

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**GIDA TEKNOLOJİSİ**

**GENEL MİKROBİYOLOJİ  
420YB0002**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. BAKTERİLER .....	3
1.1. Mikrobiyolojiye Giriş .....	3
1.1.1. Mikroorganizmalar .....	4
1.1.2. Mikroorganizmaları Sınıflandırma Sistematiği .....	5
1.1.3. Mikroorganizmaları İsimlendirme Sistematiği .....	6
1.2. Bakterilerin Hücre Yapıları .....	7
1.3. Bakterilerin Mikroskopta Görünüşlerine Göre (Morfolojik) Sınıflandırılmaları .....	10
1.4. Bakterilerin Gelişimine Etki Eden Faktörler .....	11
1.4.1. Hava (Oksijen) .....	12
1.4.2. Sıcaklık .....	12
1.4.3. pH Değeri .....	13
1.4.4. Su Aktivitesi .....	14
1.4.5. Ozmotik Basınç .....	14
1.5. Bakterilerin Çoğalmaları .....	15
1.6. Gıdalarda Bulunan Önemli Bakteriler .....	17
UYGULAMA FAALİYETİ .....	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	21
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2 .....	23
2. MAYALAR .....	23
2.1. Genel Özellikleri .....	23
2.2. Mayaların Mikroskopta Görünüşlerine (Morfoloji) Göre Sınıflandırılmaları .....	24
2.3. Mayaların İsimlendirilmesi .....	25
2.4. Mayaların Gelişimine Etki Eden Faktörler .....	25
2.5. Mayaların Çoğalması .....	26
2.5.1. Eşeyli Çoğalma .....	27
2.5.2. Eşeysiz Çoğalma .....	27
2.6. Gıdalarda Bulunan Önemli Mayalar .....	29
UYGULAMA FAALİYETİ .....	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	32
ÖĞRENME FAALİYETİ - 3 .....	34
3. KÜFLER .....	34
3.1. Genel Özellikleri .....	34
3.2. Küflerin Mikroskopta Görünüşlerine (Morfoloji) Göre Sınıflandırılmaları .....	35
3.3. Küflerin İsimlendirilmeleri .....	36
3.4. Küflerin Gelişimine Etki Eden Faktörler .....	37
3.5. Küflerin Çoğalması .....	37
3.6. Gıdalarda Bulunan Önemli Küfler .....	39
UYGULAMA FAALİYETİ .....	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	43
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	45
CEVAP ANAHTARLARI .....	46
KAYNAKÇA .....	47

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>420YB0002</b>
<b>ALAN</b>	<b>Gıda Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Genel Mikrobiyoloji</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Mikroorganizma çeşitleri ve özellikleri konularının anlatıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Mikroorganizmaları incelemek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile uygun ortam sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak mikroorganizmalar ve genel özelliklerini araştırabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bakterileri araştırabileceksiniz.</li><li>2. Mayaları araştırabileceksiniz.</li><li>3. Küfleri araştırabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	Sınıf, laboratuvar, öğrencinin kendi kendine ve grupla çalışabileceği ortamlar (kütüphane, internet vb.), kâğıt, kalem, DVD, projeksiyon, tepegöz, sınıf tahtası
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Mikroorganizmalar gözle görülemedikleri için varlıkları laboratuvar ortamı dışında gıdaya verdikleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmalar ile insanlarda neden oldukları hastalıklarla hissedilir. Mikroorganizmalar yine aynı sebeple halkın çoğu tarafından soyut bir kavram olarak algılanır. Bununla birlikte bitki, hayvan ve insanların yaşamlarını direkt olarak etkiler.

Teknolojik uygulamalarda mikroorganizmalar yararlı ve zararlı etkileriyle ele alınır. Yararlı etkileri kullanılarak çeşitli besinler hazırlanır veya üretilir. Zararlı etkilerinin de bilincine varılarak canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirme çabaları gıda teknolojisinde çalışan her insanın bilmesi ve uygulaması gereken önemli bir konudur. Gıdalardaki zararlı mikroorganizmalar insan sağlığının bozulmasına, zehirlenmelere, hatta bazı durumlarda ölümlere yol açmanın yanında ciddi anlamda ekonomik kayıplara da yol açar. Bu kayıplar bozulan gıdaların satış değerlerinin olmaması, imha edilmesi şeklinde direkt olabildiği gibi rahatsızlanan insanların iş gücü kayıpları, hastane bakım masrafları şeklinde endirekt tarzda da olabilir.

Bu modülde mikroorganizma kavramı ve mikrobiyolojinin çalışma alanı açıklanmıştır. Bakteri, maya ve küflerin genel özellikleri, gelişme şartları, gıdalar üzerindeki etkileri, mikroorganizmaların gıdalarda bulaşma şekil ve yolları ile olumsuz etkileri üzerinde durulmuştur. Uygulamalar ile de öğrenilen bilgiler pekiştirilmeye çalışılmıştır.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Uygun araç gereç ve ekipmanlar sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak bakterilerin genel özelliklerini inceleyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bakterilerin gıdalarda neden olduğu bozulmaları araştırınız.
- Araştırmalarınızı rapor hâline getirerek sınıfta arkadaşlarınızla yorumlayınız.

## 1. BAKTERİLER

### 1.1. Mikrobiyolojiye Giriş

Mikrobiyoloji bileşik bir sözcük olup Yunanca mikro, biyo ve loji sözcüklerinin birleşmesiyle oluşmuştur. Bu sözcüklerden mikro; gözle görülemeyecek kadar küçük, **biyo**; canlı, **loji de** bilim anlamına gelir.

Sözlük anlamı, “gözle görülmeyecek kadar küçük canlı bilimi”dir. Mikrobiyoloji biliminde mikroorganizmaların şekilleri, yapıları, çoğalmaları, fizyolojik ve biyokimyasal aktiviteleri incelenir.

Mikroorganizmaların doğada yayılışları, birbirleri ve diğer canlılar ile ilişkileri, zararlı ve yararlı etkileri ile mikroorganizmaların isimlendirilmeleri ve sınıflandırılmaları mikrobiyoloji kapsamına girer. Mikrobiyolojide incelenen bütün mikroorganizmalar aşağıdaki ortak özelliklere sahiptir.

- Üreme
- Besin maddelerini sindirme ve metabolize etme
- Artık maddeleri atma
- Çevre değişikliklerine tepki gösterme

Bu özellikleri yalnızca virüslerde farklıdır. Virüsler sadece canlı hücre içinde çoğalabilirler.

**Virüsler**; en küçük bakterilerin geçemeyeceği filtrelerden geçebilen, basit ışık mikroskopunda gözlenemeyen hücre içi parazitidir. Virüslerin çoğalmaları ancak canlı hücre içinde olur. Tam bir hücre organizasyonu gösteremez. Virüslerin bazıları yalnızca hayvan, bitki veya bakteri hücrelerini enfekte eder. Örneğin hepatit virüsü yalnızca insan

karaciğerinde enfeksiyona neden olur. Buna karşın kuduz virüsü, hem insan hem de değişik hayvanların sinir hücrelerini enfekte eder. Virüsler gıdalarda gelişemez ancak su ve gıdalar virüslerin taşınmasında vektör olarak görev yaparlar. Sindirim sistemi yoluyla alındığında insanlarda enfeksiyon hastalıklarına neden olan virüslere **enterik virüsler** denir. Enterik virüsler bağırsaklarda çoğalarak dışkı ile çevreye yayılır. İnsanlara gıda yoluyla geçen en önemli enterik virüsler Hepatit-A virüsü (sarılık etmeni) ve poliovirustür (çocuk felci etmeni).

Mikrobiyoloji doğal bilimler arasında genç bir bilim dalı olmasına rağmen kısa zamanda her yönüyle büyük gelişmeler göstermiştir. Bu hızlı gelişmenin sonucu olarak günümüzde çok farklı uğraş alanlarına yönelik, farklı ad ve kapsamda mikrobiyoloji dalları ortaya çıkmıştır.

Mikroorganizma grubu içinde yer alan ve farklı özelliklere sahip canlıları inceleyen bilim dalları ortaya çıkmıştır. Bunlar:

- **Bakteriyoloji:** Bakterilerin incelendiği uzmanlık alanıdır.
- **Mikoloji:** Maya ve küflerin birlikte incelendiği uzmanlık alanıdır.
- **Violoji:** Virüsleri inceleyen uzmanlık alanıdır.
- **Parazitoloji:** Parazitlerin yaşamını ve hastalık yapıcı özelliklerini inceleyen bilim dalıdır.
- Farklı uzmanlık alanlarında aşağıdaki bilim dalları ortaya çıkmıştır.
- **Tıbbi mikrobiyoloji:** Mikroorganizmaların insanlarla ilişkisini ve insanlara verdiği zararları araştırır.
- **Gıda mikrobiyolojisi:** Gıda üretim teknolojisinde mikroorganizmaların zararlı etkilerini engellemeyi ve yararlı etkilerinden faydalanarak gıda üretiminde kullanmayı amaçlar.
- **Teknik ve endüstriyel mikrobiyoloji:** Mikroorganizmaları kullanarak değişik besin maddelerinin üretimini, üretimde kullanılan kültür yöntemleri (peynir, yoğurt mayası gibi) ve tekniklerini, üretimde yeni yöntem ve tekniklerin geliştirilmesini, mikroorganizmaları zararlı etkilerden korunmada yararlanılacak uygulamaları, atıkların değerlendirilmesini, su ve atık arıtma işlemlerini kapsar.

### 1.1.1. Mikroorganizmalar

Gözle görülemeyen ancak mikroskopla görülebilen basit ve tek hücreli canlılara “**mikroorganizma**” denir.

Mikroorganizmalar doğada çok yaygındır. Mikroorganizma olarak isimlendirilen canlılar, gelişmiş canlılardan daha önce yeryüzüne yayılmışlarsa da çok küçük olmaları nedeni ile bunların doğrudan izlenip incelenebilmeleri için mikroskop ve mikroskoplama tekniklerinin gelişmesini beklemek gerekmiştir.

Canlılar alemini oluşturan varlıklar, yapıları ve diğer özellikleri dikkate alınarak üç büyük grupta toplanır. Bunlar;



- Bitkiler,
- Hayvanlar,
- Protistalar (mikroorganizmalar)dır.

Bilim adamları mikroorganizmaların beslenme, hareket ve hücre yapıları yanında, metabolik faaliyetlerindeki farklılıklar nedeniyle protista alemi (Yunanca ilkel hayvan) olarak ayrı bir sınıflandırmayı uygun bulmuşlardır.

Protistalar da hücre yapılarına göre ikiye ayırılmışlardır:

- **Yüksek protistalar:** Hücre yapıları bakımından hayvan ve bitkilere benzeyen **ökaryotik** canlılardır. Funguslar (küf ve mayalar), algler ve protozoalar bu mikroorganizmalara örnektir.
- **Basit protistalar:** Belirli bir çekirdek zarı ile çevrili, gerçek bir çekirdek içermeyen mikroorganizmalar ise prokaryotlar yani ilkel çekirdekli olarak tanımlanır. Bakteriler, mavi-yeşil algler ve virüsler bu gruba girer.

Bu mikroorganizma grupları içinde, gıdalarda önem taşıyan mikroorganizmalardan bakteriler, funguslar (küf ve mayalar) ve virüsler vardır. Birçok bakteri, küf ve maya gıdalarda biyolojik aktiviteye sahiptir. Bakteri, küf ve mayaların bazı türleri bitkisel ve hayvansal gıdalarda çoğalarak bu gıdaların bozulmasına ve bazen bu gıdaları tüketen insan ve hayvanlarda enfeksiyon hastalıklarına veya gıda zehirlenmelerinin ortaya çıkmasına neden olurken diğerleri fermente gıdaların ve alkollü içeceklerin üretiminde görev almaktadırlar.

### 1.1.2. Mikroorganizmaları Sınıflandırma Sistematiği

Mikroorganizmaları sınıflandırmada onların morfolojik, biyokimyasal, kültürel, serolojik, kimyasal, patolojik ve genetik özellikleri göz önüne alınır. Sınıflandırmada Linnaeus tarafından geliştirilen sistem kullanılır. Mikroorganizmalar; alem, bölüm, sınıf, takım, familya, cins ve tür gibi sıralamayla sınıflandırılır.

- **Alem:** Birbiri ile ilgili bölüm grubunu gösterir.
- **Bölüm:** Birbiri ile ilgili sınıf grubunu gösterir.
- **Sınıf:** Birbiri ile ilgili takım grubunu gösterir. Sınıf isimleri kelimenin sonuna “-tes” eki alır (zygomycetes gibi).
- **Takım:** Birbiri ile ilgili familya grubunu gösterir. Takım isimleri kelimenin sonuna “-ales” eki alır (eubacteriales gibi).
- **Familya:** Birbiri ile ilgili cins grubunu gösterir. Familya isimleri kelimenin sonuna “-aceae” eki alır (lactobacillaceae gibi)
- **Cins:** Birbiri ile ilgili tür grubunu gösterir.
- **Tür:** Tek bir canlıyı gösterir.
- **Alt tür:** Varyetedir (var olarak yazılır).

Cins ve tür isimleri belirli bir son ek almazlar.

Kökene, morfolojik özellikleri ve yapısal özellikleri aynı olan mikroorganizmaların oluşturduğu grup tür olarak adlandırılır. Türün altında varyete ve suş yer almaktadır.

Özellikleri birbirine benzeyen türler bir grupta toplanarak cinsleri oluşturur. Cinsler de önce kabileleri oluşturabilecekleri gibi doğrudan familyaları da oluşturabilir.

### 1.1.3. Mikroorganizmaları İsimlendirme Sistematiği

Mikroorganizmaların isimlendirilmesinde binominal sistem kullanılır ve Latince adlandırma yapılır. İki kelimededen oluşur.

- İlk kelime cins ismidir ve büyük harfle başlar. Cins isim kökenini genellikle mikroorganizmayı ilk bulan kişinin isminden; mikroorganizmanın morfolojik, fizyolojik, ekolojik ve biyokimyasal özelliklerinden alır.
- İkinci kelime tür ismidir ve küçük harfle başlar. Bu son isim, mikroorganizmanın çeşitli karakterlerini yansıtmaktadır (koloni rengi, yerleştiği yer, oluşturduğu hastalık, biçim, vb.).

Bu isimler, el veya daktilo ile yazıldığında altları çizilir. Matbaa veya bilgisayarda ise koyu renkte veya italik harfler ile (yatık olarak) yazılırlar.

#### Örnek:

- *Bacillus anthracis*
- *Bacillus cereus*
- *Bacillus subtilis*
- *Staphylococcus aureus*
- *Salmonella typhi*

Eğer diğer cinslerle karışmayacaksa cins isim ilk veya birkaç harf yazılarak kısaltılabilir.

#### Örnek:

- *B. anthracis*
- *B. cereus*
- *S. typhi*
- *Staph. aureus* (veya *S. aureus*)

Yukarıda verilen bakteri türü örneklerinde “*Escherichia coli*” isminde;

Birinci kelime **Escherichia**, bu bakteriyi ilk defa tanımlayan bilim adamı Escherich'in adı; tür ismini oluşturan **coli** de bu bakterinin yaşadığı kalın barsağın (colon) adıdır.

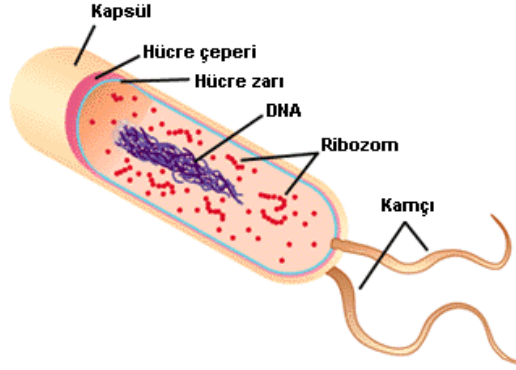
İkinci bakteri türü örneği “Staphylococcus” isminde ise;

Birinci kelime **staphylococcus** üzüm salkımı, ikinci kelime **aureus** altın sarısı anlamındadır. Nitekim bu bakteri, mikroskop altında üzüm salkımı şeklinde görülür, besiyerlerinde altın sarısı renginde koloniler oluşturur.

## 1.2. Bakterilerin Hücre Yapıları

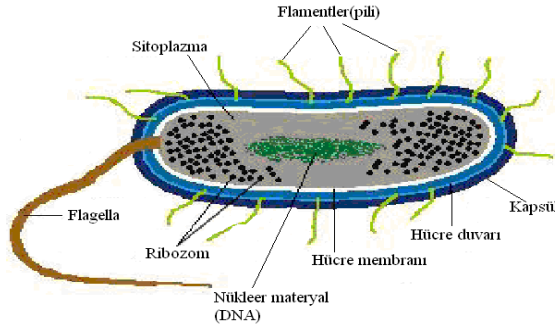
Prokaryotik özellik gösteren bakteriler, doğada toprak, su, hava, bitki, hayvan gibi her yerde bulunabilmektedir.

Bakterilerin büyük çoğunluğu tek hücrelidir ve bölünerek çoğalır. Besinsel gereksinimleri basittir ve çevresel koşullara hızlı uyum yeteneğindedir. Uzunlukları 2 – 10  $\mu$  çapları 0,5 – 2,5  $\mu$  arasında değişir.



### ➤ Bakteriyel ana yapılar:

- Kapsül
- Hücre çeperi (duvarı)duvarı
- Stoplazma membranı (Hücre zarı)
- Flagella ve (filament) pililer (kamçı)
- Endospor
- Depo besin maddeleri
- Ribozomlar ve bakteriyel kromozom (Belirli bir zarla çevrili gerçek çekirdekleri yoktur. Stoplazmanın herhangi bir yerinde yoğunlaşmış çekirdek materyali bulunur.)



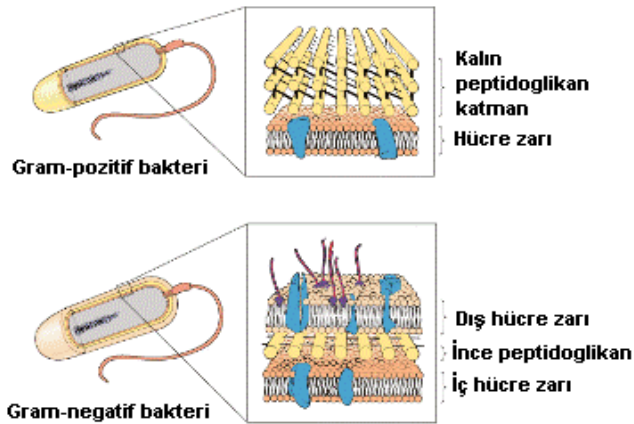
**Şekil 1.1: Bakteri hücresi**

Bakteriyel ana yapıların görevleri ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

- **Hücre duvarı:** Stoplazmanın etrafını saran, zayıf olan iç kısımları ve organelleri dış etkilerden koruyan ince, yarı katı ve kuvvetli bir tabakadır.
  - Hücrenin karakteristik şeklinden sorumlu olan bu tabaka yarı geçirgen bir yapıdadır.
  - Bu yapı ortamdaki gıda maddelerinin hücre içine geçmesinde metabolizma atıklarının da dışarı atılmasında rol oynar.

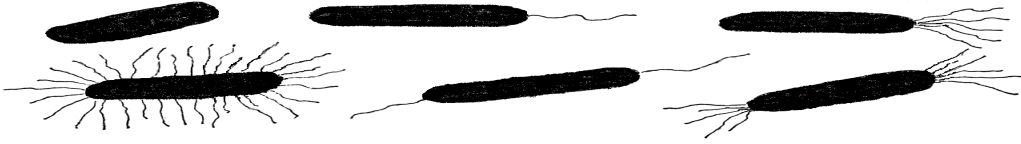
Hücre duvarı, bakteriler için özel önemi olan gram boyamada etkilidir. Bakterilerin gram boyama karşısındaki reaksiyonun nedeni hücre çeperinin yapısı (murain ağı) ile ilgilidir.

- Gram boyamada kristal viyole ile boyanan ve mor renk görünen bakteriler gram pozitif,
- Safraninle boyanan pembe renk veren bakteriler ise gram negatif olarak sınıflandırılır.



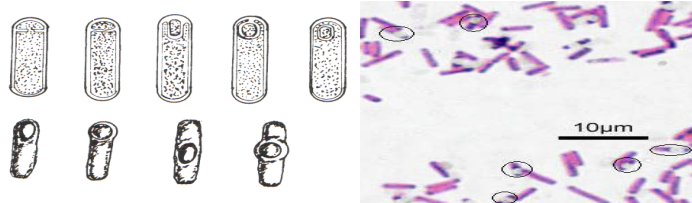
**Şekil 1.1: Gram –pozitif ve gram negatif bakteri hücre yapısı**

- **Stoplazma zarı:** Hücre duvarının hemen altında bulunan bu zar stoplazmayı sarar ve korur. Hücre duvarına göre daha incedir. Bu zarın herhangi bir zarar görmesi bakterinin ölümüne yol açar.
- **Stoplazma:** Fiziksel olarak berrak, hafif yapışkan bir sıvıdır. Fonksiyon bakımından hücrede meydana gelen kimyasal reaksiyonların olduğu, hücrenin yapı maddelerini sentezlendiği yerdir.
- **Çekirdek:** Bakteri hücresinin çekirdeği DNA (deoksiribonükleik asit) ve az miktarda RNA (ribonükleik asit) dan ibarettir. Stoplazma içinde bunların fazla bulunduğu yerlere çekirdek bölgesi adı verilir. Çekirdek zarı ve çekirdekçik bakterilerde bulunmaz.
- **Ribozom:** Bakterilerde bulunan tek organeldir. Protein sentezi yapar.
- **Kamçı (flagella):** Bakterilere özgü ve hücrede hareketi sağlayan bir yapıdır. Flagella tek veya daha fazla sayıda olabilir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Bakterilerde kamçı yerleşim şekilleri

- **Kapsül:** Hücresel fonksiyonlar için gerekli değildir. Ancak bulunduğu bakteride depo besin maddelerinin biriktirilmesi ve metabolik atıkların atımında rol oynar.  
Kapsül oluşturan bakterilerin gıdada gelişmesi sonucu yapışkanlık (rop) oluşur. Ayrıca kapsül varlığı bakterilerin enfeksiyon etkinliğini arttırmaktadır.
- **Endospor:** Bazı bakteriler hücre içinde, çevre koşullarına oldukça dayanıklı spor meydana getirirler. Buna **endospor** denir (Şekil 1.3). Vejetatif hücre yaşamını devam ettirmek ve bölünerek neslini sürdürmek için endospor oluşturmaya yönelir. Bakteriler besin yetersizliği, çeşitli fiziksel ve kimyasal etmenler ve çevre koşullarındaki olumsuzluklar karşısında spor oluşturur. Endospor oluşumu bir çoğalma şekli değildir ancak neslin korunmasını sağlar. Gıdalarda bacillus ve clostridium cinsleri endospor oluşturan önemli bakteri cinsleridir.



Şekil 1.3: Endospor oluşumu ve şekilleri

### 1.3. Bakterilerin Mikroskopta Görünüşlerine Göre (Morfolojik) Sınıflandırılmaları

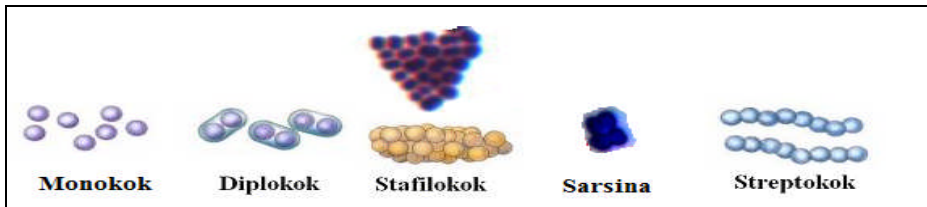
Mikroorganizmaların boyutları mikron ile ifade edilir. Bir mikron mm'nin 1/1000'ni ifade eder. Hücre içi organelleri çok daha küçüktür ve bunların boyutları milimikron= $\mu\text{m}$  veya nanometre= $\text{nm}$  ile belirlenir. Bu ölçü birimi ise mikronun 1/1000'dir.

Bakteri hücreleri genellikle yuvarlak (kok), çubuk (basil) ve sarmal (spirillum veya spiroket) olmak üzere üç farklı şekilde bulunur.

- Yuvarlak şekilli bakteriler: Yuvarlak şekilde olan bakterilere kok adı verilmiştir. Kokların hücre çapı 0.5 mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) veya altına inerken bazılarında 1.2 mikrometreye ( $\mu\text{m}$ ) kadar çıkabilmektedir.

Bunların bölünmesinden sonra yan yana veya dizilişlerine göre de yeniden isimlendirme yapılmaktadır.

- Bölündükten sonra birbirinden tam olarak ayrılan koklara monokok, adı verilir.
- Bir yönde bölündükten sonra iki kardeş hücre aralarında bir bağla yapışık kalırsa çift olarak görünür ve diplokok adı verilir.
- Bakteriler birbirlerine dikey yönde bölünürse dördü koklar yani tetrakok oluşturur.
- Eğer bölünme birbirine paralel ve devamlı ise tespih gibi kısa veya uzun zincirler hâlinde streptokok oluşur.
- Kokların bölünmesi birçok yönde ise irili ufaklı düzensiz gruplar hâlinde, üzüm salkımı şeklinde stafilokok meydana gelir.
- Paket biçiminde kübik kok yığınları hâlinde görünen bakterilere ise sarsina adı verilmektedir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Kokların morfolojik görünüşü

Çomak şekilli bakteriler: Bu tür bakterilere basil adı verilir. Bunlar silindirik olup boyları enlerinden daha fazladır. Çomak hücrelerinin kalınlığı 0.4 -1.0  $\mu$ , boyları ise 1.5 – 5  $\mu$  arasında değişirse de bazı türlerde 30 – 40  $\mu$  hatta 100  $\mu$ 'a kadar varan hücelere de rastlanabilir. Zincir biçiminde veya uç uca dizilebilir. Bakteri cins ve türüne bağlı olarak kısa, uzun, ince ve kalın çubuklar şeklinde farklılıklar gösterir.



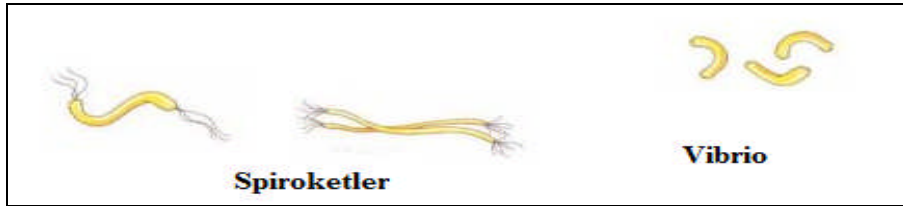
**Resim 1.1: Basil**

- Çomak şeklinde, boyları enlerine yakın olan, elipsoid bakteriler **kokobasil**,
- İki kenarı dışbükey, uçları sivri görünümlü iğ biçimindeki bakteriler fuziform,
- Uç ve ortaları şişkin olanlar difteroid,
- Birbirine değecek şekilde, tek tek zincir oluşturanlar da streptobasil olarak tanımlanır.



**Şekil 1.5: Basillerin morfolojik görünüşü**

- **Sarmal şekilli bakteriler:** Yalnız bir kıvrımlı olabildiği gibi, 10 – 15 kıvrımlı olanları da vardır. İki gruba ayrılır.
  - İlk grupta vücutları kıvrılabilen, bükülebilen ve yılanı hareket eden bakteriler yani spiroketler,
  - İkinci grupta ise sert vücutlu, kıvrılmayan yani vibriolar vardır.



**Şekil 1.6: Sarmal şekilli bakterilerin morfolojik görünüşü**

## 1.4. Bakterilerin Gelişimine Etki Eden Faktörler

Bakterilerin gelişimine; hava (O<sub>2</sub>), sıcaklık, ortamın asitliği (pH), su aktivitesi ve ozmotik basınç etki eder.

### 1.4.1. Hava (Oksijen)

Mikroorganizmaların çoğalmaları için en önemli gaz oksijendir. Oksijene olan ihtiyaçlarına göre bakteriler dört grupta incelenir (Şekil 1.5).

- **Aeroplara:** Bu bakterilerin çoğalmaları için oksijenli ortamda bulunmaları zorunludur (asetik asit bakterileri gibi).
- **Anaeroplara:** Bu bakteriler oksijenli ortamda çoğalamaz. Bunlara mutlak anaeroplara bakteriler de denir (clostridium cinsi türleri gibi).
- **Fakültatif anaeroplara:** Oksijenli ve oksijensiz ortamda çoğalma ve metabolik etkilerini sürdürme yeteneğindedir (laktik asit bakterileri gibi).
- **Mikroaerofil:** Çok az miktardaki oksijen yoğunluğunda üreyen bakterilerdir.

Aeroplara	Gelişimi için mutlak oksijene gereksinim duyarlar. Bacillus, Pseudomonas
Anaeroplara	Sadece oksijensiz ortamda gelişebilirler. Clostridium
Fakültatif anaeroplara	Her ortamda gelişebilirler. Enterobacteriaceae
Mikro aerofilikler	Sadece azaltılmış oksijen bulunan ortamlarda gelişebilirler. Campylobacter

### 1.4.2. Sıcaklık

Her mikroorganizmanın gelişebildiği minimum sıcaklık (gelişebildiği en düşük sıcaklık), optimum sıcaklık (en hızlı gelişebildiği sıcaklık), maksimum sıcaklık (gelişebildiği en yüksek sıcaklık) vardır. Optimum sıcaklık her zaman maksimuma daha yakındır. Bu üç ısıya ana (cardinal) sıcaklıklar denir. Bu sıcaklıklar mikroorganizmanın çeşidine göre değişir. Maksimum sıcaklığın üzerinde mikroorganizmanın içindeki proteinler denatüre olur.

Bakteriler sıcaklık isteklerine göre üç grupta toplanır.

- **Soğuk seven (psikrofil) bakteriler:** 7°C ve altında gelişebilen bakteriler de bu grupta isimlendirilir. Üreme ısıları en düşük 0°C, en uygun sıcaklık ise 15-20°C arasındadır.
  - Gıda mikrobiyolojisi yönünden büyük önemi olan çoğu mikroorganizmalar bu gruba girer.
  - Soğuk seven bakterilerin enzimleri, -5°C ile +20°C arasında faaliyet gösterebilir.
  - Soğuk seven bazı bakteriler buzdolabı sıcaklığında (+4°C) kolaylıkla üreyebilir ve gıdaları bozabilir.
  - Soğuğa karşı toleranslı mikroorganizmalar, 0°C'de gelişebilir fakat optimum sıcaklıkları 20-40 °C'dir.



- Toprakta, sudan ve buzdolabında saklanan süt ürünlerinden, sirkeden, sebzelerden ve meyvelerden izole edilebilir.
- **Ilık seven (mezofil) bakteriler:** Doğadaki mikroorganizmaların çoğu mezofiliktir. Optimum üreme sıcaklığı 25°C-45°C dir. En uygun üreme sıcaklıkları ise 30-40°C arasındadır.
  - Patogen bakterilerin çoğu bu gruba girer. İnsan ve hayvanlarda hastalık yapan bakterilerin büyük bir kısmı da bu gruba dâhildir.
  - Mezofil bakteriler, 65°C'de 20 dakikada ve pastörizasyon sıcaklığında (70°C'de) 1 dakikada ölür.
- Sıcak seven (termofil) bakteriler: Optimal sıcaklıkları 45°C üstünde olan organizmalara termofilik mikroorganizmalar denir. 80°C olanlara ise hipertermofiller denir. Gelişme ve üreme sıcaklıkları 50-60°C arasındadır.
  - Bu gruba giren bakterilerin sporları pastörizasyon sıcaklığına dayanıklıdır. Sütlerin pastörizasyonundan sonra da ısıya dayanıklı birçok mikroorganizmalar canlı kalır.
  - Konserve gıdaların sterilizasyonu bu nedenle önem kazanmaktadır.

Mikroorganizmalar	Minimum	Optimum	Maksimum
Listeria monocytogenes	0	28	45
Aspergillus flavus	3	25	44
Bacillus cereus	3-4	30	48
Vibrio parahaemolyticus	5	37	43
Salmonella	5	37	46
Staphylococcus aureus	7	37	48
Escherichia coli	<10	30-42	44
Clostridium perfringens	30	42	45

**Tablo 1.1: Bazı bakterilerin üreme sıcaklıkları**

### 1.4.3. pH Değeri

Her mikroorganizmanın gelişebildiği bir minimum ve optimum pH değeri vardır. Genel olarak bakterilerin gelişebildiği pH aralığı küf ve mayalara göre daha dardır. Bakteriler gelişecekleri ortamın pH'ı açısından daha seçicidir. En seçici olanlar ise patojenik bakterilerdir. Bakteriler nötr veya hafif asidik ortamlarda genel olarak mayalara göre daha hızlı ürerler. Bakterilerin gelişebildiği pH aralığı 4,5-9,0 arasındadır. Optimum gelişme pH'ları ise 6,5-7,5 arasındadır.

Çoğu bakteriler en iyi 6-7 pH aralığında çoğalır. Patojen bakteriler pH 4.6'dan daha düşük ortamlarda çoğalamaz.

#### 1.4.4. Su Aktivitesi

Bir maddedeki suyun nispi mevcudiyetinin ifadesidir. Gıdalardaki suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmaktadır. Bağlı nem ortamın nemidir. 1-100 oranında değişir su aktivitesi ise 0-1 oranında değişir.

Gıdalarda bozulmalara neden olan bakterilerin su aktivitesi 0,90'dır. Halofilik (tuzluluğa dayanıklı) bakterilerin su aktivitesi 0.75'tir. Patojen bakteriler genellikle 0,9-1,0 su aktivitesi arasında çoğalır. Su aktivitesi değeri 0,60'ın altındaki gıdalarda mikrobiyal aktivite yoktur.

Bazı bakterilerin gelişmesi için ihtiyaç duydukları minimum su aktiviteleleri:

- **Campylobacter-0.98**
- **Escherichia-0.93**
- **Salmonella-0.93**
- **Bacillus-0.90**
- **Staphylococcus-0.85**
- **Vibrio-0.86**

Gram negatif basiller ve clostridium cinsine dâhil mikroorganizmalar, 0,95 su aktivitesi değerinin altında çoğalmazlar. Stafilokoklar 0,86 su aktivitesi değerine sahiptir. Anaerob ortamda ise aynı bakteri 0,90 gibi bir değere sahiptir. Birçok küf ve mantar, bakterilerden daha düşük su aktivitesi değerine sahiptir.

Mikroorganizmalar için mevcut olan suyun miktarı ortama şeker ve tuz katıldığında azalır. Yani su aktivitesi gıdanın yüzeyinde mikroorganizmanın kullanabileceği sudur. Su aktivitesi osmotik basınçla ters orantılıdır. Eğer ortam yüksek osmotik basınca sahipse ortamın su aktivitesi düşüktür. Mikroorganizmalar düşük su aktiviteli ortamda ancak içlerindeki erir madde konsantrasyonunu artırarak yani içlerini daha hipertonic yaparak dışarıdan su çeker. Bu amaçla bakteriler kolin, prolin, glutamik asit ve diğer amino asitleri ya dışarıdan taşır ya da kendisi sentezler.

#### 1.4.5. Ozmotik Basınc

Mikroorganizmaların gelişmelerinde önemli çevre koşullarından biri de mikroorganizmanın bulunduğu ortamın ozmotik basıncıdır.

Mikroorganizmaların en iyi üreyebildikleri ortamın ozmotik basıncı, bakteri içindeki ile aynı veya çok az farklıdır. Böyle ortamlarda bakteri zarlarından giriş ve çıkışlar kolaylıkla olur ve bakteri gelişmesine ve üremesine devam eder.

Mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen diğer önemli faktör ise su ve su mevcudiyetidir. Su mevcudiyeti çevrede bulunan suyun ve su da çözünmüş olan şeker, tuz gibi erir maddelerin konsantrasyonuna da bağlıdır. Çünkü bu erir maddelerin suya karşı ilgileri fazladır. Su bunlarla birleştikten ortamda mikroorganizmanın faydalanacağı su kalmaz.

Eğer ortamın ozmotik basıncı azalmış ise böyle durumlarda dışardan bakteri içine fazla sıvı girerek bakteriyi şişirir ve olay devam ederse bakteriyi patlatır. Bunun tersi durumlarda ise bakterinin içinden dışarı çıkan fazla sıvının çıkması sitoplazmik membranın hücre duvarından ayrılarak büzülmesine ve ortada toplanmasına neden olur.

Bakterinin gelişeceği ortamdaki erir madde oranı arttıkça ortamdaki su oranı azalır (reçeller, turşular gibi). Mikroorganizmalar içlerinde compatible maddeler sentezleyerek iç yoğunluklarını dışarı ortamlardan daha yoğun yaparlar ve bu durumlarda da dışarıdan su çekebilirler. Bazı mikroorganizmalar düşük su potansiyellerinde bazıları ise yüksek oranda tuz içeren ortamlarda gelişir.

- **Halofilik bakteriler:**Tuzlu ortamlarda yaşayan bakterilerdir. Tuzsuz ortamlarda gelişemezler. Az derecede halofilikler (%1-6 NaCl), orta derecede halofilikler (%6-15 NaCl) ve aşın halofilikler ( %15-30 NaCl) olmak üzere üç gruba ayrılırlar. Tuza toleranslı olan mikroorganizmalar ise hem tuzlu ortamda hem de tuzsuz ortamda gelişebilen mikroorganizmalardır.

## 1.5. Bakterilerin Çoğalmaları

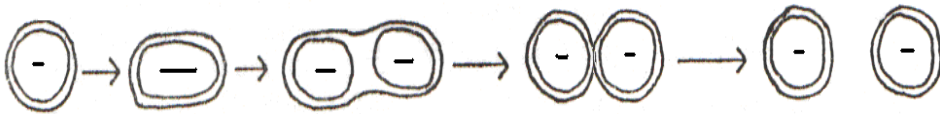
Canlıların soylarını sürdürmek amacıyla kendilerine benzer yapı ve özelliklerde yeni canlılar oluşturmalarına **üreme** veya **çoğalma** denir.

Mikroorganizmalar üredikçe ortamda bulunan gıdalar azalır bittiği gibi birçok toksik maddenin birikmesi, pH düşmesi ve çevresel faktörlerde oluşan değişimler üremeyi sınırlandırır ve durmasına neden olur.

Bazı bakteriler en yüksek üreme noktasına 24 saatte, bazıları da daha geç ulaşır.

Bakteriler de diğer mikroorganizmalarda olduğu gibi eşeyli ve eşeysiz çoğalabilen canlılardır.

Bakteriler çoğunlukla ikiye bölünerek ürer. Önce bakteri hücresinin boyu uzar ve hücre zarı ortadan içeri doğru daralarak iki eşit yarıya bölünür. Bölünen hücreler birbirinden ayrılarak iki yeni karakteri ortaya çıkarır (Şekil 1.6). Buna eşeysiz üreme şekli denir.



Şekil 1.6: Koklarda eşeysiz çoğalma

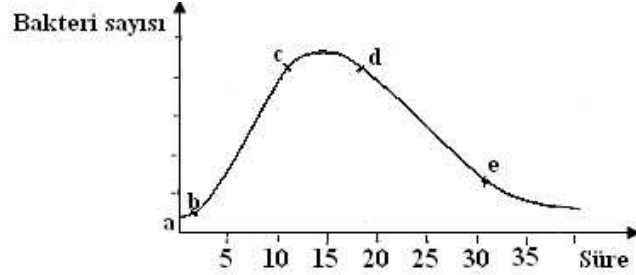
**Eşeyli üreme** şeklinde ise aynı türden fakat farklı özellikteki bakterilerin bir süre birleşmeleri sonucu her ikisinin ortak özelliklerini taşıyan yeni hücreler oluşur.

Bakteriler en iyi koşulları içeren ortamda geometrik tarzda çoğalır. Yani iki katlı bir bölünme gösterir (1→2→4→8→16→32→..... gibi).

Bakteri artışında meydana gelen her bir bölünmeye **generasyon**, üreme için geçen süreye de **generasyon süresi** denir.

Bakteri cinsine göre her bölünme arasındaki süre 20 dakika olabileceği gibi 24 saat veya daha uzun olabilir.

Bakterilerin çoğalmaları, dönem dönem incelenirse aşağıdaki grafik elde edilir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7: Bakterilerin çoğalma grafiği

a-b = Başlangıç( latent) dönemi  
b-c = Hızlı (logaritmik) üreme dönemi  
c-d = Durma dönemi  
d-e = Ölüm dönemi

- **Başlangıç (latent) dönemi (a-b aralığı):** Bakteriler çoğalacakları uygun ortama ekilirse önce buldukları ortama alışmaya çalışır. Bu dönemde üreme olmadığından sayıca da bir artış olmaz. Yoğun metabolik aktivite söz konusudur. Bakterilerin gelişmesi için ön hazırlık dönemidir. Başlangıç dönemi grafikte a-b harfleriyle gösterilmiştir.
- **Hızlı (logaritmik) üreme dönemi (b-c aralığı):** Bu dönem bakterilerin bölünerek sayılarının artmasıyla başlar. Yüksek sayıda mikroorganizma meydana gelir. Bu dönemdeki kültürlerin sayımları yapıldığında üreme eğrisi düz veya dik bir durum gösterir.
- **Durma dönemi (c-d aralığı):** Ortamdaki besin maddelerinin azalması, metabolik artıklar ve pH'ın elverişsiz hâle gelmesi nedeniyle mikroorganizmaların üremeleri yavaşlar. Çoğalmalarında durma görülür.
- **Ölüm dönemi (d-e aralığı):** Canlı bakterilerin sayısının azaldığı dönemdir. Ortamda hem besin kalmaması hem de maddelerin zehirli etkisiyle bakteriler ölmeye başlar

Dolayısıyla mikroorganizmaların çoğalmalarına besin ögelerine olan ihtiyaçları ve çevreyle ilgili etkenler etki eder.

## 1.6. Gıdalarda Bulunan Önemli Bakteriler

Gıdalarda bozulmaya neden olan ve çeşitli zehirlenmelere, hastalıklara yol açan en önemli bakteri cinslerinden bir kısmı aşağıda verilmiştir. Bunların içinde bazılarının gıdalarda bulunmaları özellikle istenmez.

- **Bacillus:**
  - Çoğunlukla aerop veya fakültatif anaerop, çubuk şeklinde endospor oluşturabilen, çoğu türü hareketli gram pozitif bakterilerdir.
  - Toprak, su, bitkiler ve çeşitli gıdalarda yaygın olarak bulunur.
  - Çoğunluğu mezofil olmakla birlikte psikrofil ve termofil türleri vardır. Sporlarının ısıya çok dayanıklı olması nedeniyle termofilik türler özellikle konserve endüstrisinde büyük önem taşır (B.coagulans ve B.stearothermophilus gibi).
  - İnsan, sığır ve koyunlarda şarbon hastalığına neden olan B.anthraxis patojen bir türdür.
  - Gıda maddelerinde endotoksin oluşturarak zehirlenmelere yol açan B.cereus da bu cins içinde yer alır.
- **Clostridium:**
  - Anaerop, çubuk şeklinde, ısıya dayanıklı endospor üretebilen ve çoğu hareketli gram pozitif bakterilerdir.
  - Doğada çok yaygın olarak toprak, su ve insanların bağırsak sistemlerinde bulunur.
  - C.botulinum, düşük asitli konserve gıdalarda gelişerek botulismus ismiyle tanınan zehirlenmeye neden olur. Diğer bakteri toksinlerinden çok daha öldürücü olması nedeniyle önem taşır.
  - Bu gruba giren bakteriler protein ve karbohidratları parçalayarak bütirik asit, asetik asit, etil alkol, CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> oluşturarak gıdalarda bozulmalara neden olurlar.
  - Konserve gıdalarda bombaja neden olurlar (C.butyricum gibi).
  - C.perfringens, kirli yaralarda gelişerek gazlı kangrene ve özellikle et ürünlerinde gelişerek gıda zehirlenmelerine neden olur.
- **Escherichia:**
  - Fakültatif anaerop, hareketsiz veya hareketli, kısa çubuk şeklinde gram negatif bakterilerdir.
  - En önemli türü E.coli, doğal olarak insan ve hayvanların bağırsak florasında bulunup buradan da su, toprak ve diğer yerlere bulaşır. Bu nedenle de gıdalarda ve sularında E.coli bulunması fekal bulaşmanın bir göstergesi açısından önemlidir.

- Gıda maddelerinde sık olarak görülür. Bu bakteriler asit oluşturur ve gaz yapabilir.
- **Salmonella:**
  - Gram negatif, hareketli, aerop ve fakültatif anaerop, çubuk şeklinde bakterilerdir. Spor oluşturmazlar.
  - Doğal olarak insan ve hayvanların bağırsaklarında ve kanalizasyon sularında bulunur.
  - Bütün türleri insanlar için patojendir. İnsanlarda bağırsak enfeksiyonuna neden olurlar.
- **Shigella:**
  - Gram negatif, hareketsiz, fakültatif anaerop ve çubuk şeklinde bakterilerdir.
  - Kanalizasyon suları ve insan bağırsağında bulunur. İnsanlarda bağırsak enfeksiyonlarına neden olur.
  - Glikozu fermente ederek asit üretirler.
- **Staphylococcus:**
  - Gram pozitif, aerop veya fakültatif aerop hareketsiz ve sporsuz kok şeklinde bakterilerdir.
  - En önemli türleri S.aureus ve S.epidermidistir. Her iki tür de insan ve hayvanların deri ve burun florasında doğal olarak bulunur.
  - S.aureus insan ve hayvanlarda apseli enfeksiyonlara ve hayvanlarda mastitise neden olurlar.
  - S.aureus suşlarının gıdalarda gelişmesi sırasında ürettikleri toksinlerin vücuda alınması ile görülen hastalık en yaygın olan gıda zehirlenmelerinden biridir.
- **Streptococcus:**
  - Gram pozitif, çoğu fakültatif anaerop bakterilerdir.
  - Gaz oluşturmadan karbonhidratları fermente ederek laktik asit oluştururlar.
  - Bazıları insanlarda boğaz enfeksiyonlarına, kızıl hastalığına ve deri enfeksiyonlarına, hayvanlarda da meme iltihaplarına neden olur.
  - Laktik streptococcus türlerinin bazıları özellikle süt ürünlerinde starter olarak kullanılır. Örneğin S.lactis bazı peynirlerin olgunlaşmasında kullanılır. S.thermophilus lactobacillus bulgaricus ile birlikte yoğurdu oluşturur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Streptococcus aureus
- Lactobacillus bulgaricus
- Staphylococcus thermophilus
- Escherichia coli

Yukarıda verilen bakterilerle ilgili aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Genel özelliklerini araştırınız.	➤ Bakterilerin genel özellikleri konusunu hatırlayınız.
➤ Mikroorganizmaları sınıflandırma sistematiğine göre gruplandırınız.	➤ Bakterilerin gelişmesine etki eden faktörleri hatırlayınız.
➤ Cins ve türünü belirleyiniz.	➤ Mikroskopik görünüşlerine göre bakterileri sınıflandırma konusunu hatırlayınız.
➤ Mikroskopik görünüşlerini değişik kaynaklardan araştırınız.	
➤ Üreme, sıcaklık ve optimum gelişme koşullarını araştırınız.	➤ Bakterilerin gelişmelerini etkileyen faktörler konusunu hatırlayınız.
➤ Araştırmalarınızı sunu hâline getiriniz.	➤ Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Genel özelliklerini araştırdınız mı?		
2. Bu bakterileri mikroorganizmaları sınıflandırma sistematiğine göre gruplandırınız mı?		
3. Verilen bakterilerin cins ve türünü belirlediniz mi?		
4. Mikroskopik görünüşlerini değişik kaynaklardan araştırdınız mı?		
5. Üreme, sıcaklık ve optimum gelişme koşullarını araştırdınız mı?		
6. Araştırmalarınızı sunu hâline getirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. “Gözle görülemeyen ancak mikroskopla görülebilen basit ve tek hücreli canlı” açıklamasının karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Mikron  
B) Mikroskop  
C) Mikroorganizma  
D) Koloni
2. Aşağıdaki özelliklerden hangisi mikroorganizmaların sınıflandırılmasında kullanılmaz?  
A) Beslenme şekilleri  
B) Hücre yapıları  
C) Metabolik faaliyetler  
D) Büyüklükleri
3. Bakteri hücresinde bulunan kapsülün varlığı aşağıdakilerin hangisinde etkilidir?  
A) Hareketi atırmada  
B) Enfeksiyon etkinliğini artırmada  
C) Gram boyamada  
D) Çoğalmada
4. Bakterileri morfolojik görünüşlerine göre sınıflandırılmasında aşağıdakilerden hangisi kullanılmaz?  
A) Yuvarlak  
B) Çubuk  
C) Sarmal  
D) Renk
5. Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?  
A) Bakterilerde çoğalma eşeyli ve eşeysiz çoğalma şeklinde olur.  
B) Eşeyli çoğalma bölünme ile gerçekleşir.  
C) Eşeysiz çoğalma cinsel üretilir.  
D) Bakterilerin çoğalmasında besin öğeleri ve çevre etkileri önemli değildir.

1. Hava

2. Nem

3. pH

4. Ozmotik basınç

5. Sıcaklık

6. Bakterilerin gelişimine etki eden faktörler yukarıdakilerden hangisidir?  
A) Yalnız 1 ve 2  
B) 2, 3 ve 4  
C) 1, 2, 3  
D) Hepsi

7. Bakteri sayısının hızla arttığı üreme dönemi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Logaritmik dönem  
B) Başlangıç dönemi  
C) Ölüm dönemi  
D) Durma dönemi
8. Sıvı bir besiyerine ekildiğinde sıvı yüzeyinin hemen altında üreme gösteren bakterinin oksijene gereksinim durumu aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Anaerop  
B) Fakültatif anaerop  
C) Aerop  
D) Mikroaerofil

**Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları tabloda verilen kelimelerden uygun olanıyla doldurunuz.**

9. Bölünmeleri birçok yönde, irili ufaklı düzensiz gruplar hâlinde ve üzüm salkımı şeklinde olan bakterilere ..... adı verilir.
10. Bakteriler besin yetersizliği, çeşitli fiziksel ve kimyasal etmenler ve çevre koşullarındaki olumsuzluklar karşısında ..... oluşturur.
11. Gıdalarda ve sularda .....bulunması fekal bulaşmanın bir göstergesi açısından önemlidir.
12. .... düşük asitli konserve gıdalarda gelişerek zehirlenmeye neden olur.

spiroket	patojen	streptokok	stafilokok
Clostridium botulinum	spor	Staphylococcus aureus	Escherichia coli

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Uygun araç gereç ve ekipmanlar sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak mayaların genel özelliklerini inceleyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Mayaların etkilerini araştırınız.
- Rapor hazırlayınız ve bilgilerinizi arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 2. MAYALAR

### 2.1. Genel Özellikleri

Mayalar; her türlü ortamda bulunabilen, küremsi veya elips biçiminde tek hücreli mikroorganizmalardır.

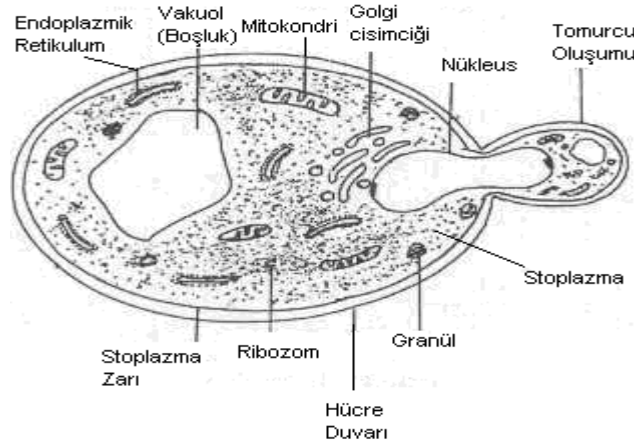
- Gıdaların bozulmasında ve muhafazasında önem taşırlar.
- Bakteriler ve küfler gibi toksin oluşturmazlar.
- Mayalar meyve suları, reçeller, et gibi bazı gıda gruplarında bozulmalara neden olabilirler.
- Mayaların ekonomik yönden önemi karbohidratlı gıdaları parçalayarak alkol ve karbondioksit oluşturmalarından ileri gelmektedir. Örneğin; bazı türleri ekme kabartmak, alkollü içki fermantasyonunda kullanılır.
- Bazı mayalar, insanlarda enfeksiyona yol açar (*Candida albicans* gibi).
- En çok bilinen ve kullanılan maya olan *Saccharomyces cerevisiae*, binlerce yıl önce şarap, bira ve ekme yapımı için evcilleştirilmiştir.

Maya hücresi; hücre duvarı, stoplazma zarı, stoplazma ve çekirdekten oluşmuştur. (Şekil 2.1).

- **Hücre duvarı:** Renksiz, ince esnek bir yapıya sahiptir. Geçirgen özelliktedir.
- **Stoplazma zarı:** Hücre duvarının hemen altında yer alır. Hücrenin besin maddelerini seçerek hücre içine girmesinde, metabolizma ürünlerinin de hücre dışına çıkmasında önemli rol oynar. Kısaca bu yapı seçici geçirgen özelliktedir.
- **Stoplazma:** Düzenli dağılmış, saydam ve su gibi mavimsi görünüme sahiptir. Stoplazma içeriğinde birtakım küçük tanecikler bulunur. Protein sentezinde rol

oynayan ribozom, enzimlerce çok zengin olan ve enerji oluşumunda rol oynayan mitokondri, mayanın yedek besin deposu olan yağ damlacıkları, mayaların yaşlanma döneminde daha fazla sayıda ve büyüklükte görülen hücre özsuyu içeren boşluklar (vakuol), endoplazmik retikulum ve golgi cisimciği bulunur.

- **Çekirdek (Nükleus):** Daha çok yuvarlaktır. En belirgin görevi çoğalmayı sağlamasıdır. Çok miktarda DNA (deoksiribonükleik asit) ve protein içerir. Özel boyama yöntemleriyle mikroskopta görülebilir.



Şekil 2.1: Maya hücre yapısı

## 2.2. Mayaların Mikroskopta Görünüşlerine (Morfoloji) Göre Sınıflandırılmaları

Maya morfolojisi denince hücre dış görünüşleri anlaşılır. Maya hücreleri; küresel, oval, eliptik, limon, silindirik ve ipliksi görünümündedir.

Hücre şekilleri ;

- Mayanın cinsine ve türüne
- Üreme ve saklanma koşullarına
- Yaşına göre değişmektedir.

Mayaların şekilleri, mayaların tanımlanması ve sınıflandırılması açısından önemlidir. Mayalar genellikle misel yapmazlar. Ancak besiyeri üzerinde zar oluşturan mayalardan hücreleri uzun olanlar bir araya gelerek miselyumu andırabilirler.

Mayalar genel olarak bakterilerden daha büyük ve şekil olarak farklılık göstermeleri ile ayrılırlar. Büyüklükleri cinslere göre değişmekle birlikte 2 – 8 mikron çapında, 3 – 15 mikron uzunluğundadır.

## 2.3. Mayaların İsimlendirilmesi

Mayaların isimlendirilmesinde her organizma iki isimle tanımlanır. Cins ismi büyük harfle yazılır, tür ismi küçük harfle yazılır.

### Örnek:

- *Saccharomyces cerevisiae*,
- *Candida lipolytica*

## 2.4. Mayaların Gelişimine Etki Eden Faktörler

Bakteriler için verilen gelişme koşulları mayalar için de geçerlidir. Bunlar su aktivitesi, hava (oksijen), pH, sıcaklık, besi yerinin ozmotik basıncı, ışık ve metabolizma ürünlerinin etkisi olarak incelenir.

### ➤ Su aktivitesi

Diğer tüm koşullar uygun olsa bile mayaların normal çoğalıp faaliyetlerini sürdürebilmeleri için ortamda yeterli suyun bulunması gerekir. Mayaların gelişmesi için % 35 – 40 oranında su bulunan ortamlar yeterlidir.

Mayalar bakterilerden daha düşük bir su aktivitesi aralığında gelişebilmektedir. Gıdalarda bozulmaya neden olan mayalar 0,88'in altında gelişemez. Su aktivitesi osmofilik (yüksek ozmotik basınç seven) mayalar için 0,61'dir.

### ➤ Hava veya oksijen

Mayalar hem hava varlığında, hem de havasız ortamda faaliyetlerini sürdürür. Başka bir deyişle fakültatif anaerobik mikroorganizmalardır.

Hava varlığında gerekli enerjilerini solunumla sağlarken havasız ortamda fermantasyonla bunu gerçekleştirir. Ortamın hava miktarını ayarlayarak bu mayaları solunuma veya fermantasyona yönlendirmek mümkündür.

Endüstride maya elde edilmesi oksijenli ortamda sağlanırken şarap ve biracılıkta alkol üretimi oksijensiz ortamda sağlanır.

### ➤ pH

Mayalar, pH 3 – 7,5 arasında olmak üzere geniş bir pH sınırında faaliyet göstermekle birlikte genelde zayıf asit ortamlarda en iyi gelişme ve üreme yeteneğine sahiptir. Optimum pH'ları 4,5 – 5'tir.

### ➤ **Sıcaklık**

Mayalar genel olarak 0-45 °C'ler arasında faaliyet gösteren mikroorganizmalardandır. Mayaların optimum sıcaklık derecesi ise 20-30 °C arasındadır.

Mayalar için ortam sıcaklığı, üretilmesi düşünülen ürünün çeşidine göre ayarlanır. En iyi ve hızlı faaliyet sıcaklığı yerine, daha kaliteli ürünün elde edildiği sıcaklıkta çalışması sağlanır.

### ➤ **Ozmotik basınç**

Mayaların bir ortamda çoğalmasında ve metabolik etkinliklerinde, çözünen madde derişimi önemli bir faktördür.

Mayalar diğer mikroorganizmalara göre yüksek şeker ve tuz derişimlerine daha fazla uyum yeteneğine sahiptir. Örneğin, osmofil mayaların çoğu en fazla % 40-70 şeker derişiminde faaliyet gösterir.

Şeker yoğunluğu % 50'yi geçince fermantasyon sonucu oluşan alkolün de etkisiyle hücre suyunu kaybetmeye başlar (plazmoliz). Bu durum hücrenin ölümüne yol açar.

### ➤ **Metabolik ürünler**

Maya denince akla gelen önemli bir başka konu da etil alkol fermantasyonudur. Alkolün mayalara hem çoğalma hem de fermantasyon yönünden etkileri vardır.

Normal koşullarda % 18-20'lerde alkol fermantasyonunu sürdürebilen maya, 36 °C'de % 5'lik alkol konsantrasyonunda fermantasyonu kesmek zorunda kalır.

Diğer metabolizma ürünü de CO<sub>2</sub>'tir. Karbondioksit gelişmeyi durdurucu etkiye sahiptir.

Fermantasyonda CO<sub>2</sub> basıncı arttıkça fermantasyon gücü de artar, basınç en yüksek değere ulaşıncaya yavaşlamaya başlar ve zayıf fermantasyon devam eder.

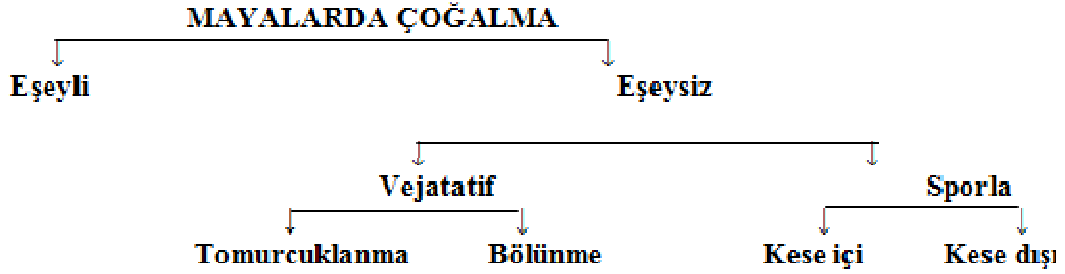
### ➤ **Işık**

Doğrudan güneş ışığı maya gelişimini engeller. Mayalar karanlıkta daha iyi gelişme gösterir.

Yapılan araştırmalar, ultraviyole ışıkta 10 saniye kalan mayaların yaşamını yitirdiği gözlenmiştir. Işık, mayaların spor oluşumu üzerine de etkilidir.

## **2.5. Mayaların Çoğalması**

➤ Mayalar, eşeyli ve eşeysiz olarak iki ayrı şekilde çoğalma yeteneğine sahiptir.



### 2.5.1. Eşeyli Çoğalma

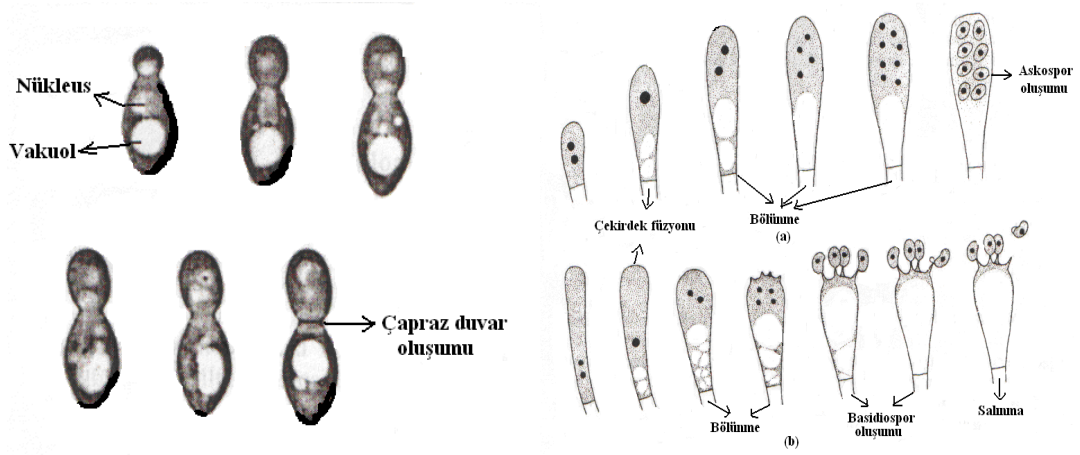
İki hücrenin yan yana gelerek birleşmesi sonucunda bu iki hücre arasındaki duvar eriyerek bir kanal meydana gelir. Böylece stoplazma ve çekirdekler karışarak birbiri içinde erirler ve bu iki hücre tek bir hücre hâlini alır.

Zigot adı verilen bu hücre sonradan askus hâline gelerek içinde sporlar (askosporlar) oluşmaktadır. Cinslere göre askospor sayılarının farklı olmasının yanında spor şeklinde ve sporlanma sürelerinde de farklar vardır (Şekil 2.2).

### 2.5.2. Eşeysiz Çoğalma

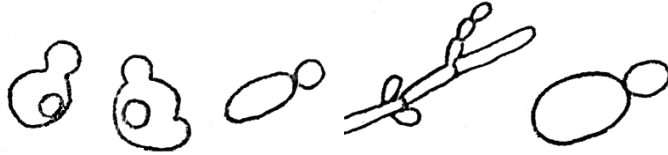
Eşey hücrelerine gerek olmadan yapılan üreme şeklidir. Mayalarda eşeysiz çoğalma şekilleri şunlardır:

- **Tomurcuklanarak çoğalma:** Mayalara özgü bir çoğalma şeklidir. Gelişmiş bir maya hücresi ortam koşulları uygunsa;
  - Uzun eksen doğrultusunda, hücre duvarı açılarak bir şişkinlik meydana gelir.
  - Kromozomlar iki eşit parçaya bölünür.
  - Her biri kendi çekirdek zarını oluşturur. Böylece iki çekirdek meydana gelir.
  - Büyüyen tomurcuk kendi hücre duvarını inşa ederek kendi şeklini alır.
  - Yavru hücre gelişirken ana hücre başka bir noktadan tomurcuklanma olayını başlatır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Şekillerine göre bazı mayalar ve mayalarda çoğalma

- **Bölünme ile çoğalma:** Bazı mayalar bakterilerde olduğu gibi ikiye bölünerek çoğalmaktadır. Genellikle silindirik hücre yapısına sahip olanlar ikiye bölünerek üreme yeteneğine sahiptir. Bunun için;
- Hücre erginliğe ulaştığında hücrenin orta kısmından hücreyi ikiye bölecek şekilde ara zarla bölünür.
  - Çekirdek zarı çözünür ve iki yeni çekirdek meydana gelir.
  - Bölünme tamamlandığında ana ve yavru hücre birbirinden ayrılır, normal hücre boyutuna gelince yeniden bölünerek çoğalmaya devam eder (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Mayalarda bölünme

- **Sporla çoğalma:** Bu çoğalma şekli yalnızca yabani mayalarda görülür. Sporla çoğalmada;
- Önce maya hücresinin çekirdeğinde bölünmeler meydana gelir.
  - Bölünen çekirdekler etrafındaki protoplazma yoğunlaşarak spora dönüşür.
  - Oluşan bu sporlar hücre içinde kalır. Sporların içinde bulunduğu hücreye askus (ascus), bu sporlara da askospor denir. (Şekil 2.2)



## 2.6. Gıdalarda Bulunan Önemli Mayalar

### ➤ **Candida:**

- Yuvarlak, oval veya silindirik şeklindeki hücrelerdir ve çok yönlü tomurcuklanma ile çoğalır.
- Yalancı miselyum oluşturur.
- Birçok türleri glikozu etkiler.
- Candida cinsine giren mayalar peynirlerde ve kefirde sık olarak görülür.
- C.lipolytica yağları parçalayarak acılaştırmasına neden olduğundan gıdalarda bulunması istenmez.
- C.mycoderma şarap ve bira gibi içeceklerin bozulmasına neden olur.

### ➤ **Debaromyces:**

- Yuvarlak veya kısa oval hücre şekline sahip, askospor oluşturan bu mayalar çok yönlü tomurcuklanma ile çoğalır.
- Yalancı misel (pseudomiselyum) oluşturur.
- Zayıf şeker fermantasyonu gösterir. Yüksek tuz yoğunluğunda bile ürer. Bu nedenle salamurada bulunur. Örneğin, D.hansenii et salamuralarında yüzeyde film oluşturur.
- Salamura edilmiş veya tuzlanmış et ve süt ürünlerinde, meyve suyu konsantrelerinde bozulma etkenidir.

### ➤ **Rhodotorula:**

- Spor oluşturmaz. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanmayla olur.
- Doğada çok yaygın olan bu mayalar hava ve toz ile bulaştıkları için laboratuvaradaki en büyük bulaşma kaynağıdır.
- Pembe, kırmızı, turuncu pigment oluşturur.
- Taze kanatlı etleri, balık, karides ve sığır kıymasında bozulmalara neden olur. Tereyağının yüzeyinde gelişir.

### ➤ **Saccharomyces:**

- Askospor yapan bu mayalar oval, yuvarlak veya uzun hücreler oluşturur.
- Bu cins endüstride büyük önem taşıyan mayaları içermektedir.
- Doğada başta üzüm olmak üzere meyve ve sebzeler üzerinde çok yaygındır.
- Şekerleri fermente ederek alkol ve CO<sub>2</sub> oluşturur. Bazıları starter kültür olarak kullanılır. S.cerevisiae hamur, bira ve şarap üretiminde starter olarak kullanılır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Candida lipolytica*
- *Debaromyces hansenii*

Yukarıda verilen mayalarla ilgili aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Genel özelliklerini araştırınız.	➤ Mayaların genel özellikleri konusunu hatırlayınız.
➤ Bu mayaları mikroorganizmaları sınıflandırma sistematiğine göre gruplandırınız.	➤ Mayaların gelişmesine etki eden faktörleri hatırlayınız.
➤ Verilen mayaların cins ve türünü belirleyiniz.	➤ Mikroskopik görünüşlerine göre mayaları sınıflandırma konusunu hatırlayınız.
➤ Mikroskopik görünüşlerini değişik kaynaklardan araştırınız.	➤ Mayaların gelişmelerini etkileyen faktörler konusunu hatırlayınız.
➤ Üreme, sıcaklık ve optimum gelişme koşullarını araştırınız.	
➤ Araştırmalarınızı sunu hâline getiriniz.	Araştırma sonuçlarını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Genel özelliklerini araştırdınız mı?		
2. Bu mayaları mikroorganizmaları sınıflandırma sistematiğine göre gruplandırdınız mı?		
3. Verilen mayaların cins ve türünü belirlediniz mi?		
4. Mikroskopik görünüşlerini değişik kaynaklardan araştırdınız mı?		
5. Üreme, sıcaklık ve optimum gelişme koşullarını araştırdınız mı?		
6. Araştırmalarınızı sunu hâline getirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Mayaların en iyi geliştiği sıcaklık aralığı aşağıdakilerden hangisidir?
  - A) 0-25°C
  - B) 0-45°C
  - C) 20-30°C
  - D) 45-70°C
  1. Silindirik
  2. Oval
  3. Yassı
  4. Limon
  5. Küresel
  6. Dikdörtgen
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri maya hücrelerinin mikroskopta görünümünü verir?
  - A) Yalnız 1 ve 2
  - B) 2, 3, 4 ve 5
  - C) 1, 4, 5 ve 6
  - D) 1, 2, 4 ve 5
3. Mayalarda hücre şekilleri aşağıdakilerden hangisine göre değişmez?
  - A) Yaşına göre
  - B) Üreme koşullarına göre
  - C) Cinsine ve türüne göre
  - D) pH'ına göre
4. Gıdalarda bozulmaya neden olan mayalar, aşağıdakilerden hangi su aktivitesi değerinin altında gelişemezler?
  - A) 0,68
  - B) 0,78
  - C) 0,88
  - D) 0,98
  1. Bölünme ile çoğalma
  2. Sporla çoğalma
  3. Tomurcuklanarak çoğalma
5. Mayalarda eşeysiz çoğalma şekli yukarıdakilerden hangisi ya da hangileriyle olur?
  - A) Yalnızca 1
  - B) Yalnızca 2
  - C) 1 ve 3
  - D) Hepsi

**Aşağıdaki boşluklara tabloda verilen kelimelerden uygun olanı yerleştiriniz.**

6. Osmofil mayaların çoğu en çok % 40-70..... derişiminde faaliyet gösterir.
7. Mayalar hem ..... varlığında hem de ..... ortamda faaliyetlerini sürdürür.
8. Maya sporlarının içinde bulunduğu hücreye ....., bu sporlara da ..... denir.
9. ....şekerleri fermente ederek alkol ve CO<sub>2</sub> oluşturur.
10. Saccharomyces cerevisiae hamur, bira ve şarap üretiminde .....olarak kullanılır.
11. ....taze kanatlı etleri, balık, karides ve sığır kıymasında bozulmalara neden olur.
12. Debaromyces yüksek .....yoğunluğunda bile ürer.

tuz	spor/misel	şeker	hava/havasız
askus/askospor	starter	Saccharomyces	Rhodotorula

### **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Uygun araç gereç ve ekipmanlar sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak küflerin genel özelliklerini inceleyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan kurutma fabrikasını ziyaret ediniz. Küf gelişmesini engellemek için alınan tedbirleri araştırarak rapor hazırlayınız ve bilgilerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

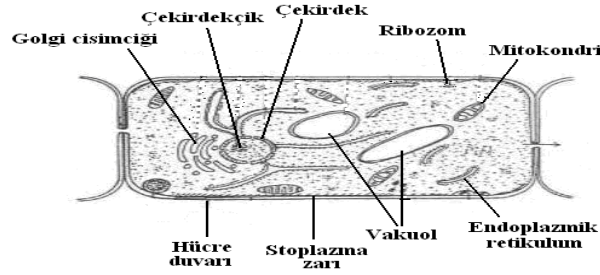
## 3. KÜFLER

### 3.1. Genel Özellikleri

Küfler ökaryotik mikroorganizmalardandır. Genelde küçük pamuk parçacıklarını andıran, dallı budaklı filamentlere benzer.

- Saprofit (çürükçül) veya parazit olarak yaşayan çok hücreli organizmalardır.
- Küfler doğada hava, toprak, su ve organik maddeler üzerinde yaygın olarak bulunur. Çok süratli yayılma gösterirler. 2-3 günde 5-10 cm<sup>2</sup> lik alanı kaplayabilirler. Özellikle bozulmuş ekmek, limon vb. gibi gıdaların üzerinde küfleri sıklıkla gözlemleyebiliriz.
- Büyüklükleri, değişik görünüşleri, gerçek hücre çekirdeğine sahip olmaları ve değişik şekilde üremeleriyle bakterilerden ayrılırlar.
- Küfler bazı gıdalarda renk ve aroma için istenirken diğer yönüyle de ürünlerde istenmeyen renk, lezzet ve bozulmalara neden olur.
- Düşük pH, su aktivitesi ve ısı değerlerinde de yaşamlarını sürdürme özellikleri vardır.
- Gıdalarda küflerin patojen ve toksik etkileri yok denecek kadar az olmasına rağmen bazı küf türleri mikotoksin yapmaları ve patojen olmaları nedeniyle önem taşır. Küflerin oluşturduğu, gelişmiş canlılarda zehir etkisi yapan maddelere “mikotoksin” denilmektedir.

Hücre yapısı dıştan içe doğru; hücre duvarı, stoplazma zarı, stoplazma ve çekirdekten oluşur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Küf hücre yapısı

Hücre bölümleri ve yapısı mayalara benzese de küflerin hücre duvarı, kitinsi yani sert bir yapı gösterir.

Hücreler çok çekirdekli. Diğer hücre içi organellerin yapı, sayı ve görevleri mayalara benzer. Hücre duvarının içinde yarı geçirgen stoplazma zarı, bunun içinde de protoplazma bulunur. Protoplazmada etrafı zarla çevrili bir veya birkaç çekirdek, çeşitli granüller, endoplazmik retikulum, mitokondri ve golgi cisimcikleri bulunur.

### 3.2. Küflerin Mikroskopta Görünüşlerine (Morfoloji) Göre Sınıflandırılmaları

Küfler mikroskopta incelendiğinde ipliksi bir yapı gösterirler.

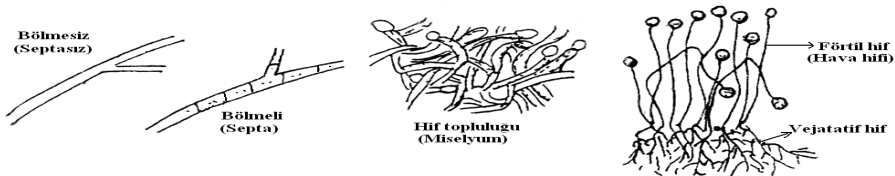
- Birçok hücrenin yan yana gelmesiyle oluşturdukları bu ipliksi yapıya “**hif**”,
- Hiflerin dallanmalar yaparak oluşturdukları karmaşık hif topluluklarına da “**miselyum**” denilmektedir.

Küfler, miselyum oluşturan çok hücreli funguslar olarak tanımlanır. Hif olarak isimlendirilen ipliksi yapıdaki oluşumlar çıplak gözle de kolayca görülür.

Hiflerin kalınlığı cins, tür ve çevre koşullarına göre 1-10µ arasında değişir.

**Hifler gelişme şekline göre ikiye ayrılır:**

- Gıda maddesi yüzeyinde gelişip yayılan ve içine nüfuz ederek küflerin ortama tutunmalarını ve gelişmeleri için gerekli besin maddelerinin alınmasını sağlayan hiflere **vegetatif hif** (beslenme hifi) denir.
- Havaya doğru uzayan ve küflerin çoğalmasını sağlayan sporları taşıyan hiflere de **förtlü hif** (hava hifi) denir (Şekil 3.2).

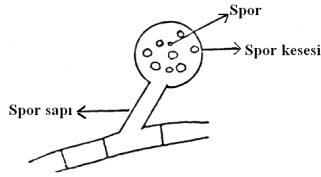


Şekil 3.2: Hif çeşitleri

Hücrelerin uç uca gelerek oluşturdukları hif, hücrelerin birbirine temas ettiği yerlerde eğer hücre zarları erimemiş ve ayrı ayrı hücreler bu zarlarla ayrılmamışsa buna **bölmeli (septa) hif**, ayrılmamış ve düz bir boru şeklini almışsa buna da **bölmesiz (septasız) hif** denir (Şekil 3.2).

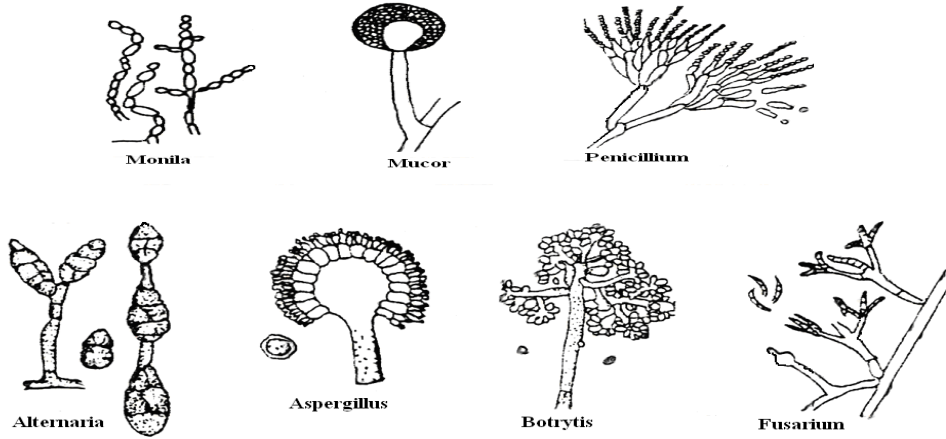
Bu durum cins, tür veya çevre etkisi ile değişim gösterir. Septalı olanlar Zygomycetes sınıfı içinde Mucorales takımı üyeleri küfler bu özelliğe sahiptir. Septasız olanlara örnek ise ascomyceteslerden aspergillus ve penicilliumdur.

Hiflerin ucunda spor kesesi içinde sporlar bulunur (Şekil 3.3). Küfler bu sporları ile gıdalara bulaşır. Gıda üzerine düşen bir tek spor orada çoğalarak yeni bir küf kolonisi oluşturur.



**Şekil 3.3: Küf sporları**

Küflerin mikroskopik özelliklerinden tür ve cinslerinin tanımlanmasında yararlanır. Küf hücrelerinde yer alan yapıların görülmesi özel boyama yöntemleriyle mümkün olmaktadır.



**Şekil 3.4: Morfolojilerine göre bazı küfler**

### 3.3 Küflerin İsimlendirilmeleri

Küflerin isimlendirilmesinde her organizma iki isimle tanımlanır. Cins ismi büyük harfle yazılır, tür ismi küçük harfle yazılır. Örnek: *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*, *Penicillium camemberti*



### 3.4. Küflerin Gelişimine Etki Eden Faktörler

Bunlar su aktivitesi, sıcaklık, pH, oksijen ve ışık olarak belirtilebilir.

- **Su aktivitesi:** Bakteriler mayalardan, mayalar ise küflerden daha yüksek su aktivitesine gereksinim duyarlar. Ancak bazı küflerin minimum su aktivitesi değeri bazı mayaların minimum su aktivitesi değerinden daha yüksek olabilir.
  - Bozulma etmeni küflerin gelişebildiği minimum su aktivitesi 0,80'dir.
  - Küfler nem oranının % 10-13'ün altına düştüğü ortamlarda üreyemez.
- **Sıcaklık**
  - Küfler, bakterilere kıyasla daha geniş sıcaklık aralıklarında gelişebilmektedir.
  - En düşük gelişme sıcaklığı 8°C olarak verilse de 0°C gelişen küfler özellikle buzdolabında saklanan yumurta, et, meyve ve sebze gibi gıdalarda gelişerek bozulmalara neden olabilmektedir.
  - Optimum sıcaklık derecesi 25-30°C arasındadır. Bunun için gıdalar oda sıcaklığında saklanmamalıdır.
- **pH:** pH değerleri çok geniştir. Örneğin 1,3 – 9,6 pH'lar arasında faaliyet gösterebilir. Optimum gelişme pH'ları 5- 6 olan hafif asitli ortamlarda daha iyi gelişir.
- **Oksijen:** Küfler aerop mikroorganizmalardır. Bu nedenle daha çok yüzeyde gelişme gösterir. Küflenmeyi engelleyebilmek için gıda maddelerinin hava ile temas etmeyecek şekilde (vakumla) ambalajlanması gerekir.
- **Işık :** Küflerle yapılan çalışmalarda, bazı cinsler belirli dönemlerin dışında gelişmelerini karanlıkta sürdürür.

### 3.5. Küflerin Çoğalması

Küflerde çoğalma; eşeyli ve eşeysiz olmak üzere iki şekilde oluşur.

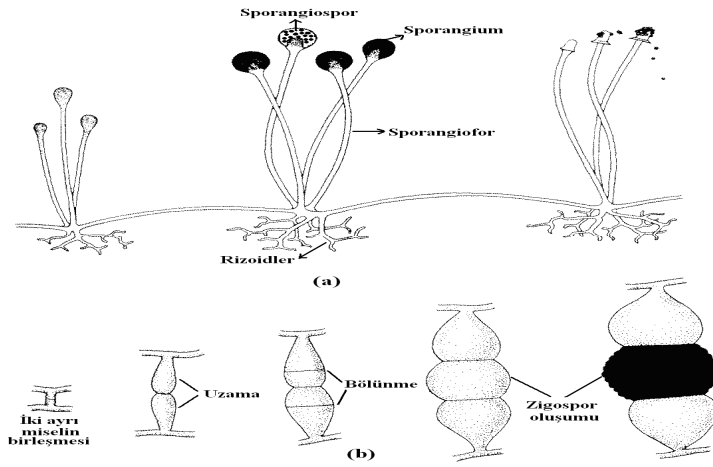
Üreme hücresi **spordur**. Küflerin tanımlanması ve ayırımında genellikle eşeysiz sporlar ve bunlarla ilgili yapılardan yararlanılmaktadır. Eşeyli sporlardan ise küflerin sınıflandırılmasında yararlanılmaktadır.

- **Eşeyli çoğalma:** Küflerde eşeyli çoğalma eşeysiz çoğalmaya göre daha az görülmektedir. Bu tarz çoğalma özel koşulları gerektirir (Şekil 3.5- b).

- **Askosporla çoğalma:** Aynı veya ayrı hiflerdeki iki komşu hücrenin uzaması ve birbirleriyle birleşmesiyle aradaki duvarın erimesi ve çekirdeklerinin birleşmesi sonucu askosporlar meydana gelir.
- Bu hücrenin çekirdeği iki veya daha fazla bölünerek etrafları kalın bir muhafaza ile çevrilir. Sporlar olgunlaşınca, etrafında bulunan kese yarılarak sporlar dışarı çıkar. Aspergillus cinsinde olduğu gibi.
- **Zigosporla çoğalma:** Birbirine benzeyen iki cins gametin birbirine doğru uzaması ve birleşmesi sonucunda zigospor oluşur. Birleşme sırasında hücreler arası bölmeler kaybolur ve nükleusları kaynaşır. Sonra sporun etrafı kalın bir muhafaza ile çevrilir. Zigospor uygun koşullar altında filizlenerek yeni hifleri oluşturur. En tipik şekilde Mucor cinsinde görülür.
- **Oosporla çoğalma:** Küçük erkek hücrelerle büyük dişi hücrelerin birleşmesiyle oluşur. Oosporlar kalın duvarlı, yuvarlak ve dış etkilere dayanıklıdır.

Eşeyli çoğalma, iki hücreden gelen karakterlerin bir hücrede toplanması açısından önemlidir. Zigospor ve askospor şekil ve büyüklüğü de türe göre değişir ve küflerin tanısında kullanılır.

- **Eşeysiz çoğalma:** Küflerde asıl çoğalma şekli sporla olan eşeysiz çoğalmadır.
  - Sporangiosporla çoğalma: Sporlar (sporangiospor), bunları taşıyan özel hiflerin (sporangiofor) uçlarında oluşan büyük ve yuvarlak keseler (sporangium) içinde bulunurlar. Sporangiumların patlamasıyla sporlar dışarı saçılır, uygun ortam ve çevresel koşullar altında filizlenerek kendi türlerine özgü küfleri oluşturur. Rhizopus türlerinde olduğu gibi (Şekil 3.5 - a).
  - Konidiumla çoğalma: Bazı küfler förtül hifin ucunda ve açıkta spor oluşturur. Bu sporlara konidium denir. Sporlar ardarda konidi zincirleri oluşur. Olgunlaşan konidiler türe özgü renk, şekil ve büyüklüktedir. Bu özellikler türün tanısında kullanılır. Erginleşen konidiler dış etkiler ile dağılarak çevreye bulaşır. Bu tarz küflere aspergillus ve penicillium türlerini örnek verebiliriz.
  - Klamidosporla çoğalma: Klamidospor, hemen bütün küfler tarafından meydana getirilir. Hiflerde bulunan hücrelerin bazıları daha büyür, gelişir, hücre duvarları kalınlaşır. Bu sporlar, çevresel koşullara çok dayanıklılık gösterirler. Mucoraceae familyasına ait türlerde olduğu gibi.



Şekil 3.5: Rhizopus türlerinin vejetatif yapısı (a) ve eşeyli üreme (b)

### 3.6. Gıdalarda Bulunan Önemli Küfler

Küfler farklı görünüş ve özellikte, çok sayıda cins ve tür içeren mikroorganizma grubudur.

#### ➤ Aspergillus:

- Bölmeli hifli olup sporları değişik renklerde (sarı, yeşil, kahverengi, siyah, kırmızı ve beyaz) görülebilir. Miselleri sürahi şeklinde olduğu için kolay tanınır.
- Aspergillus cinsinin çok sayıda türü bulunur. Çok çekirdekli hücelere ve çok dallanmış bir yapıya sahiptir, çoğalma asksporlarla olmaktadır.
- Biraz nem içermesi durumunda gelişmeyeceği yüzey yoktur. Organik maddeler üzerinde (deri eşyalar, tekstil ürünleri, kâğıt gibi maddeler üzerinde bile) rahatlıkla gelişir. Geliştikleri yerde çıplak gözle siyah olarak görülür.
- Bu cinsin bazı türleri endüstride amilaz, proteaz ve lipaz enzimi veya limon asiti (sitrik asit) üretiminde kullanılmaktadır. Örneğin, A.nijer sitrik asit üretiminde kullanılır.
- Birçok aspergillus türü örneğin A.nijer, A.flavus, A.fumigatus bitki, insan ve hayvanlarda hastalık etmenidir.
- Bazı türler gıdalarda çok tehlikeli toksinlerin (mikotoksin) oluşumunu gerçekleştirilir. A.flavus aflotoksin denen bir zehir salgılar.
- Aspergillusların bazı türleri yüksek şeker yoğunluğunda üreyebilir. Kek, meyve, et, tahıl gibi küflenmiş ve küf kokulu gıdaların yenmemesi gerekir.

- **Fusarium:**
- Pamuk görünümünde sarı, pembe veya mor miseller oluşturur. Kolonileri genellikle kırmızımsı-kahveregmsidir. Bazen beyaz renkte olanları da görülebilir.
  - Birçok sebze ve meyvelerin bozulmasına neden olur.
  - Gıda ve yemlerde özellikle tahıl ve mısırdaki atık sularda görülür.
  - Mikotoksin oluşturarak hayvanlara zarar verebilir.
- **Mucor:**
- Bölmesiz hiflidir. Sporları sporangium keseleri içinde oluşur.
  - Evlerde açıkta kalan gıdalar da dâhil, hemen her yerde karşılaştığımız küf cinsidir. Geliştikleri yerlerde gri veya sarı-kahverengi renk alırlar.
  - Bazı gıdaların bozulmasına neden olur (sebze, meyve ve fermente gıdalar).
  - Bazı gıdaların, örneğin peynir teknolojisinde kullanılan “rennin”in teknik olarak üretilmesinde yararlanılır.
- **Penicillium:**
- Sporları fırça veya süpürge gibi görünür. Sporları (konidi) yuvarlaktır ve konidi rengi çoğunlukla yeşil olmakla birlikte mavi-yeşil, gri-yeşil, turuncu-kahve, hatta sarı renklerde spor oluşturur.
  - Penicilliumlar, hemen her yerde bulunur ve kolayca üreyip çevreye yayılır. Bu cinse ait birçok tür gıdaların bozulmasında rol oynar. Meyvelerde kolay gelişir ve bozulmaya neden olur. P.expansum, P.digitatum gibi.
  - P.camembertii ve P.roquefortii karakteristik görünüş ve tipik aromaya sahip olduklarından peynir üretiminde starter kültür olarak kullanılır.
  - P.chrysogenum çok yaygın kullanımı olan antibiyotik (penisilin) üretiminde kullanılır.
  - Bazı türleri gıda ve gıda ham maddelerinde yaygın bulaşmaya ve mikotoksin oluşumuna neden olur. P. expansum ve P.patulum gibi.
- **Rhizopus:**
- Küresel şekilli sporangiuma sahiptir. Sporangium önce beyaz sonra mavimsi siyah renktedir.
  - Birçok gıdanın çürümesine neden olan bu cins türleri hava kaynaklı kontaminant (bulaşı) olarak da bilinir.
  - Evlerde ekme ve un gibi gıda maddelerinde zarara yol açar (Rhizopus nigricans gibi). Meyve ve sebzelerle ekmeğin küflenerek bozulmasına neden olur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- *Aspergillus flavus*
- *Mucor miçhei*
- *Rhizopus nigricans*

Yukarıda verilen küflerle ilgili aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Genel özelliklerini araştırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Küflerin genel özellikleri konusunu hatırlayınız.</li><li>➤ Küflerin gelişmelerini etkileyen faktörler konusunu hatırlayınız.</li><li>➤ Mikroskopik görünüşlerine göre küfleri sınıflandırma konusunu hatırlayınız.</li><li>➤ Küflerin özelliklerini hatırlayarak ve şekilleriyle karşılaştırarak çizdiğiniz şekillerden küfleri tanımlayınız.</li><li>➤ Araştırmalarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.</li></ul>
➤ Bu küfleri mikroorganizmaları sınıflandırma sistematığına göre gruplandırınız.	
➤ Verilen küflerin cins ve türünü belirleyiniz.	
➤ Mikroskopik görünüşlerini değişik kaynaklardan araştırınız.	
➤ Üreme, sıcaklık ve optimum gelişme koşullarını araştırınız.	
➤ Araştırmalarınızı sunu hâline getiriniz.	

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Genel özelliklerini araştırdınız mı?		
2. Bu küfleri mikroorganizmaları sınıflandırma sistematığıne göre gruplandırdınız mı?		
3. Verilen küflerin cins ve türünü belirlediniz mi?		
4. Mikroskopik görünüşlerini değişik kaynaklardan araştırdınız mı?		
5. Üreme, sıcaklık ve optimum gelişme koşullarını araştırdınız mı?		
6. Araştırmalarınızı sunu hâline getirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi miselyum oluşturan çok hücreli fungus olarak tanımlanır?  
A) Bakteri  
B) Maya  
C) Küf  
D) Algler
2. Küflerin oluşturduğu gelişmiş canlılarda zehir etkisi yapan maddelere ne denir?  
A) Toksin  
B) Miselyum  
C) Mikotoksin  
D) Spor
3. Küflerde üreme hücresi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Hif  
B) Spor  
C) Miselyum  
D) Septa
4. **1. Vejetatif hif 2. Förtıl hif 3. Hif 4. Miselyum**  
Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri havaya doğru uzayarak küflerin çoğalmasını sağlayan sporları taşır?  
A) 1  
B) 2  
C) 3  
D) 4
5. Küflerin gelişebildiği en düşük su aktivitesi düzeyi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0,60  
B) 0,70  
C) 0,80  
D) 0,88
6. Küflerde eşeysiz çoğalma hangi şekillerde olur?  
A) Oosporla  
B) Askosporla  
C) Zigosporla  
D) Sporangiosporla

**Aşağıdaki boşluklara tabloda verilen kelimelerden uygun olanı yerleştiriniz.**

7. Gıda maddesi yüzeyinde gelişip yayılan ve içine nüfuz ederek küflerin ortama tutunmalarını ve gelişmeleri için gerekli besin maddelerinin alınmasını sağlayan hiflere .....denir.

8. Aspergillus flavus ..... denen bir zehir salgılar.
9. Pamuk görünümünde sarı, pembe veya mor miseller oluşturan küflere .....denir. Bunlar birçok sebze ve meyvelerin bozulmasına neden olur.
10. Mucor peynir teknolojisinde kullanılan ..... teknik olarak üretilmesinde yararlanır.
11. Penicillium chrysogenum çok yaygın kullanımı olan .....üretiminde kullanılır.
12. Birçok gıdanın çürümesine neden olan rhizopus türleri .....kaynaklı kontaminant olarak da bilinir.

<b>hava</b>	<b>antibiyotik(penisilin)</b>	<b>aflotoksin</b>
<b>förtıl hif</b>	<b>rennin'in</b>	<b>peynirin</b>
<b>Fusarium</b>	<b>vejetatif hif</b>	<b>Mucor</b>

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.



# MODÜL DEĞERLENDİRME

- Clostridium botulinum
- Clostridium perfringens
- Candida mycoderma
- Rhodotorula
- Aspergillus nijer
- Penicillium chrysogenum

Yukarıda verilen mikroorganizmalarla ilgili aşağıdaki işlem basamaklarını gerçekleştiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bu mikroorganizmaların genel özelliklerini araştırdınız mı?		
2. Bu mikroorganizmaların mikroorganizmaları sınıflandırma sistematiğine göre gruplandınız mı?		
3. Bu mikroorganizmaların cins ve türünü belirlediniz mi?		
4. Bu mikroorganizmaların mikroskopik görünüşlerini değişik kaynaklardan araştırdınız mı?		
5. Bu mikroorganizmaların üreme, sıcaklık ve optimum gelişme koşullarını araştırdınız mı?		
6. Bu mikroorganizmaların araştırmalarınızı sunu hâline getirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda HAYIR şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Cevaplarınızda tereddütleriniz varsa tereddütlerinizle ilgili bölümleri bir daha gözden geçiriniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 'İN CEVAP ANAHTARI

1	C	7	A
2	D	8	D
3	B	9	G
4	D	10	D
5	A	11	H
6	D	12	B

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 ' NİN CEVAP ANAHTARI

1	C	7	G
2	D	8	B
3	D	9	F
4	C	10	D
5	D	11	H
6	E	12	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C	7	H
2	C	8	E
3	B	9	G
4	B	10	D
5	C	11	C
6	D	12	A

## KAYNAKÇA

- AHSEN Ümmühan, **Metge Mikrobiyolojiye Giriş**, Ankara, 2000.
- AKÇELİK Mustafa, Kamuran AYHAN, İbrahim ÇAKIR, Hilal B. DOĞAN, Veliddin GÜRGÜN, A.Kadir HALKMAN, Değer KALELİ, Hakan KULEAŞAN, D.Fügen ÖZKAYA, Nezihe TUNAİL, Çağla TÜKEL, **Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları**, Ankara, 2000.
- BAŞ Murat, **Besin Hijyeni Güvenliği ve HACCP**, Sim Matbaacılık, Ankara, 2004.
- BAŞOĞLU Fikri, Mihriban KORUKLUOĞLU, **Gıda Mikrobiyoloji Uygulama Kılavuzu**, Bursa, 1989.
- DENİZEL Turgut, Ömer KÖŞKER, **Gıda Mikrobiyolojisi ve Hijyeni**, Ankara, 1980.
- GÜNDOĞDU Hamiye Fikret, **Metge Pratik Mikrobiyoloji**, Ankara, 1997.
- GÜRGÜN Veliddin, A. Kadir Hakman, **Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri**, Ankara, 1988.
- PAMİR Hilmi, **Fermantasyon Mikrobiyolojisi Uygulama Kılavuzu**, Ankara, 1984.
- PICHHARDT Klaus, Çeviren: Yılmaz SEÇKİN, Nural KARAGÖZLÜ, **Gıda Mikrobiyolojisi**, Manisa, 2004.
- ŞAHİN İsmet, **Genel Mikrobiyoloji**, Bursa, 1999.
- ŞAHİN İsmet, **Endüstriyel Mikrobiyoloji**, Bursa, 2003.
- ŞAHİN İsmet, Fikri BAŞOĞLU, **Gıda Mikrobiyolojisi**, Bursa, 2002.
- TAYAR Mustafa, Canan DOKUZLU, **Gıda Mikrobiyolojisi**, Bursa, 2007.
- ÜNLÜTÜRK Adnan, Fulya TURANTAŞ, Günnur TUNCEL, Ayhan TEMİZ, **Gıda Mikrobiyolojisi**, İzmir, 1998.
- ÜNVER Bahtiyar, Suna BAYKAN, F.Handan SACIR, Kadir ÖZCAN, **Besin Mikrobiyolojisi**, İstanbul, 1982.