

Bakterilerin Anatomik Yapısı

Dış yapılar

1. Hücre duvarı

- ✓ Hücre duvarı, PPLO- ve L- formları hariç, bakterilerin etrafını tam ve kesintisiz olarak saran, sitoplazmik zarın dışında bulunan ince ve esnek bir kılıftır.
- ✓ Hücre duvarı elektron mikroskop yardımıyla görülebilir.

Özel boyama teknikleri ile boyanabilir ve mikroskop altında farklı renklerde görünebilir. Hücre duvarının “Gram boyama” tekniği ile boyandıktan sonra gösterdiği renge göre bakteriler 2 gruba ayrılabilir:

- ✓ **Gram-pozitif (Gr+) bakteriler**
- ✓ **Gram-negatif (Gr-) bakteriler**

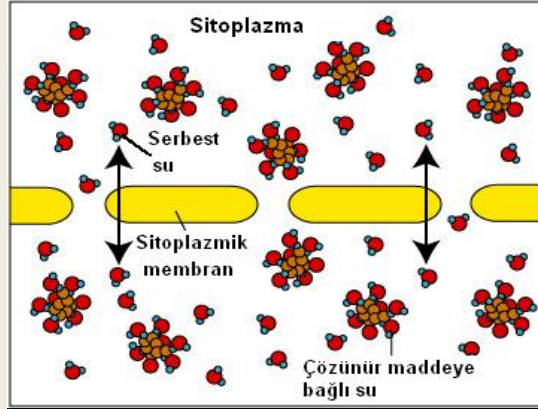
Boyama sırasındaki farklılık, bakterilerin hücre duvarları arasındaki bazı temel farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Hücre duvarının fonksiyonları:

1.Koruma fonksiyonu: Hücre duvarı bakteriyi çeşitli fiziksel ve kimyasal dış etkenlere ve diğer yabancı organizmalara karşı korur.

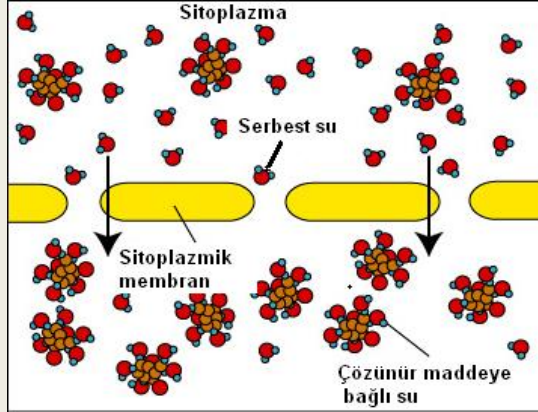
2. Şekil verme fonksiyonu: Sert fakat aynı zamanda elastik bir yapı özelliğine sahip olduğu için bakterilere şekil ve esneklik verir, iç ozmotik basınca karşı koymalarını sağlar.

- Hücre duvarı mekanik veya kimyasal yolla tahrip olursa, bakteri iç ozmotik basınç etkisi ile oval/yuvarlak şekil alır.
- Hücre duvarı olmayan ve sitoplazmik zarla çevrili olan hücre, **izotonik** ortamda yaşamını sürdürürken **hipertonik** ve **hipotonik** ortamlarda zar parçalanır ve bakteri ölür.



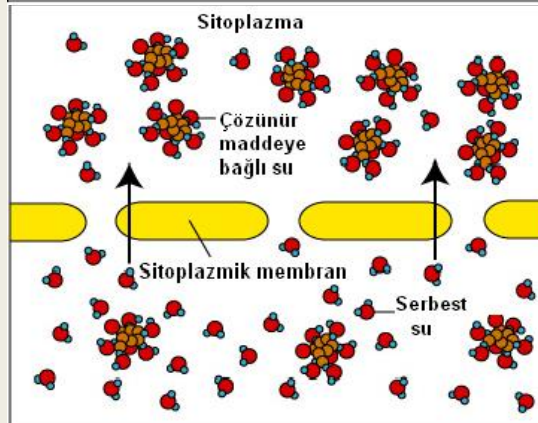
(A) İzotonik ortamdaki hücre

Bu ortamda, su ve çözünen maddelerin miktarı hücre içinde ve dışında eşit düzeydedir, bu nedenle hücreye eşit oranda su girişi ve çıkışı gerçekleşir.



(B) Hipertonik ortamdaki hücre

Bu ortamda, suyun miktarı hücre içinde daha fazla, çözünen maddelerin miktarı ise hücre dışında daha fazladır, bu nedenle hücre suyunu kaybeder ve **plazmoliz** meydana gelir.



(C) Hipotonik ortamdaki hücre

Bu ortamda, hücre dışında suyun, hücre içinde ise çözünen maddelerin miktarı daha fazladır. Bu nedenle hücreye su girişi olur ve **plazmoptiz** meydana gelir.

3. Bakteri hücrelerinin canlılığı açısından önem taşıyan geçirgenliğin sağlanması ve devam ettirilmesinde hücre duvarının özel bir fonksiyonu vardır.

➤ Hücre duvarının selektif bir süzgeç gibi görev yapmasına bağlı olarak, su, organik ve inorganik maddeler dışarıdan içeriye alınmakta, hücre içinde oluşan toksin, antibiyotik, enzim, metabolizma artıkları gibi maddeler de dışarı verilmektedir.

4. Hücre duvarı bakterilerin bölünmeleri ve çoğalmalarında etkin bir işleve sahiptir. Ayrıca aerob ve anaerob sporlu bakterilerde spor oluşumunda indirekt olarak görev alır.

5. Hücre duvarı bakteriyofajlar, plazmidler, antikorlar, genetik materyaller ve benzeri unsurların bağlandığı reseptör bölgelerini bünyesinde barındırır.

Hücre duvarının temel yapısı

- Bakteri hücre duvarı yarı-sert kompleks moleküler bir ağ yapısına sahiptir. Bu yapıya **peptidoglikan** yada **murein** adı verilir.
- Heteropolimer nitelikteki bu ağ yapısı içerisinde birbirine benzer **peptidoglikan monomerleri** yer alır.

- Peptidoglikan monomeri, NAG (**N-asetil glikozamin**) ve NAM (**N-asetil muramik asit**) olmak üzere birbirine bağlı iki amino şekeri ile NAM' in uzantısı bir pentapeptit bağından oluşur.
- NAG ve NAM molekülleri ardışık dizilerek **glikan** yapıyı oluşturur.
- Lizozim, glikozidaz ve amidaz enzimleri bakteri hücre duvarını etkileyerek peptidoglikan tabakasını eritirler. Ayrıca bazı antibiyotikler de peptidoglikan sentezini önleyebilir.

Gram-pozitif bakterilerde hücre duvarının yapısı

- Gram-pozitif bakteriler birkaç peptidoglikan katmanının oluşturduğu kalın bir hücre duvarına sahiptir. Duvarın kalınlığı 20-80 nm arasında değişim gösterir. Kimyasal olarak, hücre duvarının %60-90 kadarı peptidoglikandan ibarettir.

- Peptidoglikan tabakasında **taykoik asitler** bulunur. Taykoik asitlerin bileşiminde gliserol, fosfatlar ve bir şeker alkolü bulunur ve bazılarında lipidler de vardır.
- Taykoik asitler hücre duvarının daha güçlü bir yapıya sahip olmasına yardımcı olurlar, Ayrıca bakterinin antijenik özelliklerinin oluşturulmasında önemli rol oynarlar.

- Peptidoglikan tabakasının dış yüzeyinde **proteinler** yerleşik halde bulunur. Yüzey proteinlerinin sayısı ve tipi bakteri türüne ve suşuna bağlı olarak değişim gösterir.

Yüzey proteinlerin işlevleri;

- ✓ Enzim olarak görev yapmak
- ✓ Bakterinin değişik yüzeylere tutunmasında yapıştırıcı görevi görmek
- ✓ Belirli bakterilerin fagositoza karşı korunmasına yardımcı olmak

Gram-negatif bakterilerde hücre duvarının yapısı

Gram-negatif bakterilerin hücre duvarı çok katlı bir görünüm sergiler. Hücre duvarını oluşturan katmanlar içten dışa doğru şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Peptidoglikan
2. Dış membran

1. Peptidoglikan :

- Kalınlığı genellikle 2-3 nm dir. Hücre duvarının %10-20 kadarını oluşturur. Bu tabaka bakteriyi osmotik basınç değişimlerine karşı koruma görevini yürütür.

2. Dış Membran :

- Fosfolipidler, lipoproteinler, lipopolisakkaritler ve proteinlerden oluşan çift katlı bir lipid tabakasıdır. Kalınlığı 7 nm dir.
- Dış mebranın içe bakan kısmında temel olarak fosfolipidler yerleşmiştir. Fosfolipidlerin arasında lipoproteinler bulunur, bunlar peptidoglikan tabakasına kadar uzantı yaparak iki katman arasında bağlantı sağlar.

- Dış membranın dışa dönük yüzeyinde ise **lipopolisakkaritler** vardır. Dış membranın dayanıklılığına katkıda bulunmaktadır. **Endotoksin** (Lipid A ve polisakkarit) olarak da adlandırılır.
- Dış membranda porin adı verilen ve gözenekleri oluşturan proteinler vardır. Bu gözenekli yapı sayesinde yarı geçirgen özellik gösterir.

2. Periplazma

- ✓ Periplazma jelatimsi bir materyaldir.
- ✓ Gr⁺ bakterilerde peptidoglikan ve sitoplazmik zar arasında, Gr⁻ bakterilerde ise dış membran ve sitoplazmik zar arasında yer alır.
- ✓ Periplazmada besin maddelerinin parçalanmasında görev alan **enzimler** ve bu maddelerin sitoplazmik zardan taşınmasını kolaylaştıran **proteinler** bulunur.

3. Kamçı (Flagellum)

Bakterilerin hemen hemen yarısı kamçı adı verilen bir organ yardımıyla hareket edebilir.

- Kamçı ipliğimsi, dallanmış, kıvrımlı bir organdır.
- Ait olduğu bakteri boyunun 4-6 katı uzunluktadır.

Kamçı başlıca 3 kısımdan oluşur.

➤ Filament

Flagellin adlı proteinden oluşan, hücre yüzeyinden uzanan, sert ve kıvrımlı kısım.

➤ Çengel

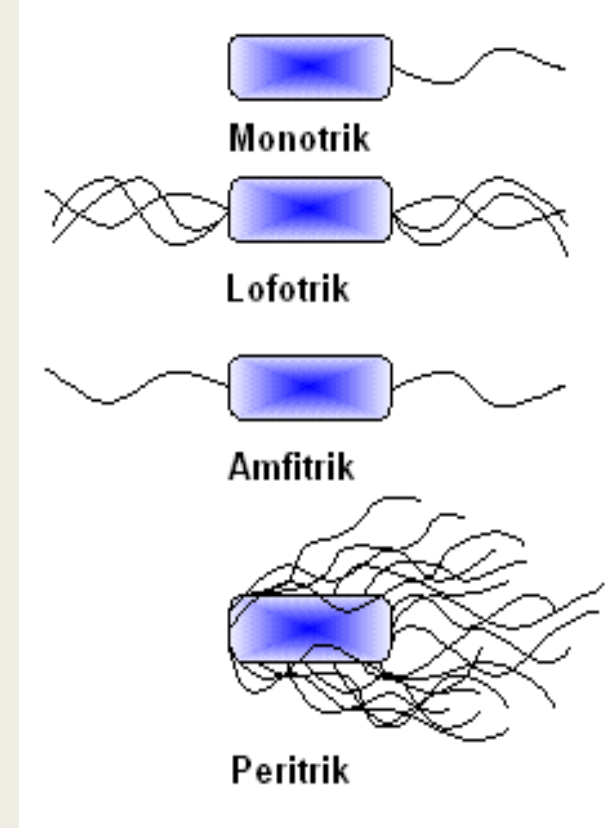
Flamenti bazal gövdeye birleştiren esnek kısım.

➤ Bazal gövde

Kamçının dönmesini ve bakterinin hareketini sağlayan bölüm.

Kamçı sayısına göre bakteriler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

1. **Atrik.** Hiç kamçı ulundurmayanlar.
2. **Monotrik.** Bir uçta bir tek kamçısı bulunanlar.
3. **Lofotrik.** Hücrenin bir veya iki ucunda iki veya daha fazla kamçısı bulunanlar.
4. **Amfitirik.** Hücrenin iki ucunda kamçısı bulunanlar.
5. **Peritrik.** Kamçıları bütün hücre yüzeyine yayılanlar.



- Bakteri kamçısı hem saat yönünde hem de tersi yönünde hareket edebilir. Bu hareketler bazal gövdede bulunan protein tarafından idare edilir.
- Bakteri hareketi 1 saniye kadar sürer ve bu sürede uzunluğunun 10-20 katı mesafe alır.
- Hareketlilik bakterinin refleks (taksis) yoluyla optimum çevre koşullarında kendini korumasına yardımcı olur. **Taksis** çevresel uyarıcılara karşı bakterinin gösterdiği hareketli tepkidir.

Tepkiye yol açan çevresel faktörler ve bunlara karşı bakterinin verebildiği refleksler:

Çevresel faktörler	Refleks tipi
Kimyasal maddeler	Kemotaksis
Işık	Fototaksis
Ozmotik basınç	Ozmotaksis
Oksijen	Aerotaksis
Sıcaklık derecesi	Termotaksis

Pili (Tekil hali=Pilus)

- Sitoplazmik zar kökenli ince protein borularıdır.
- Bazı bakterilerde hücrenin tüm dış çeperine yayılmış bir halde bulunur.
- Gram-negatif bakterilerin hemen hemen tümünde bulunur, birçok gram-pozitif bakteride ise yoktur.

- Pilus, “**pilin**” adlı proteinden oluşan bir uzantıya sahiptir. Bu uzantının sonunda, bakterinin konakçı hücreye tutunmasının sağlayan yapışkan bir uç vardır.

Glikokaliks (Kapsül ve sümüksü katman)

- ✓ Glikokaliks hücrenin en dışında yapışkan, iplikli bir örtü katmanıdır.
- ✓ Bütün bakteriler bir tür glikokaliks salgırlar.
- ✓ Glikokaliks yapışkan nitelikte bir polisakkarit veya sümüksü karakterde bir polipeptittir.

✓ Bu örtü katmanı geniş ve yaygın jelatinimsi madde birikimi halinde, hücre duvarının dışına sıkıca bağlı şekilde bulunuyorsa **kapsül** olarak adlandırılır.

✓ Glikokaliks tabakası düzensiz ve daha gevşek bir şekilde hücre duvarına bağlı ise, buna da **sümüksü** (slime) katman adı verilmektedir.

Glikokaliksin görevleri

- Besin maddelerini yakalamak
- Bakteriyi kurumaya karşı korumak gibi işlevleri yanında,
- Belirli bakterilerin fagositoz yoluyla yutulmaya karşı direnç göstermelerini sağlamak.
- Bazı bakterilerin kaya, kıl dibi, diş gibi yüzeylere tutunmalarını ve buralarda çoğalmalarını sağlayarak bu yüzeylerden uzaklaştırılmaya karşı dirençli hale getirmek.

İç Yapılar

1. Sitoplazmik zar (hücre zarı veya plazma zarı)

- Hücre duvarının altında sitoplazmayı saran ince bir zardır.
- Kalınlığı 5-10 nm arasındadır.
- Sitoplazmik zar **fosfolipid** ve **protein** moleküllerinden ibarettir. Tüm hücre lipidlerinin %70-90'nı sitoplazmik zarda yer alır.

- Hücre duvarına sahip olmayan mikoplazmalar hariç, prokaryotik bakterilerin sitoplazmik zarlarında steroller bulunmaz. Fakat sitoplazmik zarın stabil bir durumda kalmasını sağlayan **hopanoid** adı verilen sterol benzeri maddeler bulunur.

- Proteinler iki lipid tabakası arasında yer yer dağılmış halde bulunur. Zarın iç kısmına gömülü halde bulunan proteinler **entegre proteinler**, zarın dış kısmına tutunmuş halde bulunanlara ise **perifer proteinler** denir.

Sitoplazmik zarın hücredeki görevleri:

- Sitoplazmayı sarar ve korur.
- Selektif geçirgenlik özelliğine sahip olduğu için hücreye madde giriş ve çıkışlarını kontrol altında tutar.
- DNA'nın replikasyonuna katılır.
- Hücrenin çeşitli faaliyetlerinde görev alan enzimleri yapısında barındırır.
- Hücre duvarı ve kapsül maddesinin sentezine katılır.
- Hücre bölünmesinde ve sporlanmada septum oluşumuna yardımcı olur.

Selektif geçirgenlik ve madde transportu

a) Pasif difüzyon:

Maddelerin pasif difüzyon yoluyla hücreye giriş çıkışlarında;

- dış ortam ile hücre içindeki konsantrasyon,
- ozmotik basınç
- elektriksel yük farklılıkları rol oynar.

Pasif difüzyon ile su, çözüner haldeki gazlar ve lipidlerde çözünen moleküller giriş-çıkış yapabilirler!

Maddeler yüksek konsantrasyon ve ozmotik basınca sahip ortamdan düşük konsantrasyona doğru geçiş yaparlar. Sitoplazmik zar bu şekilde her iki ortam arasındaki ozmotik dengeyi ve sıvı akımını ayarlar.

b) Aktif transport

- Molekül çapları büyük olan maddelerin (protein, lipid, polisakkarit gibi) sitoplazmik zarı geçebilmeleri için **taşıyıcı proteinlere** ve **metabolik enerjiye** ihtiyaç duyulur.
- Bu yolla dış ortamdaki madde konsantrasyonu düşük olsa bile, hücre gereksinim duyduğu maddeleri içeride biriktirir. Aktif transportta **permeaz** olarak bilinen enzim sistemleri (taşıyıcı proteinler) aracı olarak iş görürler.