



# ***Bakterilerde Yaşam ve Metabolizma***

***Prof. Dr. Mehmet KIYAN***

# Hedefler

- **Bakterilerin Üremelerine Etkili Faktörleri sıralama**
- **Bakteri metabolizmasını tanımlama**
- **Bakterilerin üremesi için gereken enerji ve karbon kaynaklarını sıralama**
- **Bakterilerin üremesi için gerekli olan fiziksel şartları sıralama**
- **Mikroorganizmaların üreme hızları ve dönemlerini tanımlama**
- **Besiyerlerini tanımlama**
- **İçerik ve kullanım amaçlarına göre besiyerlerini sınıflandırma**

# Tanımlar

## **Metabolizma:**

*Bir canlı içerisinde meydana gelen kimyasal reaksiyonların tümüne Metabolizma denir.*

- *Canlılarda meydana gelen anabolizma ve katabolizma olaylarının tümüdür.*
- *Mikroorganizmalarda 2.000 kadar farklı kimyasal reaksiyon vardır.*

## **Katabolizma:**

*Alınan besin maddelerinin yıkılıp enerji açığa çıkması olayına denir. Böylece mikroorganizma için gerekli enerji temin edilmiş olur.*

## **Anabolizma:**

*Mikroorganizmanın yaşamını sürdürebilmesi ve çoğalması için gerekli sentez işlemlerinin tümüdür.*

*Sentez işlemi için gerekli enerji, genellikle adenzin trifosfat (adenosine triphosphate = ATP) tarafından karşılanır.*

# Tanımlar

**Holozoik canlılar:** Buldukları ortamdan sıvı maddeler yanında katı besin parçacıklarını özelleşmiş organ ve organelleri içerisine alarak beslenen organizmalardır.

- Protozoalar
- İnsanlar
- Hayvanlar

**Holofitik canlılar :** Buldukları ortamdaki katı besin maddelerini hücre dışında küçük parçalara ayırdıktan sonra içlerine alıp onlardan yararlanan canlılardır.

- Bakteri
- Mantar

# Tanımlar

## **Fototrof :**

**Enerjilerini fotosentez yolu ile güneşten alırlar.**

**Klorofile benzer fotosentetik pigmentleri vardır.**

**Organik maddelere gereksinim göstermeksizin yaşayabilirler.**

## **Kemotrof:**

**Gerekli enerjiyi inorganik maddelerdeki veya organik moleküllerdeki kimyasal bağın parçalanması ile sağlarlar**

## **Organotrof:**

**Enerjilerini organik bileşiklerden (şekerler, aminoasitler) alırlar.**

**Bakterilerin çoğu organotroftur.**

## **Litotrof:**

**Enerjilerini azot-demir-sülfür içeren inorganik maddelerden sağlarlar.**

**Bazı bakteriler litotroftur.**

# Tanımlar

## **Ototrof:**

**Organik maddelere gereksinim göstermeksizin, besin maddesi olarak basit inorganik maddeleri (  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{MgSO}_4$ ) karbonatları veya atmosferdeki karbondioksidi kullanırlar.**

## **Kemoototrof:**

**Gerekli enerjiyi inorganik maddelerin oksidasyonundan elde ederler.**

**Bazı mikroorganizmalar güneş enerjisine gerek duymayabilirler.**

# Tanımlar

- **Heterotrof:** Ototroflardan farklı olarak beslenebilmek için en az bir tane organik madde bileşiğine gereksinim duyarlar.
  - **Fotoheterotrof:** Enerjilerini gün ışığından alırlar
  - **Kemoheterotrof:** (**Kemoorganotrof**) Enerjilerini kimyasal reaksiyonlardan elde ederler
- **Bakterilerin çoğu şeker, aminoasit gibi organik maddeleri parçalayarak enerji elde ederler.**
- **Tüm mikroorganizmaların karbon kaynaklarına gereksinimleri vardır.**
- **Bakterilerin çoğu kemoheterotroftur.**

# Tanımlar

## **Saprotit mikroorganizmalar:**

**Kemoorganotrof mikropların bir kısmı başka canlıların metabolizma artıkları veya ölü kısımlarında bulunan organik maddelerle beslenirler. Bu ilişkiden iki tarafta zarar görmez.**

## **Parazit:**

**Üzerinde yaşadıkları organizmaya zarar verip hastalık oluşturan mikroorganizmalardır.**

- **Obigate ( zorunlu ) parazit:** Cansız besleyici ortamlarlarda yaşayamazlar
- **Fakültatif ( değişebilen ) parazit:** Cansız besleyici ortamlarlarda da yaşayabilirler.



# **Bakterilerin Üremelerine Etkili Faktörler**

- **Mikroorganizmalar buldukları ortamlarda (kültürler de dahil), optimal koşullar altında, cins ve türlerinin genetik karakterine göre, iyi bir üreme ve gelişme gösterirler.**
- **Ancak, bu uygun şartlar, aynı durumda uzun bir süre devam etmez ve belli bir zaman sonra, mikroorganizmaların üremeleri sınırlanır ve durur.**
- **Eğer, olumsuz koşullar değişmez veya iyileştirilmezse, mikroorganizma popülasyonunda ölümler başlar, giderek artar ve canlı mikroorganizma sayısında azalmalar meydana gelir.**
- **Ancak, canlı kalmayı başarabilen mikroplarda da, morfolojik (şekilsel) bazı değişiklikler:**
  - **flamentöz**
  - **dallı**
  - **pleomorfik**
  - **diğer anormal formlar ortaya çıkar.**

# **Bakterilerin Üremelerine Etkili Faktörler**

**Bakterilerin Üremelerine etki eden faktörleri başlıca 4 grupta toplamak mümkündür.**

**Bunlar da,**

- 1) Fiziksel faktörler**
- 2) Kimyasal faktörler**
- 3) Biyolojik faktörler**
- 4) Mekanik faktörler**

## **Fiziksel Faktörler**

- 1. Sıcaklık**
- 2. Radyasyon**
- 3. Yüzey Gerilimi**
- 4. Osmotik Basınç**
- 5. Hidrostatik Basınç**
- 6. Nem ve Kuruluk**
- 7. ....**

# **Bakterilerin Üremelerine Etkili Faktörler**

## **Kimyasal Faktörler**

- 1. Oksijenin Etkisi**
- 2. Redoks Potansiyeli (Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli)**
- 3. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH, Potansiyel Hidrojen)**

## **Biyolojik Faktörler**

- 1. Flora**
- 2. Metabolitlerin (colisin, bakteriosin) sentezi**

## **Mekanik Faktörler**

- 1. Çalkalanma**
- 2. Filtrasyon**
- 3. Santrifugasyon**
- 4. Ezmek**
- 5. Basınç**
- 6. Vibrasyon**

# Sıcaklığın etkisi

- **Sıcaklık limitleri bakımından bakteriler arasında bazı farklılıklar vardır.**
- **Bu durum, mikropların doğal adaptasyon ve seleksiyonları sonucunda oluşmuştur.**
- **Patojen bakteriler, en iyi gelişme sıcaklığını, adapte oldukları konakçının içinde bulurlar.**
- **Bu nedenle de, hastalığa neden olan bu tür bakterilerin üreme sıcaklık değişimleri çok geniş olmayıp, belli ve dar limitler arasında bulunmaktadır.**
- **Buna karşın, doğada serbest yaşayan ve saprofit olanlar sıcaklık limitleri geniş aralıkları daha geniştir.**

## **Sıcaklığın etkisi**

### **A) Soğuk seven (psikrofil) bakteriler:**

- **Toprak, su, deniz ve göllerde yaşayan bazı bakteriler ile balıklarda ve soğuk kanlı hayvanlarda hastalık oluşturan bakteriler bu bölüme girerler.**
- **Balıklarda hastalık meydana getiren bazı Gram negatif ve Gram pozitif (korinebakteri, mikobakteri türleri, vs.) mikroplar 15-20°C arasında iyi gelişme olanaklarına sahiptirler.**
- **Soğuk seven bazı mikroplar ve mantarlar buzdolabı sıcaklığında (+4 °C' de) kolaylıkla üreyebilir ve gıdaları bozabilirler. Bu nedenle psikrofilik bakterilerin enzimleri -5°C ile +20 °C' ler arasında aktivite gösterebilirler.**

## *Sıcaklığın etkisi*

### *B) Ilık seven (mezofil) bakteriler:*

- *Bunlar, genellikle 20-45 °C' ler arasında gelişme ve üreme kabiliyetlerine sahiptirler.*
- *İnsan ve hayvanlarda hastalık oluşturan mikroorganizmaların büyük bir kısmı, bu grupta yer alırlar.*
- *Optimal sıcaklıkları 35°C ile 42 °C' ler arasındır.*
- *Mezofil bakteriler, 65 °C' de 20 dakikada ve pastörizasyon sıcaklığında (70°C' de bir dakikada) ölürlər.*

## *Sıcaklığın etkisi*

### *C) Sıcak seven (termofil) bakteriler:*

- *Gelişme ve üreme sıcaklıkları, mezofillerin çok üstündedir (50-60 °C).*
- *Mezofil bakteriler bu sıcaklıkta yaşayamazlar.*
- *Bu tür bakterilere, sıcak su kaynaklarında, gübrelerde ve tropikal ülkelerde rastlamak mümkündür.*
- *Termofil bakteriler ve sporlar pastörizasyon ısısına dayanıklıdırlar.*
- *Sütlerin pastörizasyonundan sonra da ısıya dayanıklı birçok bakteri canlılıklarını sürdürürler. Bu nedenle konserve gıdaların sterilizasyonu önem kazanmaktadır. Bacillus stearothermophilus, bu tür mikroplara örnek verilebilir.*

## Soğuğun etkisi:

- *Mikroorganizmalar soğuğa sıcaktan, daha fazla dayanırlar. Minimal sıcaklığı geçince üremeleri duran mikroplar, bu limit çok aşılrsa bile ölmedikleri görülür.*
- *Bakteriler  $-80^{\circ}\text{C}$  veya  $-190^{\circ}\text{C}$ 'de canlılıklarını ve infeksiyözitelerini uzun süre (yıllarca) koruyabilirler.*
- *Bu nedenle, mikroorganizmalar (bakteri, mantar, virus) ve çeşitli hücreler (doku hücreleri, sperm, vs.)  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin çok altında ( $-190^{\circ}\text{C}$ ' de) muhafaza edilmektedirler.*
- *Ancak, bazı mikropların özel duyarlılıklarının da göz önünde tutulması gerekir.*
- *Ayrıca, donma ve çözülme sırasında populasyonda canlılık miktarında ve hastalık oluşturma yeteneğinde azalmalara neden olabilir.*



## *Soğğun etkisi:*

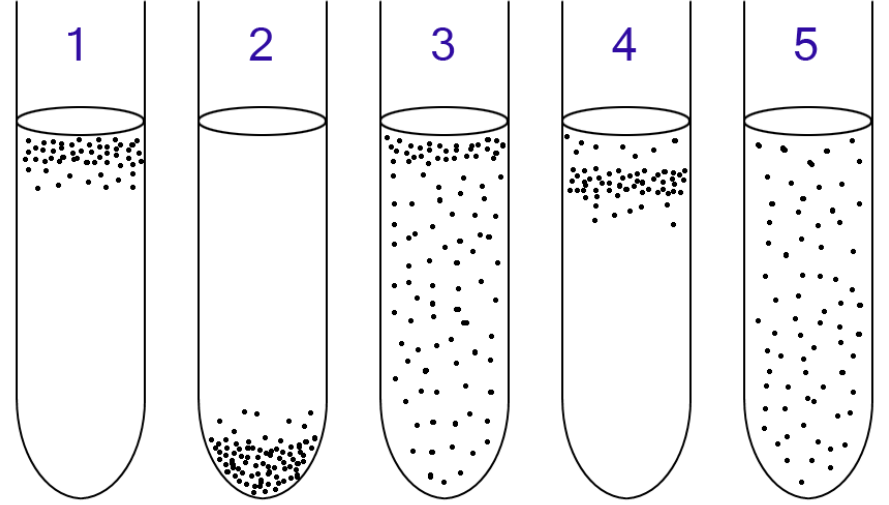
- *Bakteri hücre duvarı, donma ve çözölme sırasında parçalanabilir.*
- *Eğer mikroorganizmalar çok kısa süre içinde dondurulup, kurutulur ve havası alınmış ampuller içinde saklanırsa (liyofilizasyon) uzun yıllar canlılıklarını ve aktivitesini koruyabilir.*
- *Bakterilerin liyofilizasyonunda, steril yağsız süt, serum, gliserin, laktalbumin, sodyum glutamat, vs. gibi ara maddelerden yararlanılır.*
- *Çeşitli sıvılar ve serumlar aynı şekilde, ya çok soğuk derecelerde veya liyofilizasyon suretiyle uzun yıllar muhafaza edilmektedirler*

# Oksijenin Etkisi

• Mikroorganizmaların, üremeleri için oksijene olan ihtiyaçları, çok değişiklik göstermektedir. Bu gereksinmeye göre mikroplar 5 temel bölüme ayrılarak incelenebilirler:

- aerob,
- anaerob,
- fakültatif,
- mikroaerofil,
- aerotolerant

üreme şekilleri görülmektedir.



# Oksijenin Etkisi

## 1- Aerob bakteriler:

*Üremeleri ve yaşamaları için havadaki oksijene ihtiyaç duyarlar.*

*Doğada daha fazla bulunurlar.*

*Oksijensiz ortamlarda enerji elde edebilecek mekanizmaya sahip değillerdir.*

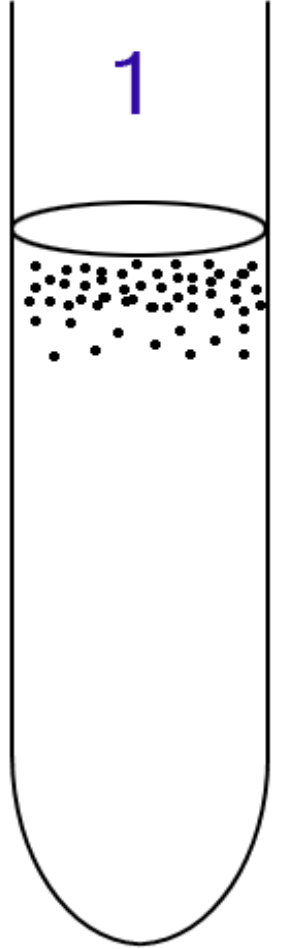
*Dik agar besiyerlerinde üretildikleri zaman genellikle üst kısımda koloni oluştururlar.*

*Zorunlu aerob bakteriler, havadaki moleküler oksijeni elektron alıcısı olarak kullanırlar.*

*Bu tür bakterilerin enzim sistemleri, hidrojeni (H<sup>+</sup>), serbest oksijene (O<sub>2</sub>) transfer ederek hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) oluştururlar.*

*Bu madde toksik olduğundan katalase enzimi tarafından hemen H<sub>2</sub>O ve O<sub>2</sub> 'ye ayrıştırılır (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub>).*

*Bazı bakteriler H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 'yi hidrojen (H) alıcısı olarak da kullanılabirler (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 2H → 2H<sub>2</sub>O).*



# Oksijenin Etkisi

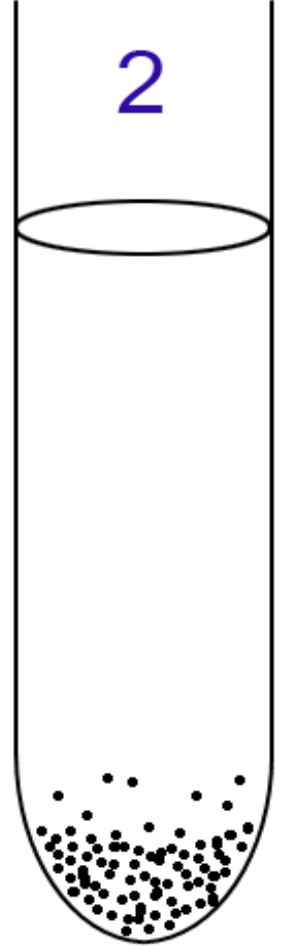
## 2- Anaerob bakteriler:

**Anaerobik mikroplar oksijenin bulunmadığı ortamlarda gelişebilirler. Oksijen bunlar için zehirleyici tesir yapar. Bunlarda bulunan enzimler oksijen tarafından bloke edildiği gibi, enzim sistemleri, hidrojeni (H<sup>+</sup>), oksijene transfer edemez ve başka oksijen alıcısı (nitrat, sulfat, karbonat, vs) kullanırlar.**

**Bu nedenle, hücre içinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşmaz.**

**Çoğu anaerop bakteri katalaz enzimine sahip değildir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'yi ayrıştıramadıklarından, kendileri için toksik etki yapar.**

**Bu tür mikroplar dik agar besiyerinin dip tarafında ürerler. Anaerobik mikroplar arasında, klostridiumlar, aktinomyces, Sphaerophorus necrophorus, v.s. sayılabilir.**



# Oksijenin Etkisi

## 3- Fakültatif bakteriler:

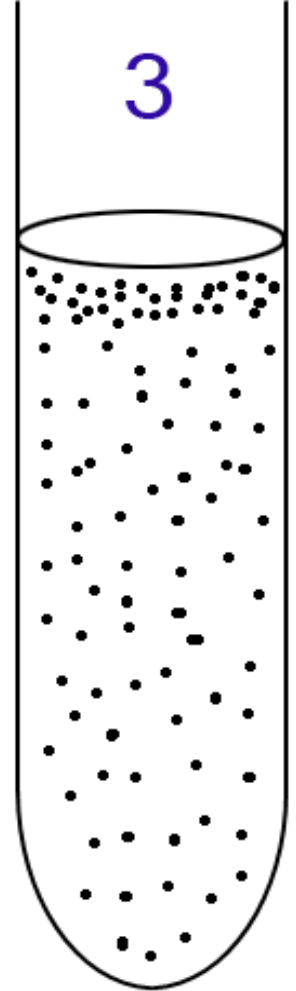
***Bu bakterilerde hem aerob ve hem de anaerob koşullarda üreyebilmelerine imkan sağlayan enzim sistemleri bulunur.***

***Oksijen içeren koşullarda aerob bakteriler gibi üremelerine devam ederler.***

***Anaerob şartlarda redükte olabilen maddeleri (sülfür, karbon, sodyum nitrat, vs.) hidrojen alıcısı olarak kullanabilirler.***

***Ancak, daha fazla enerji sağlayan aerobik koşullarda daha iyi gelişirler.***

***Anaerobik durumlarda, fermantatif metabolizmaları azdır. Diğer bir deyimle, substratları tam olarak okside edemezler. Dik agar besiyerinin) her tarafında üreme yeteneğine sahiptirler (enterobakteriler, stafilokoklar, vs.)***

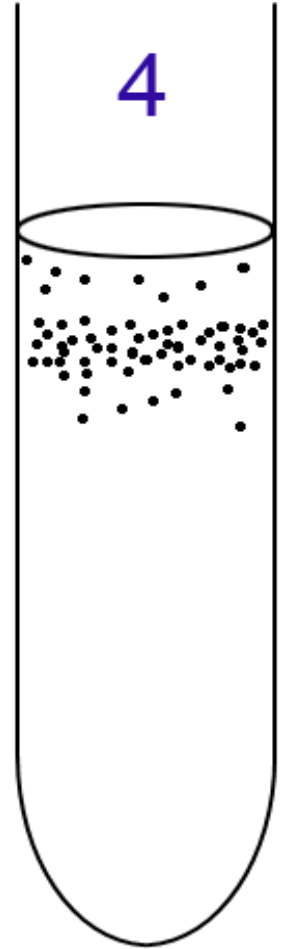


## Oksijenin Etkisi

### 4- Mikroaerofilik bakteriler :

*Havadaki oksijen konsantrasyonunda gelişemeyip, oksijen oranı % 5 civarında olan veya %5-10 CO<sub>2</sub> eklenmiş ortamlarda üreme olanağına sahiptirler. Bunlar anaerob koşullarda da gelişemezler. Mikroaerofilik bakterilere örnek olarak B. abortus, C. fetus, bazı mikoplasma türleri vs. sayılabilir.*

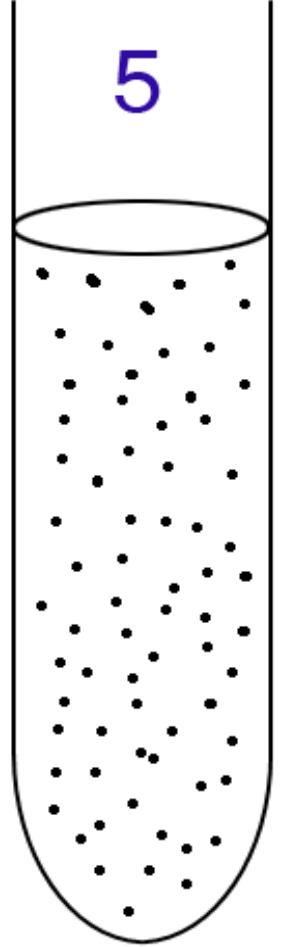
*Bu bakteriler dik agar besiyerlerinin yüzeyinden 1-1.5 cm kadar aşağısından üremeye başlarlar.*



## Oksijenin Etkisi

### 5- Aerotoleran bakteriler :

*Bu bakteriler, hem aerob ve hem de anaerob ortamlarda aynı oranda yaşayabilme ama anaerob şartlarda daha iyi üreme yeteneğine sahiptirler.*



# *Redoks Potansiyelin Etkisi*

## *(Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli)*

- *Oksidasyon-redüksiyon (O-R) elektriksel bir olaydır ve elektron transferi esasına dayanır.*
- *O-R potansiyeli Eh sembolü ile gösterilir ve milivolt (mV) olarak ölçülür.*
- *Bu potansiyelin ölçülmesi, ekilen mikropların üreyip - üremediklerini de ifade etmesi bakımından önem taşır.*
- *Kuvvetli oksidan maddeler pozitif potansiyel (+ 200 mV) ve kuvvetli redüktanlar ise negatif potansiyel (- 200 mV) meydana getirirler.*
- *Hidrojenin bir atmosfer altındaki potansiyeli -400 mV 'dur.*
- *Oksidasyon (elektron kaybı) ve redüksiyon (elektron kazanma) olayları sıklıkla birlikte meydana gelir.*
- *Bir madde okside olurken diğeri redükte olur.*
- *Elektron alıcısı okside eden, elektron vericisi de redükte eden ajandır.*



# *Redoks Potansiyelin Etkisi*

## *(Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli)*

- *Elektronun bir maddeden diğere geçişi iki madde (reaktant) arasında potansiyel farkını yaratır. Bu farkın şiddeti, kazanılan ve kaybedilen elektronlara bağlıdır.*
- *Eğer, madde çok fazla oksidan ise elektriksel potansiyeli (veya O-R potansiyeli) o oranda büyük olur ve pozitif değer taşır.*
- *Eğer madde redükten ise, bu değer düşüktür ve negatiftir.*
- *Okside olan ile redükte olan maddelerin konsantrasyonu birbirine eşitse, O-R potansiyeli sıfır olur.*
- *Anaerob bakteriler düşük bir O-R potansiyeline (- 0.2 v.) gereksinme duyarken aerobik olanlarda bu değer + 0.2-0.4 v.'dur.*
- *Kültürlerin çalkalanarak havalandırılması, pozitif potansiyel yaratır.*
- *Bakteriler üremeye başlayınca potansiyel düşmeye başlar.*

# *Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Etkisi (pH, Potansiyel Hidrojen)*

- *Mikroorganizmaların üremeleri için, besiyerinin pH 'sının optimal sınırlar içinde bulunması gereklidir.*
- *Minimal ve maksimal pH limitlerine yanaştıkça üreme azalır ve durur.*
- *Bakterilerin optimal pH limitleri oldukça değişiktir.*
- *Mikroorganizmaların bir kısmı*
  - *Asit ortamı (maya, küf, laktobasil, asetobakter, vs),*
  - *alkali ortamı (mikoplasma, toprak bakterileri, V. cholera, vs.) sever*
- *İnsan ve hayvanlarda hastalık oluşturanlar genellikle, konakçının sıvı ve dokularının pH derecesinde (pH. 7.0-7.4) ürerler.*
- *Patojen mikroorganizmaların besi yerlerinde üreme pH limitleri, apatogenlerden daha dardır*

# *Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Etkisi (pH, Potansiyel Hidrojen)*

- *Ortamın pH 'sının değişmesinde besiyerine katılan ve fermente olabilir karbonhidratların ayrışması sonucunda oluşan organik asitlerin, nitrojenli veya proteinli maddelerin dekompoze olması neticesinde meydana gelen amonyak veya alkali maddelerinin önemi fazladır.*
- *Ayrıca, hücrede oluşan ve dışarı çıkan diğer metabolizma artıkları da pH 'nın değişmesine neden olur.*
- *Reaksiyonu bazı bakteriler de dönüştürebilirler.*
- *E. aerogenes glukozu ayrıştırarak asit yapar ve ortamın pH 'sı düşer. Glukoz sarf edilip asit ürünler oluştuktan sonra, ortamda bulunan asitler bakteriler tarafından ayrıştırılır. Bu durumda besiyerinin pH 'sı normale doğru çıkış gösterir.*

# *Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Etkisi (pH, Potansiyel Hidrojen)*

- Üremeyi olumsuz yönde etkileyen pH değişmesini önlemek için, besiyerine tampon maddeler katılır.*
- Bu amaçla, genellikle, ayrı ayrı veya birlikte  $K_2HPO_4$  veya  $KH_2PO_4$  kullanılır.*
- Bunlar oluşan hidrojen (H) ve hidroksil (OH) iyonları ile birleşikler oluşturup serbest kalmasını engeller.*
- Dolayısıyla ortamın pH 'sı hemen asit veya alkali olmaz bir süre optimal limitler arasında kalır.*
- Bir ortamın pH'sı, içinde bulunan hidrojen iyonların konsantrasyonu ile ölçülür.*
- Saf suyun litresinde, + 22 °C' de  $10^{-7}$  gram hidrojen iyonu (H+) ile yine aynı miktarda ( $10^{-7}$  gram hidroksil iyonu (OH-) bulunur.*
- Her iki iyon aynı konsantrasyonda bulunması nedeniyle saf suyun reaksiyonu nötr ve pH 'sı 7.0 olarak kabul edilir.*

# Mikrobiyolojinin tarihçesinde kilometre taşları

- **1674 yılında Antoni van Leeuwenhoek'un mikroskobu icat etmesi**
- **1881 yılında Robert Koch'un jelatin kullanarak hazırladığı katı besiyerinden *Bacillus anthracis* izolmanı**
- **Koch postulatı**
  - **Hasta bireyden muhtemel etkeni izole et ve saf hale getir**
  - **Bu etkeni duyarlı ve sağlıklı hayvana zerk et**
  - **Hayvanda benzer semptomları gözle**
  - **Hastalandırılmış hayvandan aynı etkeni saf halde izole et**
  - **hasta bireyden izole ettiğin etken ile hayvandakinin aynı olduğunu göster.**
- **1882'de Louis Pasteur tarafından aşılamanın bulunması,**
- **1928'de Alexander Fleming'in penisilini keşfetmesi**
- **Besiyerlerinin geliştirilmesi hakkında kısa bir kronoloji**
  - **1817: Bartholomeo Bizio,**
    - **ekmek üzerindeki kırmızı renklenmeleri mikroskop altında incelemiş**
    - **Kırmızı renkli sütlü ekmeği taze sütlü ekmeğe değdirerek, *Serratia marcescens* olarak adlandırılan mikroorganizmayı bulmuş ve renklenmenin insan eliyle yapıldığını kanıtlamıştır.**
  - **1861: Louis Pasteur,**
    - **mayaların oksijenli ve oksijensiz ortamda gelişimini inceleyip, bunların geliştirilmesi için sıvı besiyeri formülünü açıklayan ilk bilim adamı olarak tarihe geçmiştir.**

# Mikrobiyolojinin tarihçesinde kilometre taşları

- **1869: Ferdinand Cohn,**
  - *besiyeri bileşiminde mineral maddelerin önemini göstermiştir. Böylece farklı grup mikroorganizmalar ile çalışma olanağı doğmuştur.*
- **1872: Alman botanikçi Oscar Brefeld,**
  - *sıvı besiyerine jelatin ekleyerek elde ettiği katı besiyerinde tek spordan küf kolonilerini ürettiğini bildirmiştir.*
- **1873: Edwin Klebs,**
  - *"fraksiyon yöntemi" olarak adlandırdığı bir seyreltme tekniği ile ayrı kültürler elde etti*
- **1877: John Tyndall,**
  - *bugün Tindelizasyon olarak anılan sterilizasyon yöntemini açıklamıştır.*
- **1878: Joseph Lister**
  - *"seyreltme tekniği" ile ilk saf kültür,*
  - *Pasteur'ün laktik asit fermentinden, sütte ekşimeye yol açan Bacterium lactis adını verdiği bakterinin izolmanı*
- **1880: Karl Wilhelm von Nägeli,**
  - *besiyeri hazırlamada pepton kullanımını öneren ilk bilim adamıdır.*
- **1881: Robert Koch,**
  - *aseptik olarak kesilmiş patates dilimlerinin, katı besiyeri olarak kullanımındaki yetersizliği üzerine, %10 jelatin eklenmiş sıvı besiyeri kullanarak Bacillus anthracis 'in saf kültürünü elde etmiş*

# Mikrobiyolojinin tarihçesinde kilometre taşları

- **1882: Koch, Walter Hesse ve Fanny Eilshemius Hesse**
  - *Sıvı besiyerlerinin katılaştırılmasında agar kullanarak yeni bir dönem başlatmışlar*
- **1883: Gayon ve Gabriel Dupetit,**
  - *şekerler ve alkoller gibi basit organik bileşiklerin kompleks organiklerin yerini alabileceğini göstermişlerdir.*
- **1889: Limbourg,**
  - *inhibitör olarak safra tuzları kullanmıştır. Safra tuzları (Ox Bile) günümüzde de koliform bakteriler için olan besiyerlerinin çoğunda bulunmaktadır.*
- **1891: Coprrado,**
  - *safranın B. mallei gelişmesini teşvik ederken, B. anthracis için bakterisit olduğunu göstermiş ve inhibitör madde kullanımını yoğunlaştırmıştır.*
- **1900: MacConkey ve Hill,**
  - *Safra Tuzu Glikoz Broth'u fekal kontaminasyon için basit bir test olarak önermişlerdir. Hemen arkasından MacConkey bu besiyerinde B. enteritidis 'i geliştirmek için glikoz yerine laktoz kullanmıştır.*
- **1902: Wilhelm von Drigalski ve Heinrich Conradi,**
  - *Salmonella typhi ile E. coli 'yi ayırt etmek için bu iki bakterinin şeker metabolizmasındaki farkını kullanmayı önermişlerdir. Böylece, selektif izolasyon kavramı daha da belirginleşmiştir.*

# *Mikrobiyolojinin tarihçesinde kilometre taşları*

- *1908: Christiaan Eijkman,*
  - *sıcak kanlı hayvanların bağırsağından izole edilmiş koliform bakterilerin Glikoz Broth besiyerinde, 46°C'da inkübe edildiğinde gaz ürettiğini göstermiştir.*
  - *Bu test günümüzde de benzer bir şekilde kullanılmaktadır.*
- *1916: Holt-Harris ve Teague,*
  - *patojenik enterobakteri tanımlama ve izolasyonu için kullanılmak üzere Eosin Methylene Blue Lactose Sucrose (EMB) Agar besiyerini geliştirmişlerdir. EMB Agar, günümüzde de kullanılan bir besiyeridir.*



# *Bakteri Metabolizması*

- *Bakteriler aktif canlılardır.*
- *Uygun bir çevresel ortamda sürekli olarak metabolizmaları devam eder ve sayıları sürekli artar.*
- *Bakterilerin hızlı çoğalması onların laboratuvarlarda invitro şartlarda üretilmesini ve hastalıkların teşhisine imkan verir.*
- *Bakterilerin üreyebilmeleri için uygun fiziksel, kimyasal koşulların var olması ve besin maddelerinin bulunması gerekmektedir.*
- *Bakteriler aminoasitleri, karbohidratları ve lipitleri elde etmek veya sentezlemek zorundadırlar.*

# Bakteri Metabolizması

- **Bakterilerin üreyebilmek için gerekli olan minimal ihtiyaçlar:**
  - *karbon kaynağı,*
  - *azot kaynağı,*
  - *enerji kaynağı,*
  - *su, değişik*
  - *iyonlar.*
- **Patojen bakteriler enerjilerini şekerleri, lipitleri, karbohidratları metabolize ederek elde ederler.**
- **Bazı bakteriler kolay ürerlerken bazılarının da üreme gereksinimleri çok fazladır.**
- **Hücre içinde meydana gelen kimyasal olayların tamamı metabolizmayı oluşturur.**
- **Virusların bir hücre yapısı ve metabolizmaları olmadığı için metabolik enzimleri de yoktur.**

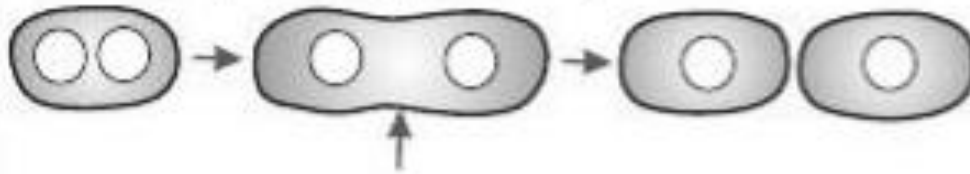
# Bakteri Metabolizması

- **Bakterilerde metabolizma dış enzimatik sindirim ile başlar.**
    - **Dış ortama salınan enzimler ile dış ortamdaki besin maddeleri parçalanarak hücre zarından geçebilecek küçük maddelere ayrıştırılırlar ve içeri alınırlar.**
  - **Endoenzimler hücre içi metabolizmayı yürütürler.**
    - **Böylece**
      - **hücrede yapı taşlarının sentezi,**
      - **solunum,**
      - **üreme,**
      - **hareket ve**
      - **diğer yaşamsal işlevler için**
- gerekli enerji sağlanır.**

# Bakteri Metabolizması

- **Tüm metabolik reaksiyonlarda elektron alışverişi olur.**
- **Elektron alışverişi oksidasyon ve redüksiyon olaylarını oluşturur.**
- **Kimyasal reaksiyonda**
  - **oksitlenen madde elektron kaybeder,**
  - **redüklenen madde elektron kazanır.**
- **ve**
- **Elektron aktarımı son elektron alıcısına kadar sürer.**
- **Solunum oksidasyon ve redüksiyon olaylarının ard arda sıralanması temeline dayanır.**

## Binary Fission (İkiye Bölünme)



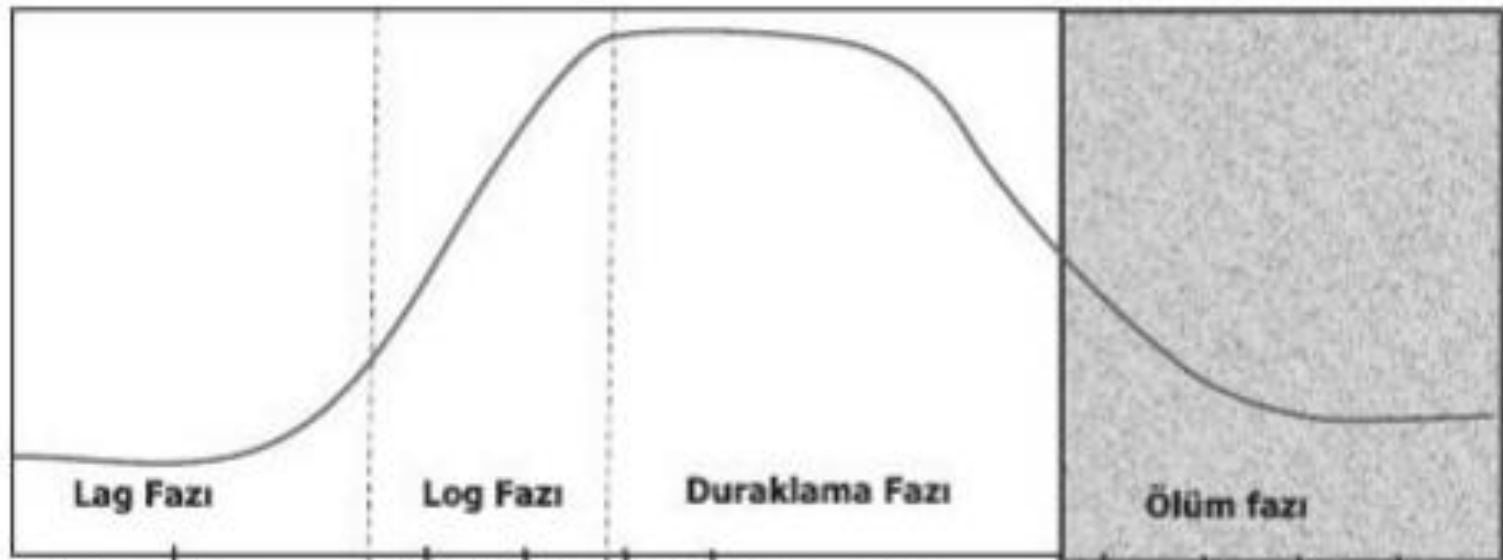
Her zaman bir hücre iki hücreye bölünür

**Generasyon zamanı** (daima log fazı dikkate alınır):

Bir hücrenin ikiye bölünmesi için geçen süre

1 → 2 → 4 → 8 → 16 → 32 → 64 → 128 git

## Büyüme Eğrisi



**Lag Fazı**

Bakteriler kültür ortamında yeni enzimlerini sentezlemeye başlarlar ve bölünme için boyutlarını artırırlar.

**Log Fazı**

Exponansiyal büyüme

**Duraklama Fazı**

Besinler tükenmeye başlar, toksik ürünler birikir ve hücreler ölmeye başlar.

**Ölüm fazı**

Logaritmik

ID:06s177

**BAKTERİEL BÜYÜME (BINARY FISSION, ASEXSUEL)**

# *Mikroorganizmaların üreme hızları ve dönemleri*

## *1) Lag Fazı:*

- Bakteriler yeni bir ortama girince önce o ortama adapte olurlar.*
- Metabolik olarak aktif olan ve bölünmeye hazırlanan bakterilerde yeni enzim sentezi olur.*
- Bakterilerin yeni bir ortama girdikten sonra çoğalmaya başlayıncaya kadar geçen süreye lag fazı denir.*
- Lag fazında sıvı kültür ortamındaki bakteri sayısında bir artış olmaz.*
- Yeni ortama adapte olamayan bakteri çoğalmaz ancak canlı olarak kalır.*

# *Mikroorganizmaların üreme hızları ve dönemleri*

## *2) Logaritmik Faz:*

- Kültürdeki tüm bakterilerin maksimum bir hızla ikiye bölündükleri faza logaritmik faz denir.*
- Bu evrede bakterilerdeki metabolik aktivite çok yoğundur.*
- Bu dönemde bakteri cinsinin hacimce en küçük durumundadır.*
- Bu evre, bakterilerin antibiyotiklere karşı en hassas oldukları dönemdir*

# Mikroorganizmaların üreme hızları ve dönemleri

## 3) Durağan Faz:

- *Durağan fazda bakteri topluluğunun sayısında bir artış olmaz.*
- *Bu evrede ikiye bölünen ve ölen bakteri sayısı birbirine eşittir. Ortamdaki bakteriler sayıca değişmez.*
- *Bakterilerdeki metabolik aktivite azalmıştır.*

## 4) Ölüm Fazı:

- *Kültür ortamında gelişen olumsuz koşullar sonucunda yaşlanan bakteri hücreleri ölürler.*
- *Bu bakteriler yeni bir kültür ortamına aktarılırsa, yeniden çoğalabilirler.*