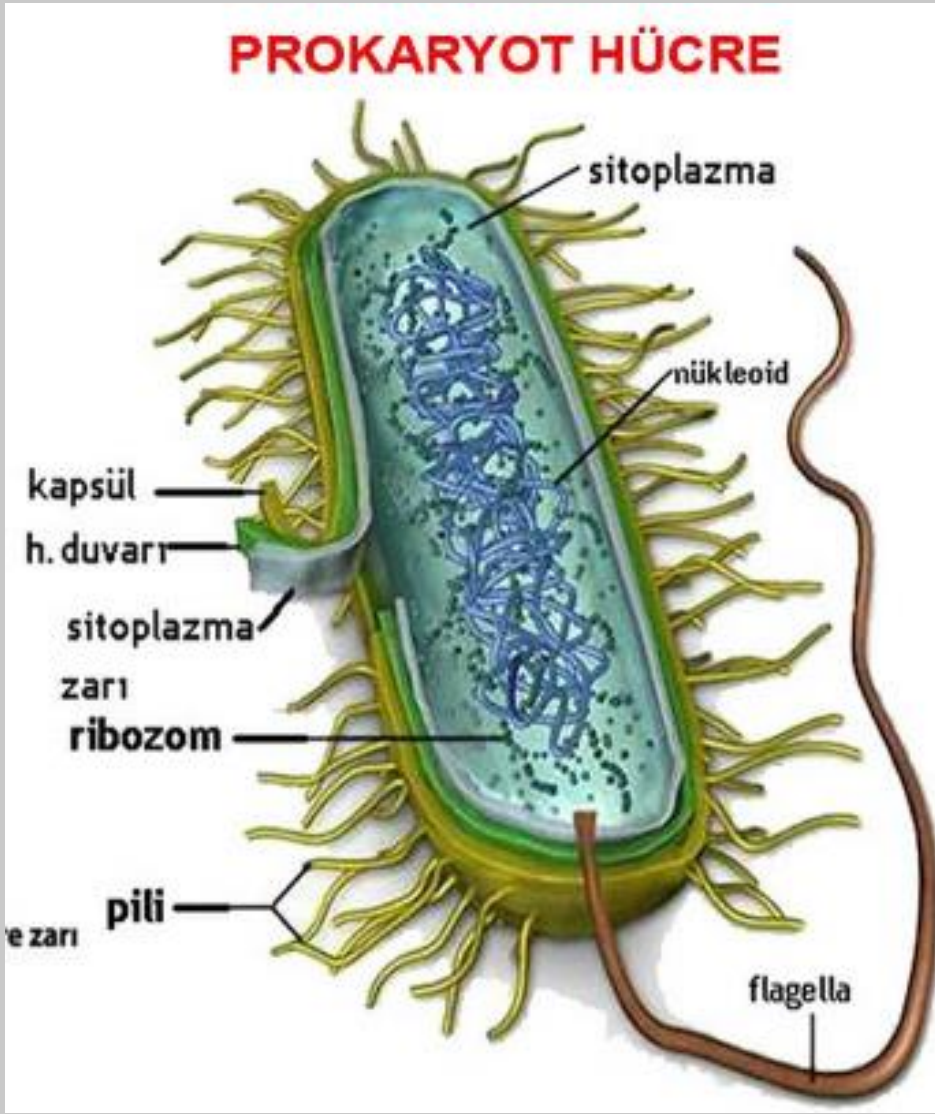


ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

# Tarımda Mikrobiyal Biyotransformasyon Uygulamaları Dersi 3

Hazırlayan  
Dr. Öğr. Üyesi Merve ŞENOL KOTAN

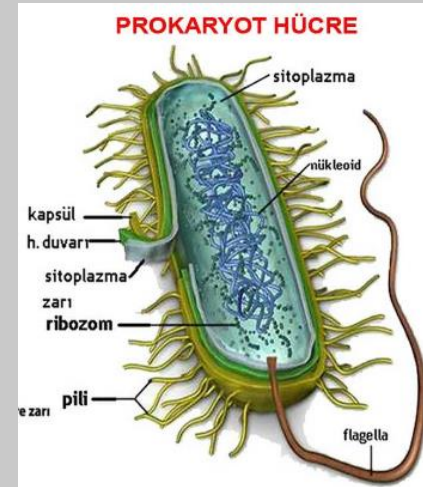
# Prokaryotik Hücre



- ✓ Üyeleri bakteriler ve cyanobacterler (mavi-yeşil algler) olan ve ilkel çekirdekliler olarak da isimlendirilen prokaryotik alem, tek hücreli organizmaların heterojen bir grubunu oluşturmaktadır.
- ✓ Binlerce bakteri türü morfolojileri, bileşimleri, besin ihtiyaçları ve biyokimyasal aktiviteleri de dahil olmak üzere birçok özellikleriyle birbirinden ayrılmaktadır.

## Bakterilerin ışık ve elektron mikroskoplarıyla belirlenebilen başlıca özellikleri şöyledir:

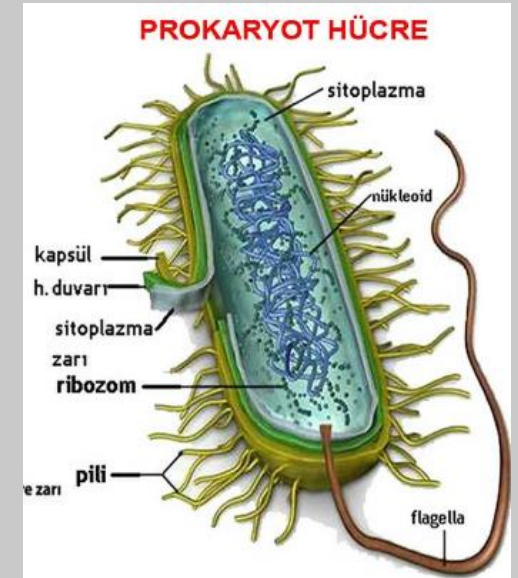
- 1) Hemen bütün bakteriler **peptidoglikan** içeren, yarı sert bir hücre duvarına sahiptir.
- 2) Eğer bakteri hareketliyse, bu hareketi ekseriya **flagella** denilen hareket organıyla yapar.
- 3) Bakterilerde belli bir zarla çevrilmiş çekirdek bulunmadığı halde her hücrede organizmanın bütün fonksiyonlarını yerine getirebilen **çekirdek materyali** vardır.
- 4) Bakterilerin çoğu bölünme ile çoğalır. Bir hücre kendi özelliklerini taşıyan iki yavru hücreye bölünür.
- 5) Bakteri DNA'sı histon proteinleriyle birlikte bulunmaz.
- 6) Ökaryotik hücredeki organellerin **hepsine sahip değildir.**



# Prokaryotik Hücre



- ✓ Bakterilerin bileşimi; %80 su, %20 kuru maddeden oluşmaktadır.
- ✓ Kuru maddede %50 **protein**, %20 **hücre duvarı polimeri**, %10-20 **RNA**, %10 **lipid**, %3-4 **DNA** bulunur.
- ✓ Elementler bakımından incelendiğinde; %45-55 karbon (C), %20 oksijen (O), %10-15 azot (N), %10 hidrojen (H), %2-6 fosfor (P), kalanı kükürt (S) ve diğer elementlerden oluşmaktadır



# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)

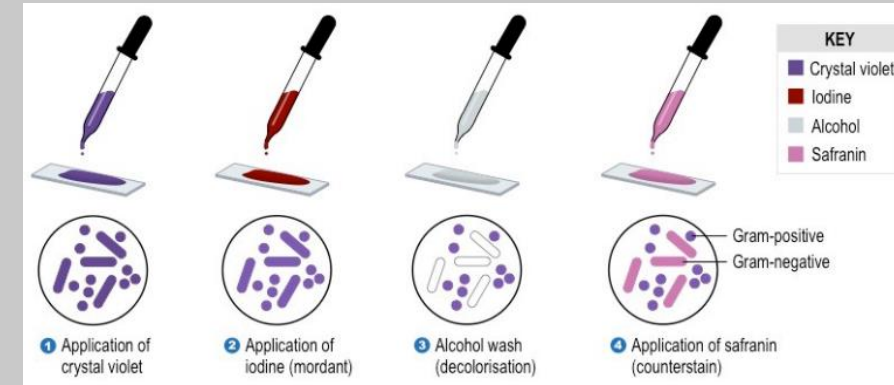


- ✓ Bakterilerin hücre duvarı oldukça karmaşık özelliktedir.
- ✓ Elastiki ve yarı sert yapıda olup her hücre şekli için karakteristiktir.
- ✓ İç kısımda bulunan sitoplazma membranı ve onun bünyesindeki kısımları çevrelemektedir.
- ✓ Hücre zarının esas fonksiyonu hücre içindeki ozmotik basınç, hücre dışındaki ozmotik basınçtan büyük olduğunda bakteri hücrelerinin zarar görmesini engellemektir.
- ✓ Flagellanın bağlantı noktası olarak hizmet verir.
- ✓ Çözünmüş maddelerin hücreye giriş ve çıkışını kontrol eder.
- ✓ Bazı türlerde hastalık semptomlarını üretir.

# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



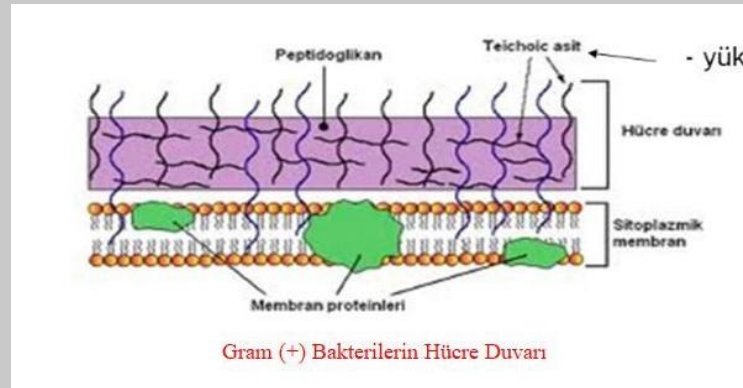
- ✓ Bakterilerin hücre duvarı **peptidoglikan** olarak isimlendirilen bir makromoleküler ağdan oluşmaktadır. Bu makromolekül, bir heteropolimerdir.
- ✓ Glukozla ilişkili iki şeker, **N-asetil glukozamin (NAG)** ve **N-asetil muramik asit (NAM)** (murus, duvar anlamında) ile dört veya beşli aminoasit zinciri içermektedir.
- ✓ Bakteriler; Gram boyama yönteminden yararlanılarak, Gram-negatif ve Gram-pozitif olmak üzere gruplandırılır
- ✓ Gram boyamadan, hücre duvarının kesinlikle sorumlu olduğu ve murein tabakasının tek veya çok katlı oluşunun rol oynadığı vurgulanmaktadır.



# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



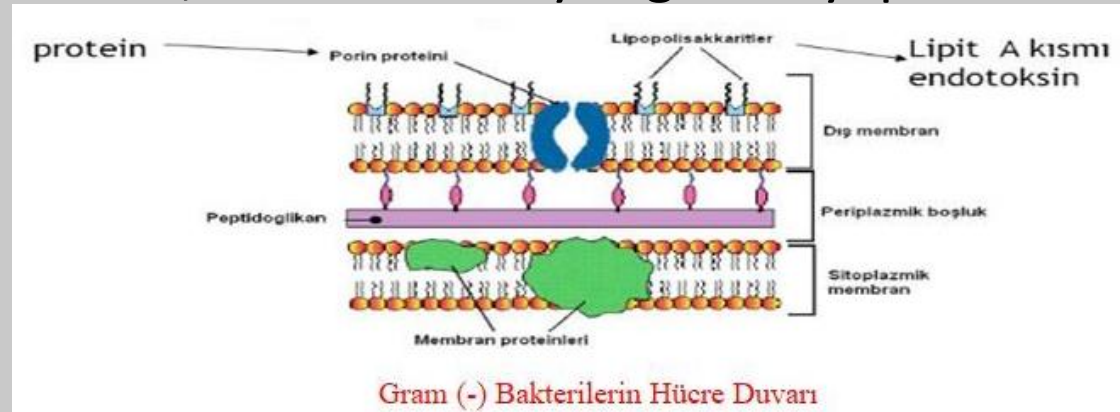
- ✓ Gram-pozitif bakterilerin çoğunda hücre duvarındaki murein ağı 50'nin üzerinde katmanlı olup Gram-negatif bakterilere göre **daha kalındır**.
- ✓ Gram-pozitif bakterilerin hücre duvarlarında, ribid fosforik asit ile glisero fosforik asidin polimeri olan **taykoik asit**, immünolojik öneme sahip, fazla miktarda bulunmaktadır.
- ✓ Taykoik asitler murein ağı tabakalarına veya plazma membranına bağlanırlar. Bunlar iyonların hücre içi veya dışına taşınmasına yardımcı oldukları için normal hücre bölünmesinde görev alabilirler.
- ✓ Gram-pozitif bakterilerin hücre duvarlarında az miktarda **lipopolisakarit** bulunmaktadır.



# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



- ✓ Gram-negatif bakterilerin murein ağı **sadece bir tabakadan** oluşmaktadır. Oldukça incedir ve **hiç taykoik asit** içermemektedir.
- ✓ **Çok az miktarda peptidoglikan içermesi nedeniyle** Gram-negatif bakterilerin hücre duvarları mekanik kırılmaya hassastır.
- ✓ Peptidoglikan tabakası lipoproteinler (LP), lipopolisakkaritler (LPS) ve fosfolipidlerden (FL) oluşan bir dış membranla kuşatılmaktadır.
- ✓ Bu dış tabaka hücre içi ile dış çevresi, buna penisilin gibi antibiyotikler, bazı boyalar, bazı tuzlar ve ağır metaller dahildir, arasında bariyer görevi yapmaktadır.

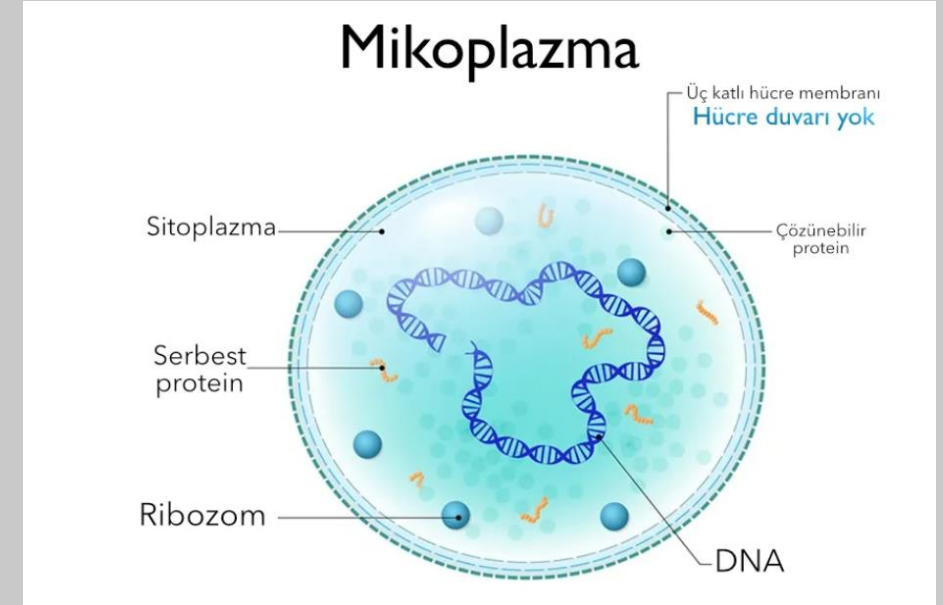




# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



- ✓ Prokaryotlar arasında hücre duvarı olmayan veya çok ince bir hücre duvarına sahip hücreler de bulunmaktadır.
- ✓ **Mikoplazma** üyeleri ve onlarla ilişkisi olan organizmalar bu gruba girmektedir.
- ✓ Mikoplazmalar en küçük bakteriler olarak bilinmekte ve canlı konukçu hücre üzerinde gelişerek çoğalmaktadır.
- ✓ Hücre duvarları olmadığı için ilk bakışta virüslere benzeyen bu organizmaların plazma membranlarında diğer bakterilerden farklı olarak steroller bulunur.
- ✓ Sterollerin bakterilerin ozmotik lizise karşı korunmasında yardımcı olduğu düşünülmektedir.



# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



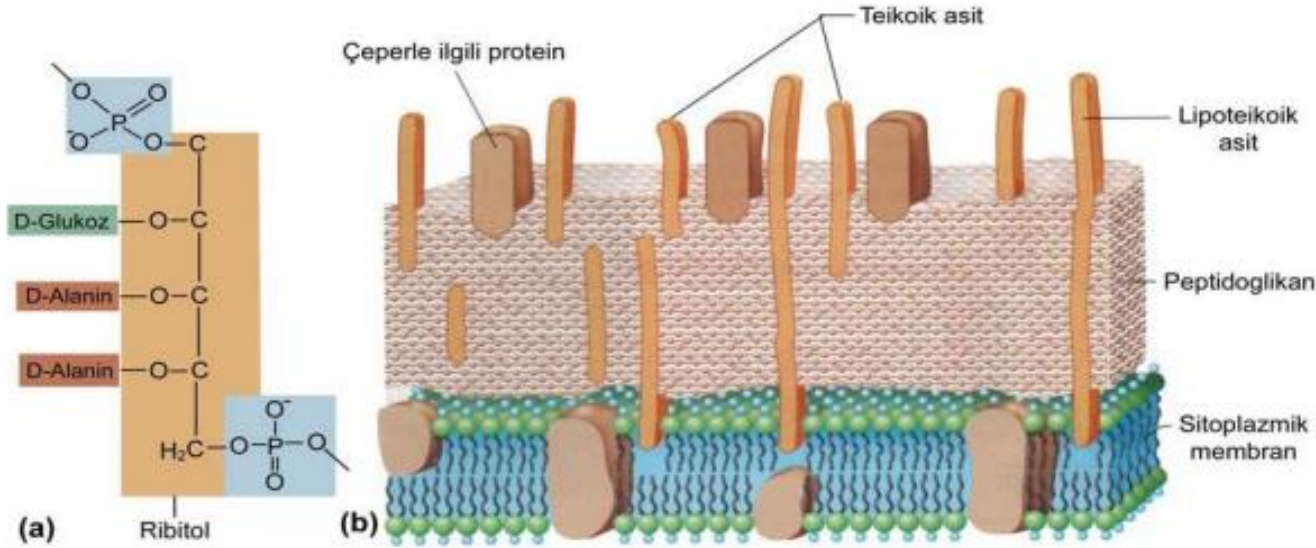
- ✓ Prokaryotlardan cyanobacterlerin (mavi-yeşil algler) hücre duvarı yapısı da esas itibariyle **peptidoglikandan** oluşmaktadır.
- ✓ Mavi-yeşil alglerin hücre duvarları bileşimleri bakımından Gram-negatif bakterilerin hücre duvarına benzemektedir.
- ✓ Hücre duvarları, belli antimikrobiyal droglara karşı iyi bir hedefdir.
- ✓ Çünkü, bu duvar ökaryotik hücre duvarı yapısında bulunmayan bazı kimyasallardan oluşmaktadır.



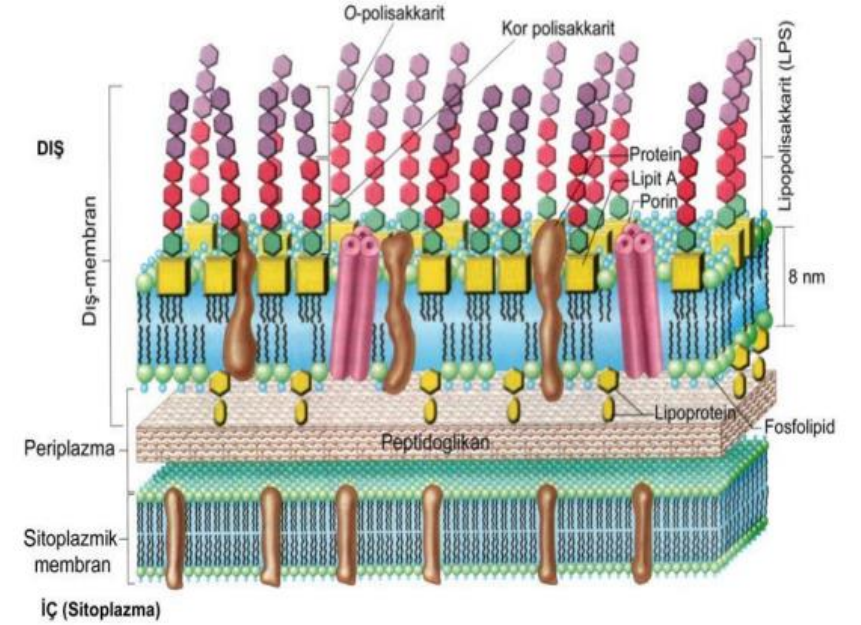
# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



- ✓ Nitekim bakterilerin hücre duvarları zarar görebilmekte veya onların sentezlenmesi sırasında girişim söz konusu olabilmektedir.



**Şekil :** Gram-pozitif bakterilerin hücre duvarının genel yapısı ve teikoik asitler. (a) *Bacillus subtilis*'in ribitol teikoik asitinin yapısı. Burada gösterilen teikoik asit ise ribitol biriminin tekrarlanması ile oluşan bir polimerdir. (b) Gram-pozitif hücre çeperinin diyagramatik yapısı.

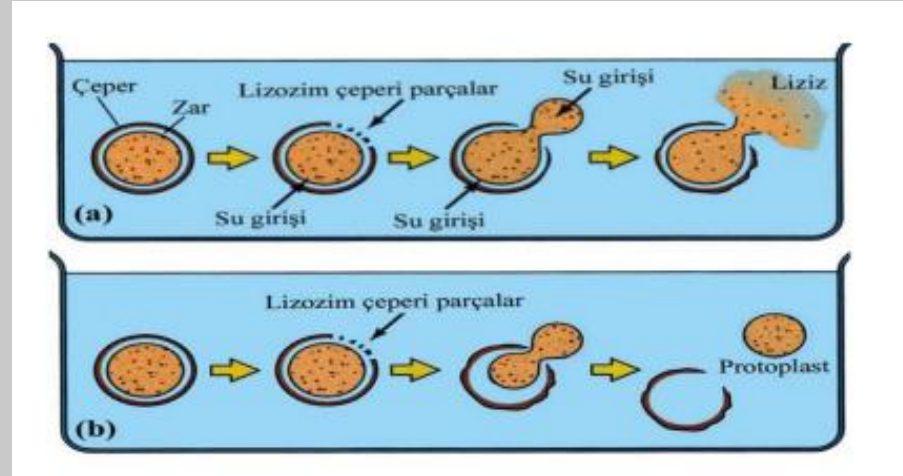


**Şekil:** Gram-negatif bakterilerde dış membran yapısının şematik görünümü.

# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



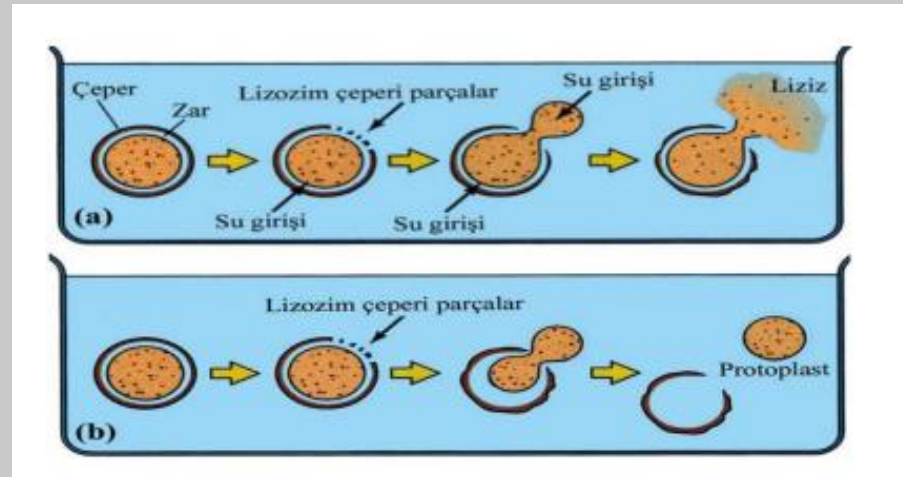
- ✓ Hücre duvarı zararlanmasındaki yollardan birisi **lizozim** enzimidir. Bu enzim doğal olarak bazı ökaryotik hücrelerde, gözyaşı, mukoza ve salyada bulunmaktadır. Lizozim bazı bakteriler (*Escherichia coli*, *Streptomyces*) ve bakteriyofajlardan da izole edilebilmektedir.
- ✓ Lizozim, Gram-pozitif bakterilerin pek çok tipinin (Staphylo ve Pneumokok) hücre duvarlarında kopma, kırılma veya liziz'e sebebiyet vermektedir. Liziz olayı, lizozim enziminin peptidoglikanın polisakkarit zincirindeki şeker bağları arasındaki hidrolizi katalize etmesiyle meydana gelmektedir. Hücre duvarı yumuşamakta, içeriye su girmekte, şişerek parçalanmaktadır.



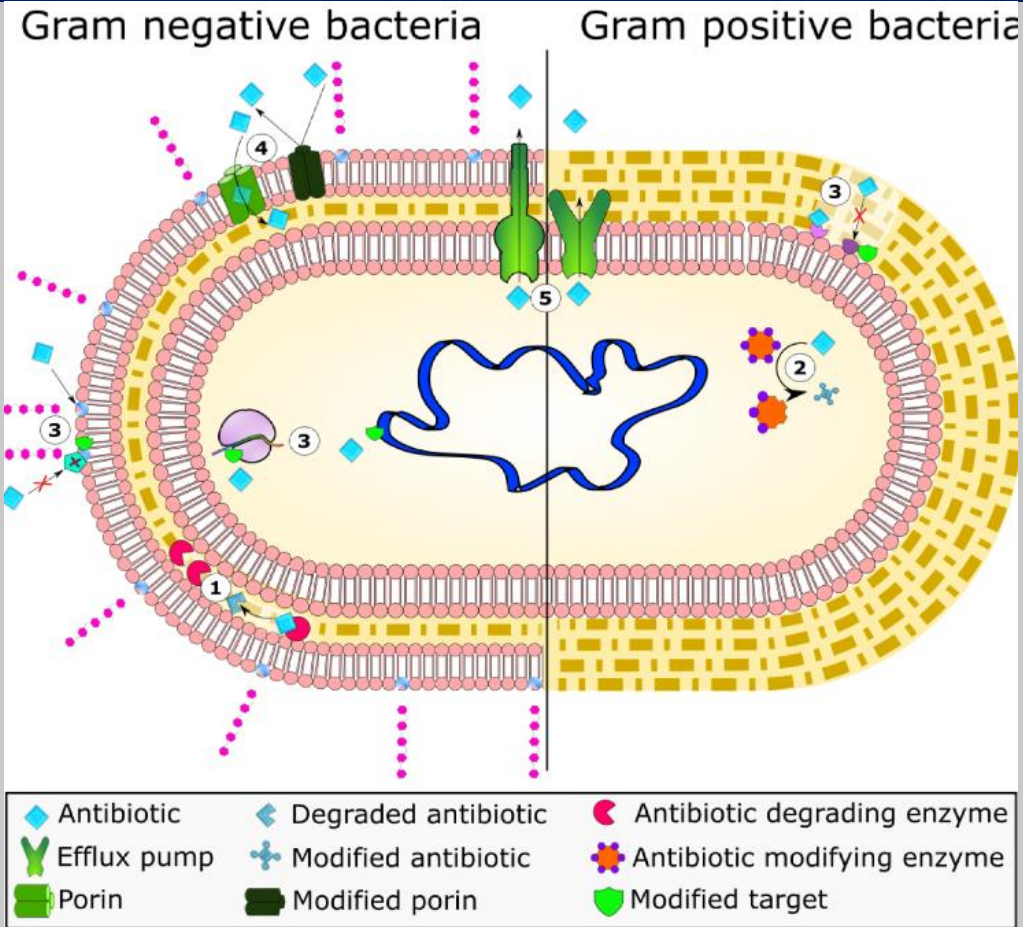
# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



- ✓ Gram-pozitif bakterilere lizozim uygulandığında hücre duvarları tamamen parçalanmaktadır.
- ✓ Plazma membran ile çevrili olan iç kısım lizozimden etkilenmemekte, arda kalan bu yapı **protoplast** olarak tanımlanmaktadır.
- ✓ Lizozim enzimi, benzer şekilde Gram-negatif bakterilere uygulandığında, hücre duvarı tamamen parçalanmamakta, dış membranın önemli bir kısmı kalmaktadır. Bu kez hücresel içerik, plazma membran ve kalan dış duvar tabakasıyla birlikte yine küresel yapıda olan **sferoplast** oluşmaktadır.



# Hücre duvarı (Prokaryotik Hücre)



Bakterilerde antibiyotik direncinin ortak mekanizmaları,

- (1) enzimatik hidroliz
- (2) grup transferi ve redoks işlemi ile antibiyotiklerin enzimatik modifikasyonları,
- (3) antibiyotik hedeflerinin modifikasyonları,
- (4) porin modifikasyonları ile antibiyotiklere geçirgenliğin azalması membran akış pompaları ile
- (5) antibiyotiklerin aktif ekstrüzyonu.

- ✓ Antibiyotikler, peptidoglikanın peptid köprüleri formasyonunu girişimle bozarak bakteriyi parçalarlar.
- ✓ Böylece fonksiyonel hücre duvarının şekli bozulmuş olur.
- ✓ Genellikle penisilin antibiyotiği Gram-pozitif bakterilere Gram-negatif bakterilerden daha etkilidir. Gram-negatif bakterilerin dış membranı, penisilin hücreye girişine karşı daha dirençlidir.
- ✓ Mikoplazmalar gibi hücre duvarları eksik organizmalar da antibiyotiklere karşı daha fazla direnç göstermektedir.



- Singh, D. P., Gupta, V. K., & Prabha, R. (Eds.). (2019). *Microbial interventions in agriculture and environment: Volume 2: Rhizosphere, microbiome and agro-ecology*. Springer Nature.
- Bisen, P. S., Debnath, M., & Prasad, G. B. (2012). *Microbes: concepts and applications*. John Wiley & Sons.
- Prasad, R., Kumar, V., Singh, J., & Upadhaya, C. P. (Eds.). (2021). *Recent developments in microbial technologies*. Springer Singapore.
- Güven, S., & Demirel Zorba, N. N. (2013). Genel Mikrobiyoloji ve Laboratuvar Kılavuzu. *NOBEL yayınları, Ankara*.
- Tunail, N. (2009). *Mikrobiyoloji*. Danone Enstitüsü Derneği.