

## Aspergillus Cinsi Küflerin Tanımlanması

Yrd. Doç. Dr. Ayhan TEMİZ

H.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü — ANKARA

### ÖZET

**Aspergillus** cinsi küflere pek çok ortamda yaygın olarak rastlanılmaktadır. Bazı türleri gıda maddelerinde bozulmalara neden olmakta bazıları ise gıda maddelerinde toksik metabolitler oluşturabilmektedir. Endüstriyel önemi olan birçok organik asit ve enzimlerin ve belirli bazı gıda maddelerinin üretiminde **Aspergillus** türlerinin tanımlanması genelde, makroskopik ve mikroskopik özelliklerinin belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Makroskopik özellikler, genellikle Czapek Agar besiyerlerinde ve 25 °C'de oluşturulan kültürler incelenerek belirlenmektedir. Mikroskopik özellikler ise, incelenen izolatın hazırlanan bir preparat üzerinde ve basit ışık mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

### THE IDENTIFICATION OF ASPERGILLI ABSTRACT

**Aspergillus** species are common contaminants of various substrates. Many of them are involved in the spoilage of foods. Several species can produce toxic metabolites in various foods. Some **Aspergillus** species are important for industrial applications in the production of organic acids or enzymes, and some are useful in the preparation of certain foods. The standard techniques for species identification in **Aspergillus** are based on the descriptions of macroscopic and microscopic characteristics. Macroscopic examinations are usually carried out on the cultures growing on Czapek Agar or Malt Extract Agar at 25 °C. Microscopic mounts are made with a dissecting microscope.

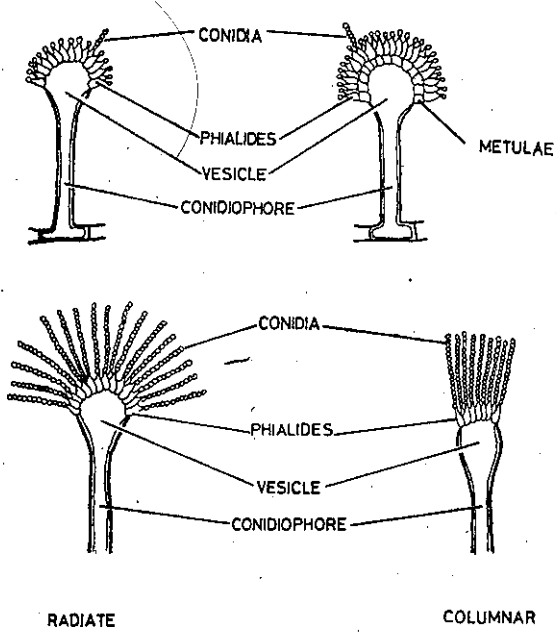
### GİRİŞ

**Aspergillus** cinsi küfler, bir ayak hücrelerinden yukarı doğru uzanan bir «conidiophore» ve bunun üst ucunda yer alan «conidial» kafa yapısı ile karakterizedirler. Conidial kafa, «vesicle», «phialide», «metulae» (bazı türlerde) ve bunların ucunda ard arda zincir gibi dizilmiş bir şekilde yer alan «conidium» lardan (çoğulu «conidia») oluşmuştur. Şekil 1'de de görülebileceği gibi bazı **Aspergillus** türlerinde

metulae tabakası yoktur ve phialiderler direkt olarak vesicle üzerinde yan yana sıralanmışlardır («uniseriate» yapı). Bazı türlerde ise, vesicle üzerinde bir metulae, bunun üzerinde de bir phialide tabakası yer alır («biseriate» yapı) (SAMSON ve ark., 1981; DOMSOH ve ark., 1980). Phialide, pek çok kaynaktan sterigma olarak geçmekte ve tek yada çift sıralı olarak gösterilebilmektedir (FRAZIER ve WESTHOFF, 1978; JAY, 1978; TÜRKER, 1974; RAPER ve FENNEL, 1965).

**Aspergillus**'lara doğada oldukça yaygın olarak hem her yerde rastlanılmaktadır. Bu küfler ılık iklim bölgelerindeki toprakta, kompostta, çürümekte olan bitkisel materyalde ve depolanmakta olan taneli bitkiler gibi çeşitli ortamlarda daha sık olarak görülmektedir (DOMSCH ve ark., 1980). Gıda endüstrisinde olumlu ya da olumsuz etkileriyle büyük bir öneme sahiptirler. **Aspergillus**'lar pek çok gıda maddesini yaşamları doğrultusunda kullanılarak gıda maddelerinde değişik derecelerde ve dönüşümsüz bozulmalara neden olabilmektedirler. Bu cinsin, yüksek şeker ya da tuz içerikli gıda maddelerinde üreyerek bozulma etmeni olabilen **A. glaucus** grubu gibi türleri de bulunmaktadır. Bozulmalar, gıdanın bileşiminde, görünüşünde, tadında ve kokusunda istenmedik belirgin değişiklikler şeklinde ortaya çıkmakta ve sonuçta önemli gıda kayıpları meydana gelmektedir (FRAZIER ve WESTHOFF, 1978; JAY, 1978). Diğer taraftan, belirli bazı **Aspergillus** türleri, üzerinde geliştikleri gıda maddelerinde genel olarak mikotoksin adı verilen toksik metabolitler oluşturabilmekte ve bu gıda maddelerinin tüketimlerini sağlık açısından sakıncalı hale getirebilmektedirler. Aflatoksinler, patulin, okratoksin A, sterigmatosistin **Aspergillus**'ların oluşturabildikleri önemli mikotoksinlerdir (ANONYMOUS, 1976).

Bu olumsuzluklarının yanı sıra, **Aspergillus**'lardan yararlanılan bazı durumlarda vardır. Çeşitli türleri kullanılarak elde edilen amilaz, selulaz, laktaz, pektinaz, proteaz, rennet, lipaz, glukoz oksidaz gibi enzimlerden,



Şekil 1. *Aspergillus* cinsi küflerin genel mikroskopik morfolojileri (SAMSON ve ark., 1981).

gıda endüstrisinde değişik amaçlara dönük olarak geniş ölçüde yararlanılmaktadır (RICHARDSON ve HYSLOP, 1985; PEKİN, 1982; FRAZIER ve WESTHOFF, 1978). Bazı *Aspergillus* türleri ise sitrik, asit, glukonik asit ve okzalik asit gibi organik asitlerin ticari olarak üretiminde kullanılmaktadır (FRAZIER ve WESTHOFF, 1978; PAMİR, 1977; TÜRKER, 1974). Diğer taraftan uzak Doğu ülkelerine özgü soysos, sake ve miso gibi gıda maddelerinin üretiminde de *Aspergillus*'lardan yararlanılmaktadır (FRAZIER ve WESTHOFF, 1978).

*Aspergillus* türlerinin üremeleri için gerekli olan minimum  $a_w$  değeri 0,85, optimum  $a_w$  değeri ise 0,98'dir (FRAZIER ve WESTHOFF, 1978). Diğer taraftan *A. glaucus* ve *A. restrictus* gibi bazı tür grupları osmofiliktir. Bazı türleri 35-37 °C'de, hatta bazıları daha yüksek sıcaklık derecelerinde iyi üreme gösterebilmektedirler. *A. fumigatus* ise termotolerant bir türdür (DOMSCH ve ark., 1980).

*Aspergillus*'ları sınıflandırmada temel olarak morfolojik karakterler dikkate alınmaktadır. Bu cinse ait 18 grup içinde 132 tür ve 18 varyete tarif edilmiş, bunlara daha sonra 42 tane daha eklenmiştir (SAMSON ve ark., 1981).

## TANIMLAMA

Daha öncede değinildiği gibi, *Aspergillus* cinsi küflerin gıda endüstrisinde olumlu ya da olumsuz yönde çeşitli etkileri bulunmaktadır. İnsan sağlığını da olumsuz olarak etkileyebilen *Aspergillus*'ların tanımlanması bu nedenle büyük bir önem kazanmaktadır. Genel olarak ele alındığında, bir gıda maddesinde veya bir gıda işletmesinde küf kontaminasyonu söz konusu olduğunda, önlemlerin alınabilmesi açısından ilk yapılacak işlem küflerin tanımlanmasıdır. Diğer taraftan, bir gıda maddesinde mikotoksin sorunu ile karşılaşıldığında, ilk aşamada toksinin belirlenmesi gibi oldukça zor, masraflı ve emek isteyen bir işlem yerine bu konuda bir ön fikir verebilecek küf tanımlaması yoluna gidilmesi daha yararlı görünmektedir. Enzim ve organik asitlerin üretimi gibi çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılacak küflerin seçimi ve uygulamanın başarısında da tanımlama önemli bir aşama olabilmektedir.

*Aspergillus* cinsi küflerin tanımlanabilmesi için genelde önce makroskopik daha sonra da mikroskopik özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir.

## MAKROSKOBİK ÖZELLİKLER

Bu amaçla daha çok Czapek Agar (CZA) ve Malt Ekstrakt Agar (MEA) besiyerleri kullanılmaktadır. Küf izolatlarından petrideki CZA veya MEA (% 2 sakaroz içerikli) besiyerlerine bir iğne öze yardımıyla «üç nokta» ekimi yapılarak petripler 25 °C'de 7 gün inkübe edilirler. Ancak bazı durumlarda inkübasyon 30, 37 ve 45°C'lerde de gerçekleştirilebilir. Diğer taraftan *A. penicillioides* ve *A. glaucus* grubu (*Eurotium* cinsi içinde) kserofilik türler için besiyeri bileşimindeki sakkaroz içeriği % 20-40 veya NaCl içeriği % 12-25 oranlarına yükseltilir (SAMSON ve ark., 1981; DOMSCH ve ark., 1980).

Tanımlamada yararlanılan önemli makroskopik özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

### Koloni Rengi :

*Aspergillus* cinsi küflerin koloni renkleri genelde üredikleri besiyeri çeşidine göre

de mavi-yeşil, *A. flavus* CzA ve MEA besiyer-değişebilmektedir. *A. clavatus* CzA besiyerlerinde tozlu siyah, *A. oryzae* CzA ve MEA besiyerlerinde açık kahrengimsi yeşil, *A. parasiticus* CzA ve MEA besiyerlerinde açık kahverengimsi yeşil, *A. parasiticus* CzA ve MEA besiyerlerinde açık sarı, pembe-kırmızı, koyu sarı veya portakal ya da sarımsı yeşil gibi farklı renklerde koloni oluşturmaktadırlar (SAMSON ve ark., 1981; DOMSOH ve ark., 1980). Diğer taraftan koloninin ilk günlerdeki rengi ile daha sonraki günlerde oluşan renkleri arasında farklılıklar de görülebilmektedirler. *A. candidus*'un CzA besiyerindeki (% 20 sakaroz içerikli) koloni rengi beyaz iken inkübasyon sonlarında krem veya sarımsı krem rengine dönmektedir. *A. wentii*'nin CzA ve MEA besiyerlerindeki başlangıç koloni rengi sarımsı olup, koloni rengi daha sonra kahverengi olmaktadır (DOMSCH ve ark., 1980). *A. terreus*'un CzA besiyerindeki koloni rengi ilk günlerde sarı-kahverengi iken, inkübasyonun uzamasıyla birlikte daha koyu bir renk almaktadır. *A. versicolor*'un koloni rengi beyazdan sarıya, portakal rengi-sarıdan sarı-yeşile dönüşmektedir. Bu renkler kırmızıdan pembeye kadar olan renklerle karışmış şekildedir (SAMSON ve ark., 1981).

#### Koloni Büyüklüğü (Çapı) :

*Aspergillus*'ların CzA ve MEA besiyerlerinde 25 °C ve 7 günde ulaştıkları koloni büyüklükleri türlerine göre, genelde 1.0 - 5.0 cm çap arasında değişmektedir. Örneğin; *A. candidus* yaklaşık 1.0-1.5 cm, *A. clavatus* 2.5-3.5 cm, *A. flavus* ve *A. fumigatus* 3.0-5.0 cm, *A. niger* 4.0-5.0 cm ve *A. parasiticus* 2.5-3.5 cm çaplara ulaşabilmektedirler. *A. candidus*, *A. flavus*, *A. fumigatus* ve *A. parasiticus*'un MEA besiyerindeki kolonileri daha çabuk gelişmekte, *A. candidus* ve *A. fumigatus*'ta ise daha yoğun bir sporlanma görülmektedir. MEA besiyerindeki *A. niger* kolonileri daha incedir, ancak sporlama daha yoğundur (SAMSON ve ark., 1981).

#### Koloni Yapısı :

*Aspergillus* cinsi küflerin CzA besiyerinde 25°C'de ve 7 günde oluşturdukları koloni yapıları türlere göre değişmekle birlikte daha

çok keçemsi bir görünümde olmaktadır. Genellikle, *A. clavatus* uzun mavi - yeşil, *A. flavus* sarı - yeşil, *A. fumigatus* kısa koyu yeşil renkli, *A. ochraceus* sarı, *A. oryzae* uzun açık kahverengimsi yeşil, *A. parasiticus* yeşil renkli conidiophore'larınınin oluşturduğu keçemsi, *A. terreus* ise sarı - kahverengi conidiophore'larının oluşturduğu keçemsi - kadifemsi görünümündedir. *A. niger* yoğun beyaz veya sarı keçemsi bir taban ve koyu kahverengiden siyaha değişebilen yoğun bir conidiophore tabakası şeklinde bir koloni yapısına sahiptir. *A. candidus* hava miselleri ile birlikte ince bir koloni oluşturmaktadır (SAMSON ve ark., 1981; DOMSCH ve ark., 1980). Diğer taraftan, kolonilerin etrafında sık olarak değişik renklerde kuşaklara da rastlanmaktadır (FRAZIER ve WESTHOFF, 1978). Örneğin *A. versicolor* koloni etrafında beyaz bir kuşak meydana getirebilmektedir (ACIR ve DEVELİOĞLU, 1987).

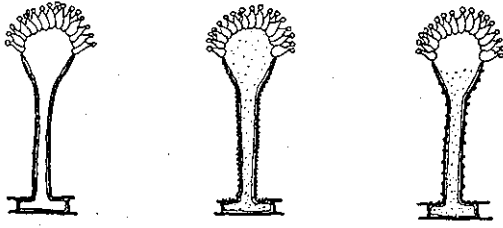
#### MİKROSKOBİK ÖZELLİKLER

Mikroskopik özelliklerin belirlenmesi için, izolatin uygun bir preparatı hazırlandıktan sonra basit ışık mikroskopunda incelemeye geçilmektedir. Preparat, bir lam üzerinde, anilin mavisi (eklenmeyebilir de) ve bir damla % 70 - 90'lık alkol eklenmiş laktik asit çözeltisi ile hazırlanabilir. Alkol hava kabarcıklarını uzaklaştırmak ve ışık conidium'ları ayırmak için kullanılmaktadır (SAMSON ve ark., 1981). Preparat hazırlamak için bir damla laktofenol-pikrik asit veya laktofenol cotton mavisi çözeltilerinden de yararlanılabilmektedir (HARRIGAN ve McCANGE, 1976). *Aspergillus* cinsi küflerin genel mikroskopik morfolojileri Şekil 1'de gösterilmiştir. Mikroskopta kullanılacak büyütme gücü türe ve türün incelenecek yapısına göre değişmektedir. Örneğin vesicie yapısı «radiate» (ışınsal) ve «columnar» (sütunsal) yapı düşük büyütme gücünde (X 10 ve X 40) incelenirken, conidia ve conidiophore («stipe») ile bunların duvar yapılarının özellikleri, phialide ve metulae gibi yapılar ise genelde X 100 objektifi ile incelenmektedir.

*Aspergillus* cinsine giren türlerin tanım lanmasında genel olarak dikkate alınan mikroskopik ölçütler aşağıda sıralanmıştır :

**Conidiophore :**

Conidiophore duvarının yapısı ile conidiophore'un uzunluğu ve rengi tanımlamada yararlanılan mikroskobik özelliklerdendir. Conidiophore duvarı; düz (pürüzsüz), az pürüzlü veya çok pürüzlü olabilmektedir (Şekil 2).



DÜZ

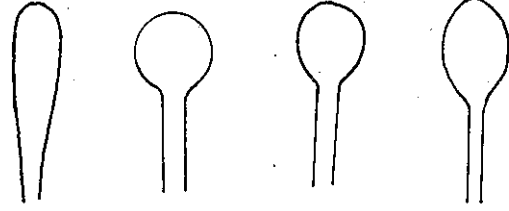
PÜRÜZLÜ

Şekil 2. Conidiophore'un farklı duvar yapıları (SAMSON ve ark., 1981).

*A. candidus*, *A. clavatus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. terreus* ve *A. versicolor*'un conidiophore'ları düz duvarlıdır. *A. flavus* oldukça pürüzlü, *A. tamarii* ise genellikle belirgin derecede pürüzlü conidiophore'a sahiptir. *A. ochraceus* ve *A. parasiticus*'un conidiophore'ları pürüzlü, *A. oryzae*'nin ise çoğunlukla pürüzlüdür (SAMSON ve ark., 1981). Conidiophore'un uzunluğu türlere göre değişmektedir. Örneğin, *A. clavatus* uzun (1.5 - 3.0 mm) (DOMSCH ve ark., 1980), *A. fumigatus* ise kısa conidiophore'a sahiptir. *A. clavatus*'u benzeri türlerden ayırmada önemli bir ölçüt conidiophore uzunluğudur. Ancak ışık, conidiophore uzunluğu üzerinde etkili olabilmektedir (SAMSON ve ark., 1981).

**Vesicle :**

*Aspergillus* türlerinin tanımlanmasında yararlanılan özelliklerden birisi olan vesicle, Şekil 3'de görüldüğü gibi «globose» (yuvarlak), «subglobose» (yuvarlağa yakın), «clavate» (uçu şişkin sopa şekli) veya ellipsoidal (oval) şekillerde olabilmektedir. *A. ochraceus* globose; *A. candidus*, *A. flavus*, *A. niger* ve *A. tamarii* globose - subglobose; *A. oryzae*, *A. parasiticus* ve *A. terreus* subglobose; *A. clavatus* ve *A. fumigatus* (daha genişçe) clavate ve *A. versicolor* subglobose - ellipsoidal vesicle'a sahiptir (SAMSON ve ark., 1981).



CLAVATE

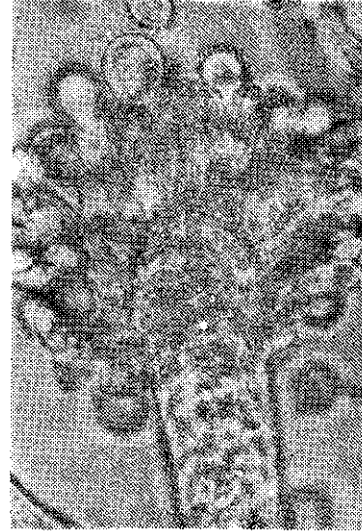
GLOBOSE

SUBGLOBOSE

ELLİPSİDAL

Şekil 3. *Aspergillus*'ların farklı vesicle yapıları (SAMSON ve ark., 1981).

Resim 1'de *A. glaucus*'un clavate vesicle yapısı görülmektedir.

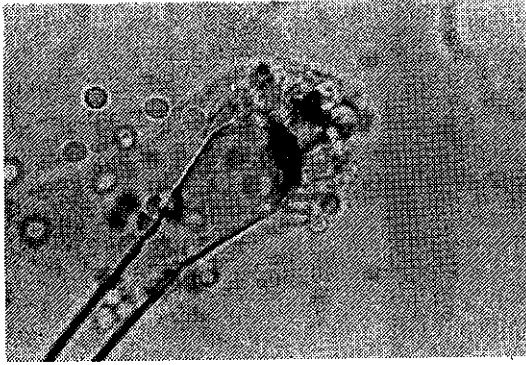


Resim 1. *A. glaucus*'un vesicle yapısı (Orjinal; S. Aykut Aytac ve Ayhan Temiz, H.Ü. Gıda, Müh. Böl., 1987).

**Phialide ve Metulae :**

*Aspergillus* türlerini birbirinden ayırmada en önemli ölçütlerden birisi, Şekil 1'de de görülebileceği gibi phialide'nin doğrudan vesicle üzerinde ya da metulae üzerinde yer almasıdır (SAMSON ve ark., 1981). *A. clavatus*, *A. fumigatus* (genellikle yeşil renkli) ve *A. parasiticus* (genellikle şeffaf veya soluk yeşil)'da phialide direkt olarak vesicle üzerinde yer almaktadır. *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. terreus* ve *A. versicolor*'da hem phialide hem de metulae bulunur. *A. niger*'in metulae'si şeffaf veya kahverengidir ve çoğunlukla da bölmelidir. *A. candidus*, *A. flavus*, *A. oryzae* ve *A. tamarii*'de phialide ya direkt olarak vesicle veya metulae üzerinde yer alabilmektedir. Phialide, *A. candi-*

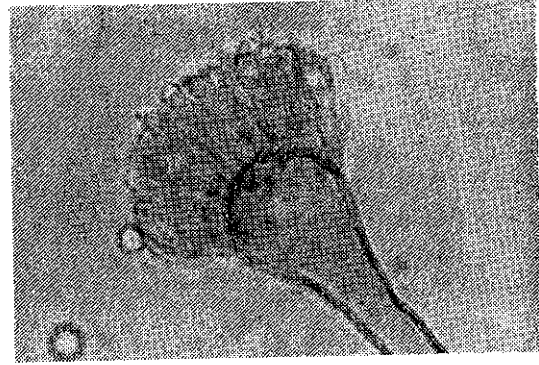
dus'da çoğunlukla metulae, *A. oryzae*'da ise çoğunlukla vesicle üzerindedir (SAMSON ve ark., 1981). Diğer taraftan phialide'nin şekli (şişe, silindirik gibi) tanımlamada gerektiğinde baş vurulan ölçütlerden birisi olabilmektedir (DOMSCH ve ark., 1980). Resim 2'de *A. fumigatus*'da phialide'nin yer alış şekli görülmektedir.



Resim 2. *A. fumigatus*'un phialide şekli (Orjinal; S. Aykut Aytay ve Ayhan Temiz, H.Ü. Gıda Müh. Böl., 1987).

#### Conidial Kafa Yapısı :

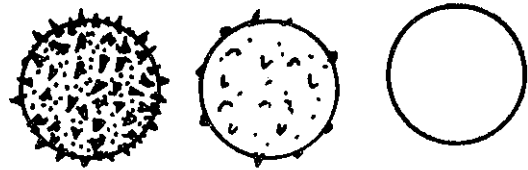
Conidial kafa yapısı *Aspergillus* türlerinin tanımlanmasında yararlanılan önemli özelliklerden birisidir. Şekil 1'de de görülebileceği gibi, conidial kafa yapısı radiate (ışınsal) veya columnar (sütunsal) olabilmektedir. Örneğin *A. candidus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. oryzae* (soluk yeşilimsi sarı, daha sonra kahverengi), *A. ochraceus*, *A. parasiticus* ve *A. tamarii*'nin conidial kafa yapısı tipik olarak ışınsal iken *A. fumigatus*, *A. terreus* (yoğun) ve *A. nidulans*'da bu yapı sütunsal şekilde olmaktadır. *A. clavatus*'un conidial kafa yapısı ise clavate şeklindedir. *A. candidus*'da bu yapı beyaz, daha sonra da krem renkli olup, taze izolatlarda yapışkan bir görünümündedir. *A. flavus* ve *A. niger*'in ışınsal conidial yapısı kültür yaşı ilerledikçe gevşek şekilde sütunsal bir yapıya dönüşebilmektedir. *A. parasiticus* direkt olarak vesicle üzerinde yer alan phialide ve ışınsal bir kafa yapısıyla karakterizedir. Sütunsal kafa yapısı olan *A. flavus* var. *columnaris* ile bu özelliğiyle ayrılır (SAMSON ve ark., 1981; DOMSCH ve ark., 1980). Resim 3'de *A. nidulans*'ın conidial kafa yapısı görülmektedir.



Resim 3. *A. nidulans*'ın conidial kafa yapısı (Orjinal; S. Aykut Aytay ve Ayhan Temiz, H.Ü. Gıda Müh. Böl., 1987).

#### Conidia :

Conidia, çeşitli şekil, büyüklük ve yapıda olabilmektedir. Conidia daha çok globose (*A. parasiticus*), globose - subglobose (*A. candidus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. tamarii*) veya ellipsoidal (*A. clavatus*) olabilmektedir. *A. oryzae* genç kültürlerde ellipsoidal, daha sonraları ise globose - subglobose conidia'ya sahiptir. *A. terreus*'un conidia'sı globose - ellipsoidaldir. Conidia'nın rengi, duvar ve iç yapısı da tanımlama da önemli olabilmektedir. *A. candidus* saydam ve düz duvarlı, *A. clavatus* yeşilimsi renkte ve düz duvarlı, *A. flavus* soluk yeşil renkli ve belirgin olarak dikenli, *A. fumigatus* yeşil renkli ve pürüzlü veya dikenli duvarlı, *A. niger* kahverengi ve belirgin dikenli duvar yapılı, *A. ochraceus* saydam, pürüzlü ya da düz duvarlı, *A. oryzae* yeşil renkli ve düz ya da pürüzlü duvarlı, *A. parasiticus* sarı - yeşil renkte ve belirgin pürüzleri olan duvarlı, *A. tamarii* kahverengimsi sarı renkte ve belirgin olarak dikenli, *A. terreus* ise şeffaf ya da açık sarı ve düzgün duvarlı conidia yapısına sahiptir. *A. flavus* ile *A. oryzae*'yı birbirinden ayırmada conidia'nın rengi ve pürüzlü olup olmamasının önemli bir ölçüt olduğu, ancak ayırımın yine de zor gerçekleştirilebileceği bildirilmektedir (SAMSON ve ark., 1981).



Şekil 4. Çeşitli conidia yapıları (SAMSON ve ark., 1981).

**Sclerotia :**

«Sclerotia», bazı küflerin değişik renk ve yapılar da, yoğun bir hif topluluğu şeklinde oluşturduğu bir dinlenme formudur. Bazı *Aspergillus* türlerinde de görülebilen bu yapı tanımlamada kullanılabilir. *A. candidus*'un oluşturduğu sclerotia kırmızısı mor-siyah renkli, *A. ochraceus*'un ise başlangıçta beyaz, daha sonra lavanta rengi ve mor renklindedir (SAMSON ve ark., 1981). *A. flavus*, bazen aşıktan koyuya doğru kırmızı ya da kahverenkli sclerotia yapısını 34°C'de ve % 3 sakaroz ile % 0.5 NaCl içeren besiyerlerinde oluşturmaktadır (DOMSCH ve ark., 1980).

**SONUÇ**

*Aspergillus* cinsi küflerin tanımlanması için, genelde yukarıda sıralanan makroskobik ve mikroskobik özelliklerinden yararlanılmaktadır. Bu derlemede, bu temel özelliklere sahip olabilen yalnızca belirli bazı *Aspergillus* türlerine yer verilebilmiştir. Bu konuda, daha kapsamlı bilgileri ve örnekleri içeren kaynaklara da baş vurulması yararlı olacaktır.

*Aspergillus* cinsi küflerin tanımlanmasında genel olarak bu derlemede belirtilen benzeri ölçütlerden yararlanılmaktadır. Ancak bununla beraber birçok araştırmacı tanımlanacak küfleri kendi ölçütlerine göre farklı yerlerde göstererek incelemeye alabilmektedirler.

**KAYNAKLAR**

- ACIR, R.M., DEVELİOĞLU, S. 1987. *Aspergillus* ve *Penicillium* cinsi küflerin tanımlanması, Mezuniyet Tezi. H.Ü. Gıda Müh. Böl., Ankara. 230 s.
- ANON. 1976. Microbiological aspects of food hygiene. s. 98-100. WHO Technical Report Series. No: 598. Geneva.
- DOMSCH, K.H., GAMS, W., ANDERSON, T.H. 1980. Compendium of soil fungi. s. 76-124, 264-269. Academic Press. London, New York, Toronto, Sydney, and San Francisco.
- FRAZIER, W.C., WESTHOFF, D.C. 1978. Food microbiology. s. 17-28. 407-415. Third edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- HARRIGAN, W.F., McCANCE, M.E. 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology. s. 107. Academic Press. London, New York, and San Francisco.
- JAY, J.M. 1978. Modern food microbiology. Second Edition. D. Van Nostrand Company. New York, 479 s.
- PAMİR, H. 1977. Fermentasyon mikrobiyolojisi. s. 102-117. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. No: 639. Ankara.
- PEKİN, B. 1982. Biyoteknoloji. s. 158-202. Ege Üniv. Kimya Fak. Ders Notları Yayın Çoğaltma. No: 29. İzmir.
- RAPER, K.B., FENNEL, D.I. 1965. The genus *Aspergillus*. s. 357. The Williams and Wilkins Company. Baltimore.
- RICHARDSON, T., HYSLOP, D.B. 1985. Enzymes. s. 428-432. Food Chemistry. Fennema, O.R. (ed.). Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.
- SAMSON, R.A., HOEKSTRA, E.S., van OOR-SCHAT, C.A.N. 1981. Introduction to food-borne fungi. s. 27-52. Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Baarn.
- TÜRKER, İ. 1974. Fermentasyon Teknolojisi. s. 43-46. Cilt 1. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. No: 553. Ankara.