

Candida Berkhout, *Schimmelgesl. Monilia*: 41 (1923).

Sınıflandırmadaki pozisyonu: *Incertae sedis*, *Saccharomycetales*, *Saccharomycetidae*, *Saccharomycetes*, *Ascomycota*, Fungi.

Tip tür: *Candida vulgaris* Berkhout (1923) (25)

Ulaşılabilirdiği kadariyla, 2000-2007 arasında yayınlanmış 47 yeni tür (Kaynaklar: Thomson-ISI Web of Science, Cab Abstracts, 12)

Aspergillus bombycis, *A. coreanus*, *A. cretensis*, *A. flocculosus*, *A. fumigatiiaffinis*, *A. ibericus*, *A. karnatakaensis*, *A. lentulus*, *A. neobridgeri*, *A. novofumigatus*, *A. persii*, *A. pseudoelegans*, *A. rambellii*, *A. roseoglobulosus*, *A. steynii*, *A. vadensis*, *A. westerdijkiae*, *Emericella venezuelensis*, *Eupenicillium bovisfimosum*, *E. Tropicum*, *Neosartorya takakii*, *Paecilomyces stipitatus*, *P. vinaceus*, *Penicillium albocoremium*, *P. angulare*, *P. aureocephalum*, *P. boreae*, *P. brevistipitatum*, *P. brocae*, *P. calidicanium*, *P. canariense*, *P. cecidicola*, *P. decaturense*, *P. dravuni*, *P. ellipsoideosporium*, *P. jamesonlandense*, *P. Jiangxiense*, *P. persicinum*, *P. pullum*, *P. radicola*, *P. ribium*, *P. subarcticum*, *P. Syriacum*, *P. thiersii*, *P. tulipae*, *P. virgatum*, *Talaromyces ocotl*, *Trichophyton eboreum*.

SCI-Expanded ve SSCI kapsamındaki dergilerde en fazla hangi cins adı geçiyor?

Thomson-ISI tarafından geliştirilen *Web of Science* veritabanında bulunan *SCI-Expanded* ve *SSCI* indeksleri kapsamındaki dergilerde, 1.1.1970-18.3.2006 tarihleri arasında, *Aspergillus*, *Penicillium* ve ilgili diğer kelimelelerin geçtiği yayın sayıları verilmiştir (Tablo 1). Cins isimlerine bakıldığında, *Aspergillus* isminin geçtiği yayın sayısının hem dñnyada hem de Tñrkiye’de en fazla olduğu olduğu gñr÷lmektedir. Bu veriler, *Aspergillus* ve *Fusarium* tñrleri hakkında, belirtilen dñnem itibariyle diğerlerine gñre daha fazla araştırma yapıldığı anlamına gelmektedir.

Tablo 1. SCI-Expanded ve SSCI kapsamındaki dergilerde, 1.1.1970-15.4.2007 tarihleri arasında aşağıda verilen kelimelelerin geçtiği yayın sayıları (Kaynak: Thomson-ISI Web of Science Veritabanı) (Not: Sadece tam metinler değil, her tñrl÷ yayını dikkate alınmıştır).

	Tñm dñnyada	Tñrkiye adresli yayınlarda
<i>Aspergillus</i>	30045	266
<i>Fusarium</i>	15211	85
<i>Penicillium</i>	9701	97
<i>Trichophyton</i>	2375	48
<i>Microsporum</i>	1271	21
<i>Epidermophyton</i>	276	7
Fungi	52420	443
Fungus	34448	232
Toplam yayını sayısı	30707065	130486

Kaynaklar

1. Richardson M, Elewski B. *Superficial Fungal Infections*. Oxford, UK: Health Press Ltd, 2000.
2. Hawranek T. Cutaneous mycology. Fungal allergy and pathogenicity. *Chem Immunol* 2002; 81: 129-166 (In: Breitenbach M, Cramer R, Lehrer SB, eds. *Chemical Immunology*. Vol 81. Basel: Karger, 2002).
3. Guarro J, Gene J, Stchigel AM. Developments in fungal taxonomy. *Clin Microbiol Rev* 1999; 12: 454.
4. Kavanagh K, ed. *Medical Mycology-Cellular and Molecular Techniques*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 2007.
5. Hsu MSC, Chen KW, Lo HS, et al. Species identification of medically important fungi by use real-time lightcycler PCR. *J Med Microbiol* 2003; 52: 1071-1076.
6. Bridge PD, Spooner BM, Roberts PJ. 2005. The impact of molecular data in fungal systematics. *Adv In Bot Res* 2005; 42: 33-67.
7. Paterson RRM. Identification and quantification of mycotoxigenic fungi by PCR. *Process Biochem* 2006; 41: 1467-1474.

8. Hooley P, Whitehead M. The genetics and molecular biology of marine fungi. *Mycologist* 2006; 20: 144-151.
9. Seifert KA. Enhancing the relevance of fungal taxonomy to plant pathology: phylogenetics, molecular diagnostics, and long-term memory. *Can J Plant Pathol* 2006; 28 (Suppl): S280- S287.
10. Kohn LM. Developing new characters for fungal systematics: An experimental approach for determining the rank of resolution. *Mycologia* 1992; 84: 139-153.
11. Prillinger H, Lopandik K, Schweigkofler W, et al. Phylogeny and systematics of the fungi with special reference to the Ascomycota and Basidiomycota. Fungal allergy and pathogenicity. *Chem Immunol* 2002; 81: 207-295 (In: Breitenbach M, Cramer R, Lehrer SB, eds. *Chemical Immunology*. Vol. 81. Basel: Karger, 2002).
12. Barr DJS. Evolution and kingdoms of organisms from the perspective of a mycologist. *Mycologia* 1992; 84: 1-11.
13. http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot430/Lect27_Phylogeny%20of%20Fungi.htm
14. <http://www.infoforyou.org/input.php?title=Special:Search/fungi>
15. Cavalier-Smith T. The origin of fungi and pseudofungi. In: Rayner ADM, Brasier CM, Moore D, eds. *Evolutionary Biology of the Fungi*. Symposium of the British Mycological Society held at the University of Bristol. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1986: 339-353.
16. Melnikova M, Nazzaruolo B, Xie H, Link: http://216.239.59.104/search?q=cache:sWU8TCn2R8sJ:www.nyu.edu/projects/fitch/resources/student_papers/bianca.pdf+%22phylogeny+of+fungi%22&hl=tr&gl=tr&ct=clnk&cd=25
17. Barnett HL, Hunter BB. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th ed. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota: APS Press, 1999.
18. Alm H, Brussow KP, Torner H, et al. Influence of *Fusarium*-toxin contaminated feed on initial quality and meiotic competence of gilt oocytes. *Reproductive Toxicol* 2006; 22: 44-50.
19. Leslie JF, Summerbell BA. *The Fusarium Laboratory Manual*. 1st ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 2006.
20. Ellis D, Link: <http://216.239.59.104/search?q=cache:BO3ezCI56hUJ:www.mycology.adelaide.edu.au/downloads/FungusID.pdf+%22medically+important+fungi%22&hl=tr&gl=tr&ct=clnk&cd=5>
21. Brasch J, Graser Y. *Trichophyton eboreum* sp nov. isolated from human skin. *J Clin Microbiol* 2005; 43: 5230-5237.
22. Kantarcıoğlu SA, Yücel A. *Aspergillus* cinsi mantarlar ve invaziv aspergilloz: Mikoloji, patogenezi, laboratuvar tanımı, antigünlere direnç ve duyarlılık deneyleri. *Cerrahpaşa Tıp Derg* 2003; 34: 140-157.
23. Asan A. *Aspergillus*, *Penicillium*, and related species reported from Turkey. *Mycotaxon* 2004; 89: 155-157. Link özet: <http://www.mycotaxon.com/vol/abstracts/89/89-155.html> Link Tam Metin (pdf): <http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/asan-v89-checklist.pdf> (Son güncelleme tarihi: 29 Ağustos 2006).
24. Pitt JI, Samson RA, Frisvad JC. 2000. List of accepted species and synonyms in the family *Trichocomaceae*. In: Samson RA, Pitt JI, eds. *Integration of Modern Taxonomic Methods for Penicillium and Aspergillus Classification*. Singapore: Harwood Academic Publishers, 2000: 9-49.
25. www.indexfungorum.org
26. Raper KB, Thom C. *A Manual of the Penicillia*. Baltimore: Williams & Wilkins Co, 1949.
27. Pitt JI. *The Genus Penicillium and its Teleomorphic States Eupenicillium and Talaromyces*. London: Academic Press, 1979.
28. Ramirez C. *Manual and Atlas of the Penicillia*. New York, NY: Elsevier Biomedical, 1982.
29. Pitt JI. *A Laboratory Guide to Common Penicillium Species*. 3rd ed. Australia: Food Science, 2000.
30. http://72.14.221.104/search?q=cache:XSRJwzXzaZcJ:www.cvm.umn.edu/academics/course_web/current/Cv6202M/pdf_files/mycologyI.pdf+%22fungusweb%22&hl=tr&gl=tr&ct=clnk&cd=8