



KARAGÖZ
CANCEROME
— RESEARCH LABORATORY —

SİTOLOJİYE GİRİŞ



Gaziantep Üniversitesi
Biyoloji Bölümü



İÇİNDEKİLER

- SİTOLOJİ NEDİR?
- HÜCRE İLE İLGİLİ TARİHSEL GELİŞİM
- İLK HÜCRE OLUŞUMU
- HÜCRE DOMAINLERİ VE ÖZELLİKLERİ

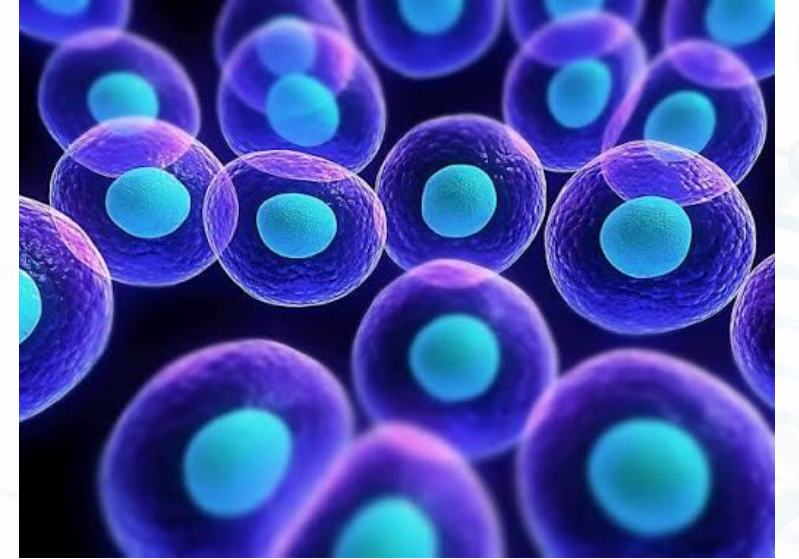
SİTOLOJİ

- Organizmanın en küçük yapısal ve işlevsel birimi olan hücreyi inceleyen bilim dalına **sitoloji** denir.
- Sitoloji;
 - Yunanca kytos, Latince cella : hücre, boşluk – logos : bilgi, nutuk kelimelerinden oluşmuştur

SİTOLOJİ

Sitolojinin hücrenin;

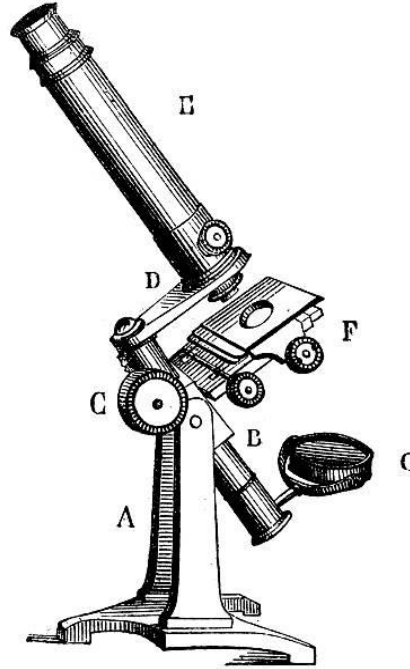
- Yapısı
- Organelleri
- Fizyolojik özellikleri
- Çevre ile etkileşimi
- Yaşam döngüsü, çoğalması ve ölümü
- Evrimsel gelişimi hakkında çalışmaktadır.

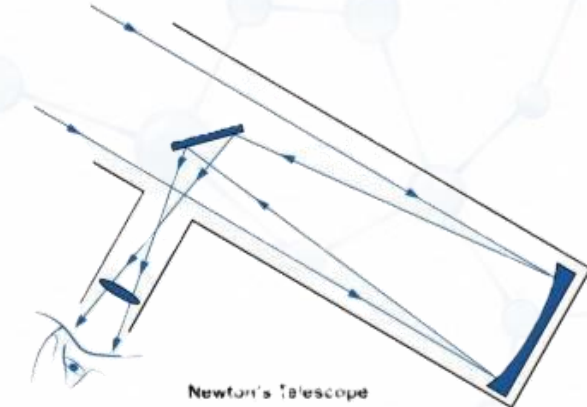
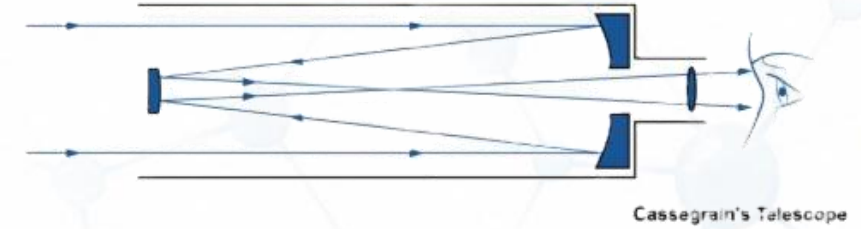
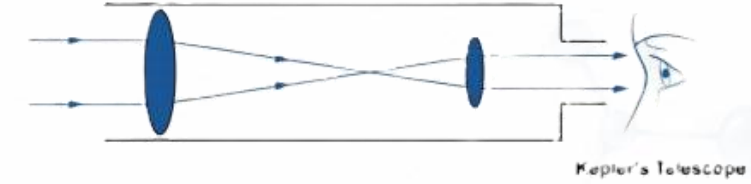


HÜCRE İLE İLGİLİ TARİHSEL GELİŞİM

- Aristoteles (M.Ö. 384-322) 'in de içinde bulunduğu birçok filozof **canlıların tekrarlanan birkaç elemandan yapılmış olduğunu** düşünmekteydiler.
- Öyle olsa dahi bu tekrarlayan yapılar canlıların makroskopik yapılarıdır (Yunanca: makros: büyük; skopein: bakmak).
- Bu yapılar, bitkiler için **yaprak, çiçek** gibi elemanlarken, hayvanlar için de **segment, organ** gibi elemanlardı.
- Aslında bu yapıların hücrelerden oluşmakta olduğu günümüzde bilinmektedir ama o zamanlar mikroskop (Y. mikros: küçük; skopein: bakmak) henüz keşfedilmemişti.

Hücrelerin varlığının keşfi mikroskobun keşfine bağlı kalmıştır..





Mikroskoplar keşfedilinceye kadar,
• Önce optik mercekler geliştirilmiş, sonra bu mercekler bir araya getirilerek ilk önce basit mikroskoplar, daha sonra ise bileşik mikroskoplar meydana getirilmiştir.

Mikroskobun Keşfi

- Mikroskobun ilk defa ne zaman icat edildiğini tam olarak tespit etmek zordur.
- Ancak küçük cisimlerin incelenmesini kolaylaştırmak için büyüteç olarak merceklerin kullanılmasına Euclid (M.Ö. 590) zamanında bile rastlandığı bilinmektedir.
- Gözlük ilk defa, 1285' de, İtalya'da icat edilmiştir.
- On altıncı yüzyılın sonlarına doğru ise, iki Hollandalı gözlükçü olan Jansenn kardeşler basit bir mikroskop yapmıştır (1590)

- Bu araç, yapıldığı tespit edilen ilk mikroskop olup içine iki konveks mercek yerleştirilmiş bir tüp şeklindedir ve bununla küçük objeler büyütülmeye çalışılmıştır.
- Daha sonra bu araç geliştirilmiştir. Anatomik çalışmalarda mikroskop ilk defa 1625' de Stelluti tarafından kullanılmıştır.



Şekil 1. Stelluti tarafından keşfedilen mikroskop

The First Microscope



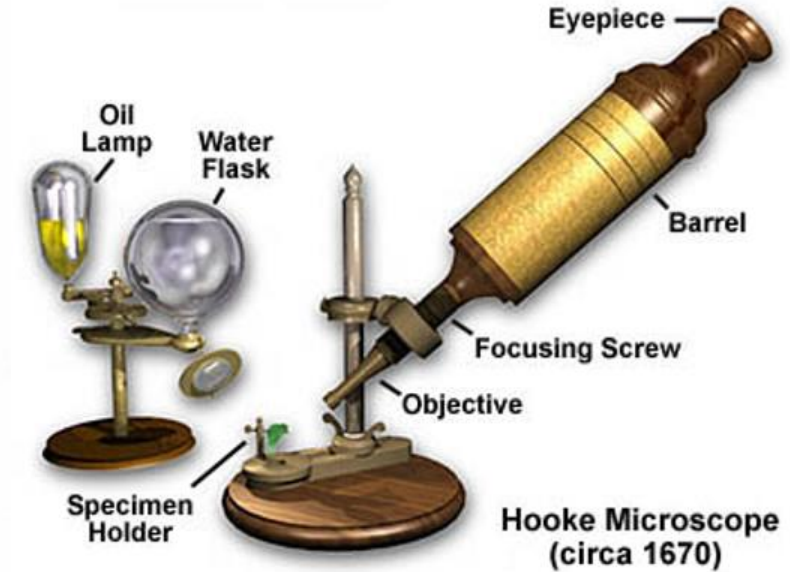
Zacharias Janssen
(1580-1638)



The First
Compound
Microscope
(circa 1595)

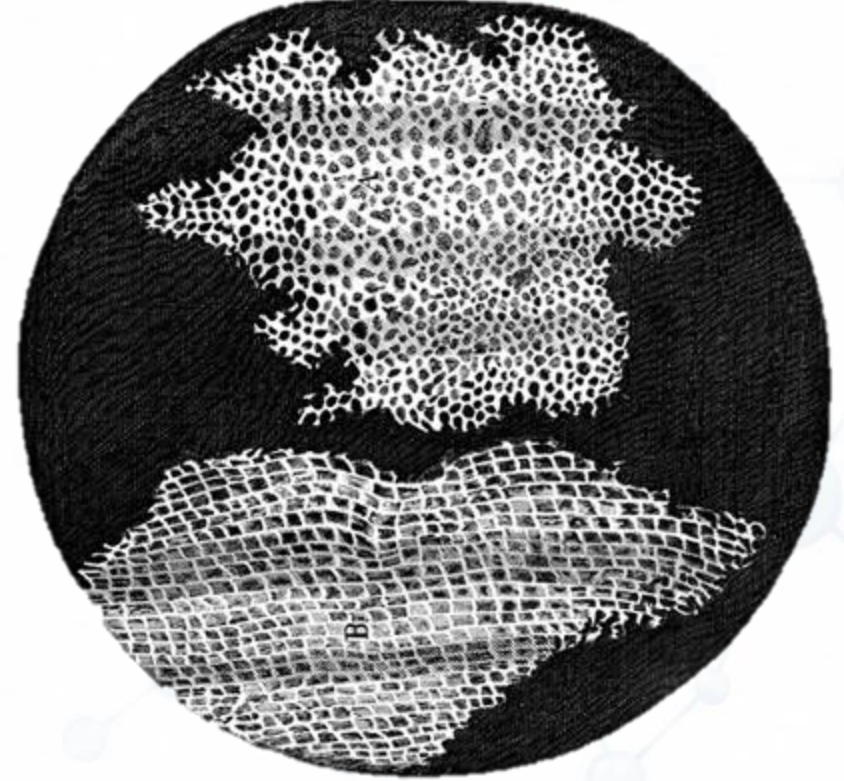
Şekil 2. Jansenn kardeşler tarafından keşfedilen ilk mikroskop

- Hücre Biyolojisi'nde ise ilk önemli buluş bir İngiliz bilim insanı olan Robert Hooke tarafından yapılmıştır.
- Hooke, geliştirdiği basit bir mikroskopla bir mantar parçasından aldığı ince kesitleri inceleyerek gördüklerini, 1665' de Micrographia adlı eserinde resimli olarak yayınlamıştır.



Şekil 3. Hooke tarafından geliştirilen mikroskop

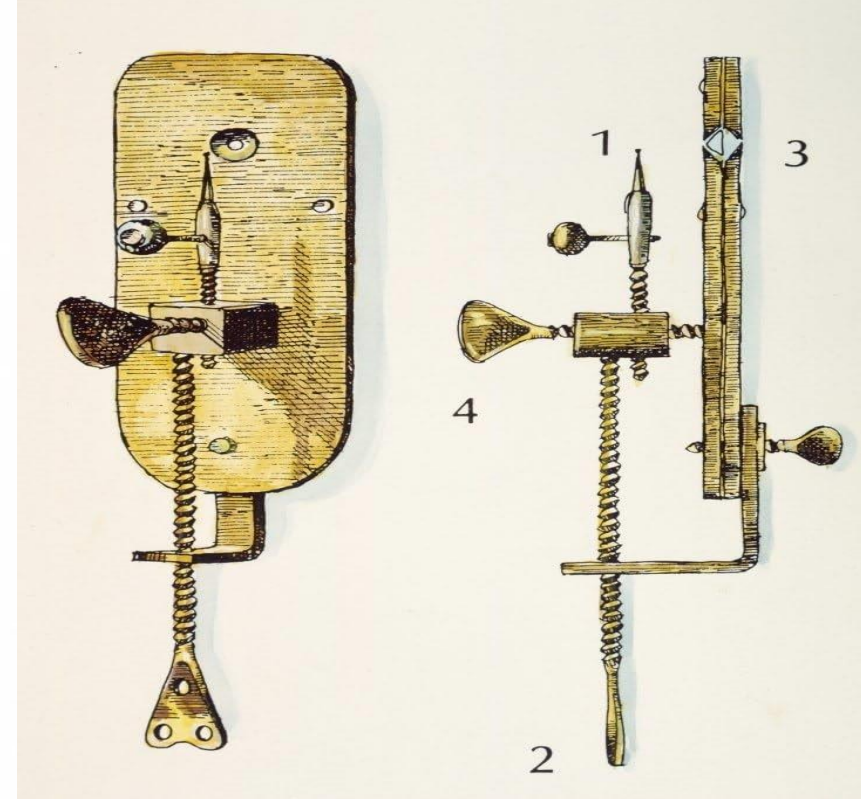
- Hooke, mantar parçasında birtakım odacıklar görmüş ve bunlara hücre (**Yunanca. kytos: boşluk**) adını vermiştir.
- Bu hücreler, mantar kesitlerinde duvarlar arasında kalmış boş odacıklar halinde, diğer bir ağaç kesitinde ise içi sıvı dolu boşluklar halinde anlatılmıştır.
- **Canlı maddenin hücreler halinde organize olduğunu anlatan** bu ilk tanımlama Sitoloji'nin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.
- Böylece Hücre adı ilk defa kullanılmış olup zamanımıza kadar da değişmeden korunmuştur.



Şekil 4. Hooke tarafından görüntülenen mantar kesiti

- Hooke' un görüşü daha sonra bir İngiliz bilgini olan Nehemiah Grew tarafından başka bitkilerle yapılan araştırmalarla doğrulanmıştır.
- Hooke ve Grew bir tüpün iki ucuna birer mercek yerleştirerek elde ettikleri mikroskopları kullanmıştır. Bu mikroskoplar yaklaşık olarak 30 defa büyötmekte idi. Bunlara **bileşik mikroskop** denir.

- Aynı yıllarda Hollandalı bir bilim insanı olan **Antony von Leeuwenhoek** (1632-1723) spermler, kan hücreleri ve protozoonlar üzerindeki gözlemlerini, 1674'den itibaren 200 kadar makalede yayınlamıştır.
- Leeuwenhoek ayrıca tek tek serbest hücreleri göstermiştir.



Şekil 5. Leeuwenhoek tarafından geliştirilen mikroskop

Hücre Teorisi

- 19. yüzyılın başına kadar bitki ve hayvan hücrelerinin aynı mikroskobik yapıda olduğu araştırmacıların gözünden kaçmıştır.
- Bunun nedeni, **bitki hücrelerinin mikroskopla görülebilen bir duvarı bulunur** ve Hooke ile Grew'in gözlemlerine göre, hücreler bu duvarlarla sınırlanmış canlı madde birimleridir.
- Hayvan hücrelerinde ise böyle duvarlar ve sınırlar görülmediği için bir yapı benzerliği bulunamamıştır.
- Hooke, bitki hücrelerindeki duvarları hücrenin kendisi olarak kabul etmiş, bu duvarlar arasında kalan esas hücre içeriği ise gözden kaçmıştır.

- Aynı zamanda, 19. yüzyılın başında organların kas, kemik, kıkırdak gibi doku denilen yapılardan oluştuğu biliniyordu.
- Ancak dokuların hücrelerden oluştuğu henüz açıklanmamıştı.
- Fransa' da, Dutrochet (1776-1847) bitki ve hayvan dokularını karşılaştırmalı olarak incelemeye başlamış ve bu dokuların birtakım yapıştırma kuvvetleriyle bir arada tutulan küçük hücrelerden oluştuğunu yazmıştır (Hooke'un yayınından 150 yıl sonra).

- Robert Brown (1773-1858) 1831'de bitki hücrelerini incelerken, hücre içinde daha yoğun yuvarlak bir kısım bulunduğunu gözlemleyerek buna çekirdek (nükleus, nucleus) adını vermiştir.
- Brown daha sonra araştırmalarını genelleyerek 1833'te tüm bitki hücrelerinde bir çekirdek bulunduğunu belirtmiştir.
- Hücrenin sıvı içeriği 1830' lara kadar canlı organizmanın temel maddesi olarak tanınmış ve J.E. Purkinje tarafından buna, 1840' da, protoplâzma adı verilmiştir (Yunanca protos: birinci; plasma: şekil).

- İlk defa 1838' de, Alman botanikçisi, **M. Schleiden** bütün bitki dokularının hücrelerden oluştuğunu söyleyerek **Hücre Teorisi**'kurmuştur.
- 1839'da ise, **T. Schwann**'in (1810-1882) kıkırdak dokusunu inceleyerek, zamanın en önemli bilim insanı olan Schleiden 'in etkisi altında, hayvan dokularının da hücrelerden yapıldığını belirtmesi üzerine Schleiden 'in görüşü kuvvetlenmiştir.



Şekil 6. Theodore Schwann



Şekil 7. Matthias Schleiden

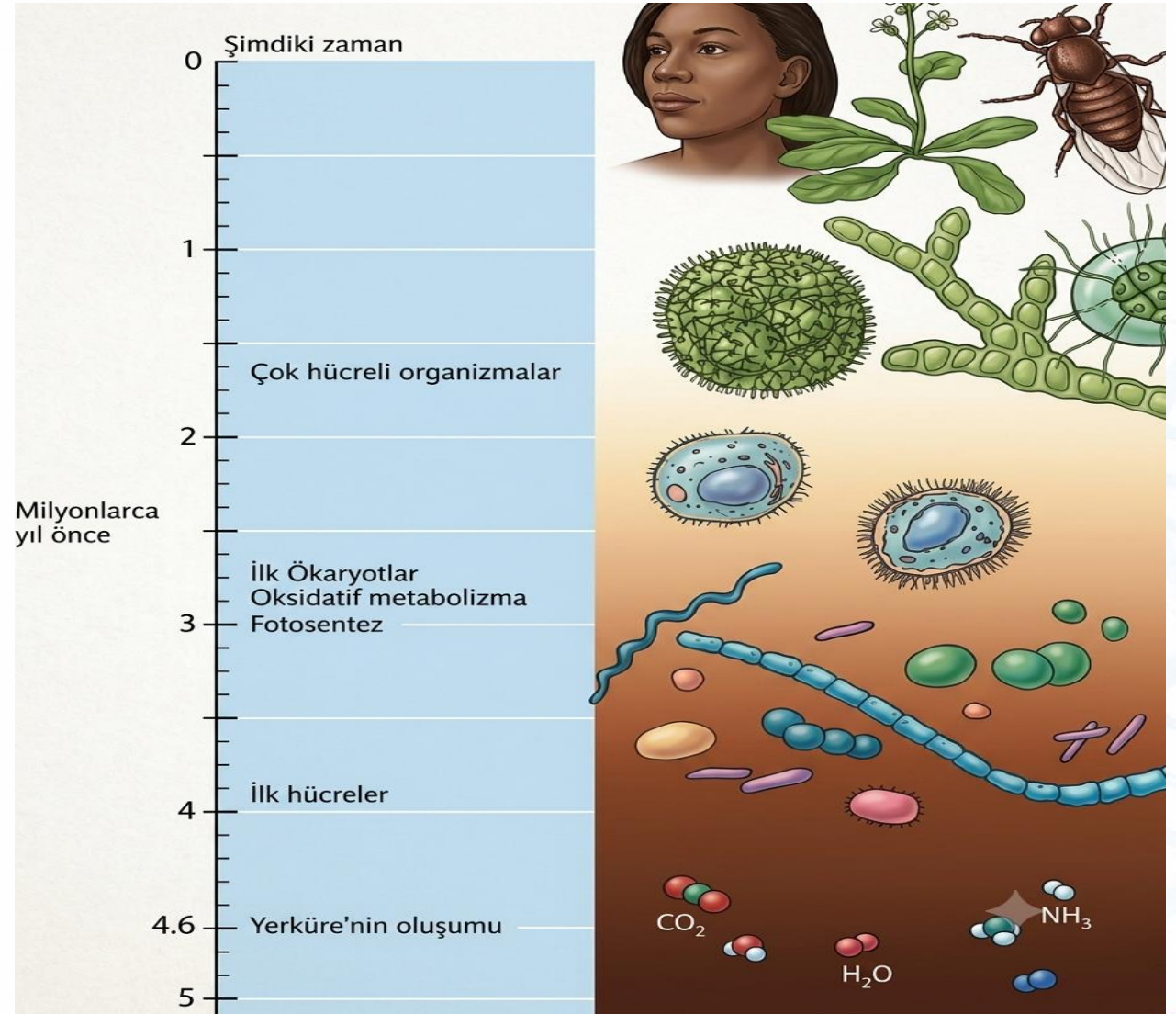
- Schleiden' in hücre çoğalmasında çekirdeğin merkez rolünü oynadığını söylemesi Schwann tarafından da kabul edilmiş ve çekirdekli hücrenin canlı maddenin yapısal birimi olduğu görüşü genelleştirilmiştir.
- Schwann' a göre, canlı organizmalar bir veya daha çok sayıda çekirdekli hücreden oluşur ve hücre canlı organizmanın görevsel bir birimidir.

Hücre teorisinin tam ifadesi;

- "Hücreler organizmalardır; hem hayvanlar, hem bitkiler bu organizmaların belirli kanunlar altında bir arada toplanması ile teşekkül eder".
- Hücre teorisi bir hücreli canlıları da içine alacak şekilde genişletilmiş ve protozoonların bir tek hücreden oluşan canlılar olduğu kabul edilmiştir.
- Haeckel buna dayanarak hayvanlar âlemini ilk defa olarak Protozoa (Bir hücreliler) ve Metazoa (Çok hücreliler) olmak üzere ikiye bölmüştür.

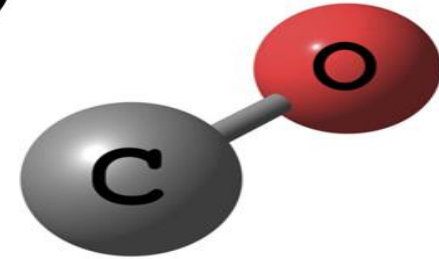
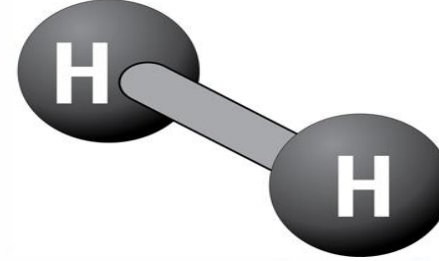
İLK HÜCRE OLUŞUMU

- Yaşam ilk olarak 3.8 milyar yıl önce, yerkürenin oluşumundan yaklaşık 750 milyon yıl sonra ortaya çıkmıştır.
- 1920 li yıllarda ilk kez, **ilkel yerküre atmosferinde var olduğu düşünülen koşullarda basit organik moleküllerin oluşabildiği ve kendi kendine makro moleküllere polimerize oldukları** belirtilmiştir.





Hydrogen Molecule



- Yaşamın oluşmaya başladığı zamanda; **yerküre atmosferinin çok az serbest oksijen içerdiği veya hiç serbest oksijen içermediği**, temel olarak CO₂ ve N₂ den ibaret olduğu ve daha az miktarlarda H₂, H₂S ve CO gibi gazları içerdiği düşünülmektedir.

- Böyle bir atmosfer güneş ışını ya da elektrik boşalması gibi bir enerji verildiğinde, **organik moleküllerin kendiliğinden oluşabildiği redükleyici** bir ortam sağlamaktadır.

N₂



nitrogen

H₂S

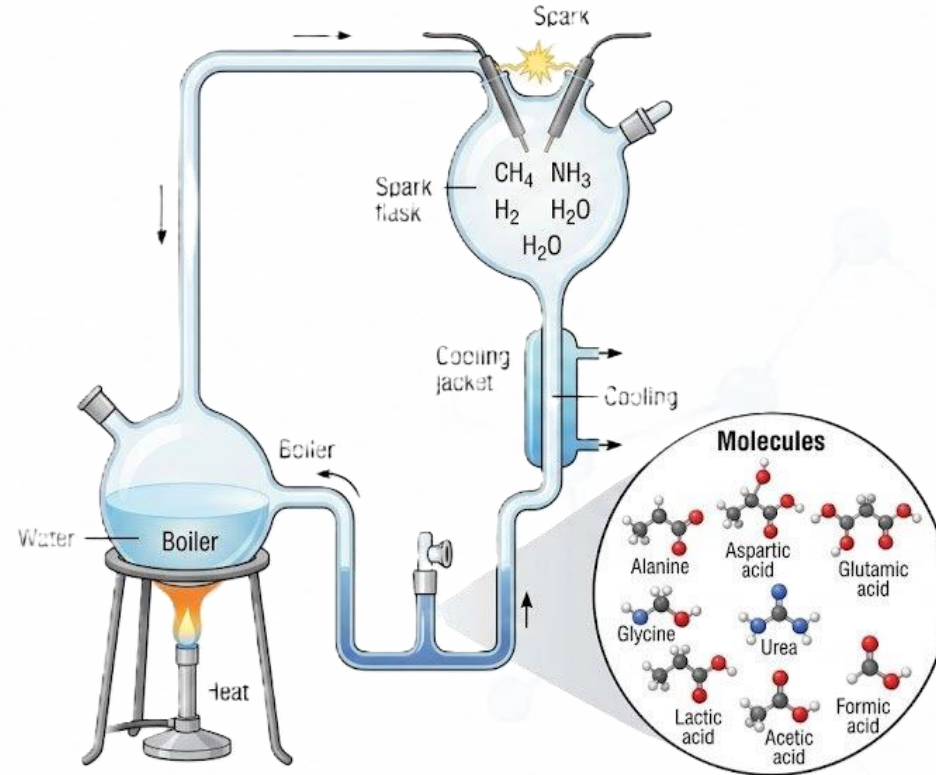


hydrogen sulfide

- Birkaç amino asit dahil olmak üzere çeşitli organik moleküllerin kendiliğinden oluşumu ilk olarak 1950'lerde Stanley Miller'ın elektrik kıvılcımlarının su varlığında H_2 , CH_4 ve NH_3 karışımına boşalmasının oluşumuna yol açtığını gösterdiği zaman deneysel olarak gösterilmiştir.
- Miller'ın deneyleri ilkel Dünya koşullarını tam olarak yeniden üretmese de, ilk canlı organizmaların ortaya çıktığı temel materyalleri sağlayarak organik moleküllerin kendiliğinden sentezinin akla yatkınlığını açıkça göstermiştir.

Miller Deneyi: Elektrik kıvılcımları verilen CH_4 , NH_3 ve H_2 'den oluşmuş bir atmosfere su buharı püskürtüldü.

Reaksiyon analizi, alanin, aspartik asit, glutamik asit, ve glisin dahil çeşitli organik moleküllerin oluşumunu ortaya çıkarmıştır.



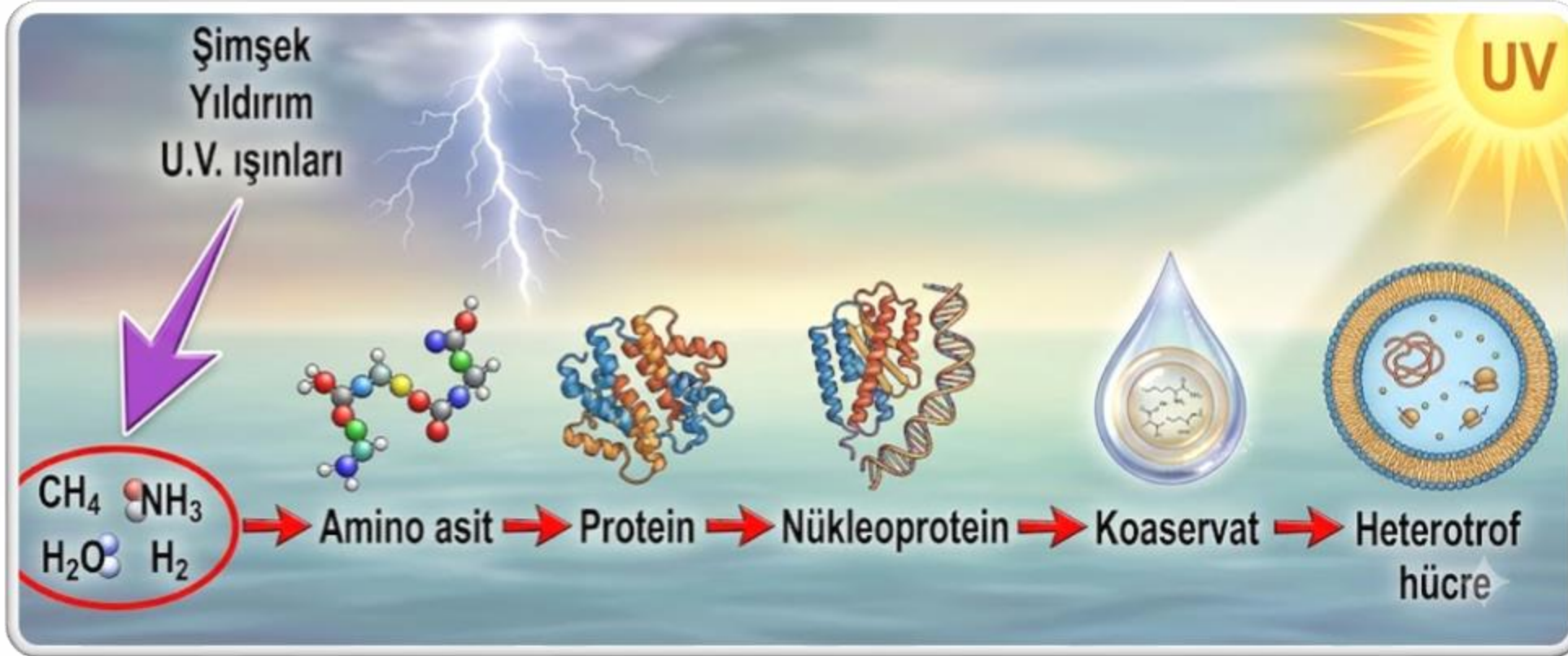
Analysis of the reaction products revealed and the collection bins of Miller-Urey experiment, and codingly unarredosium organic molecules.

Analysis of the reaction products revealed as consisted of organic monements and molecules, the illuoration and effected imprecitoning science.

Organic molecules

- Alanine
- Aspartic acid
- Glutamic acid
- Acetic acid
- Formic acid

Şekil 9. Organik moleküllerin spontan olarak oluşumu (The Cell A Molecular Approach 8. baskıdan alınmıştır.)

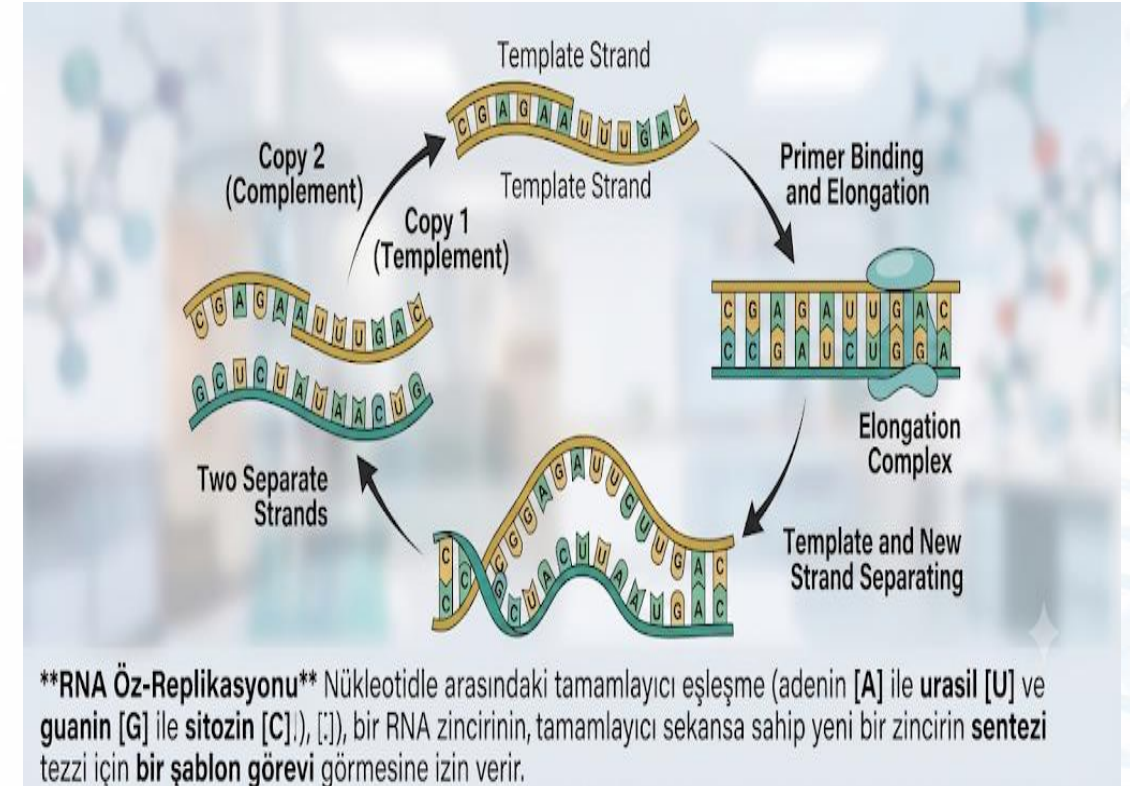


Şekil 10. İlkel Dünya'da basit maddelerden organik moleküllerin ve ilk hücre benzeri yapıların oluşumunun şematik gösterimi.

- Evrimdeki bir sonraki basamak ise **makromoleküllerin** oluşumu aşamasıdır.
- Makromoleküllerin monomerik yapı taşlarının olası prebiyotik koşullar altında **kendiliğinden polimerize** olduğu gösterilmiştir.
- Örneğin, amino asitlerin kuru karışımlarının ısıtılması, amino asitlerin polipeptit oluşturmak üzere polimerizasyonu ile sonuçlanmaktadır.

- Ancak yaşamın başlangıcını sağlayan makromolekülde, önemli bir özellik olarak, **kendini kopyalama yeteneğine** sahip olma özelliği beklenmektedir.
- Sadece, kendi yeni kopyalarının sentezini yapabilecek bir **makro molekül çoğalabilme ve daha fazla evrimleşme yeteneğine** sahip olacaktır.

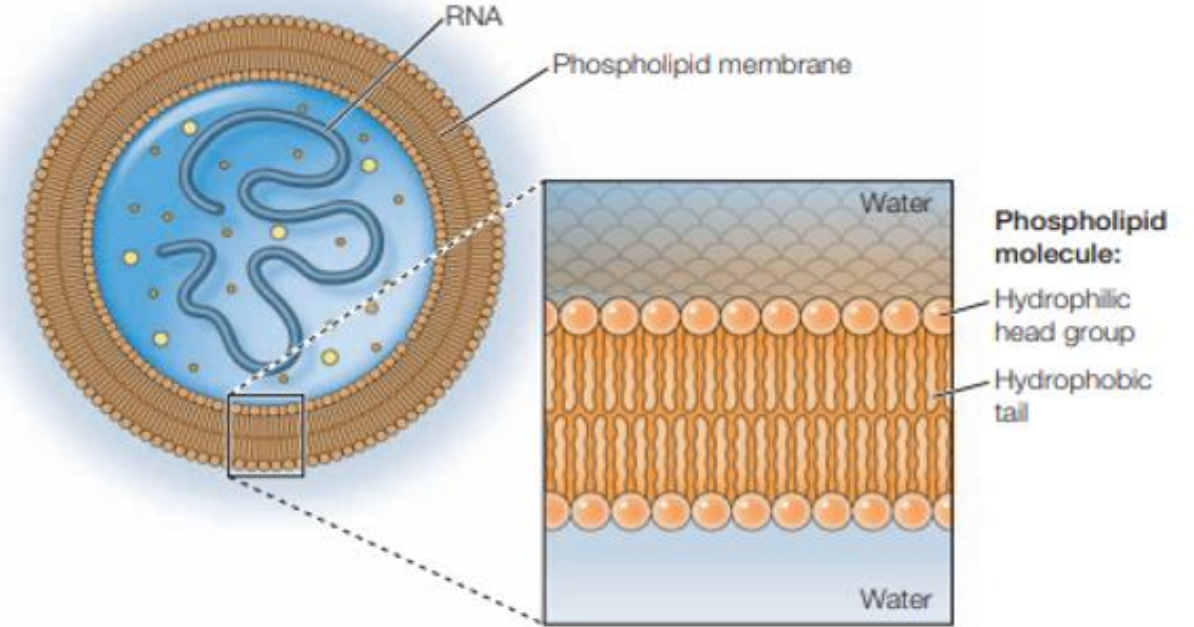
- Günümüz hücrelerinde bulunan ve en önemli iki majör bilgi taşıyan makro molekül sınıfından (nükleik asitler ve proteinler), **sadece nükleik asitler kendini eşleme yeteneğine** sahiptirler.
- Nükleik asitler, **tamamlayıcı nükleotidlerin özgül eşleşmesi** sayesinde kendi sentezlerine **kalıplık** yapabilirler.
- Yapılan daha sonraki çalışmalarda bir RNA kalıbından yeni bir RNA ipliğinin sentezini yöneten RNA molekülleri tanımlanmıştır.
- Böylece RNA **hem kendi replikasyonunu katalizleyip hem de kendi sentezine kalıplık** yapabilmektedir.



Şekil 11. DNA replikasyonu sırasında çift sarmalın açılması ve her bir DNA zincirinin kalıp olarak kullanılarak yeni tamamlayıcı zincirlerin sentezlenmesinin şematik gösterimi.

- Sonuç olarak RNA dünyası olarak isimlendirilen bir dönemde; RNA'nın ilk genetik sistem olduğuna inanılmakta ve kimyasal evrimin erken evrelerinin kendini eşleyen RNA moleküllerinden temel aldığı sanılmaktadır.
- RNA ile aminoasitlerin kurala bağlı etkileşimleri daha sonra günümüz genetik şifresine gelişmiş ve nihayet **genetik madde olarak DNA RNA'nın yerini almıştır.**

- İlk hücrenin, kendini eşleyen RNA'nın fosfolipidlerden oluşan bir zarla sarması sonucu ortaya çıktığı varsayılmaktadır (fosfolipidlerden daha sonra ayrıntılı olarak bahsedilecektir).



Enclosure of self-replicating RNA in a phospholipid membrane

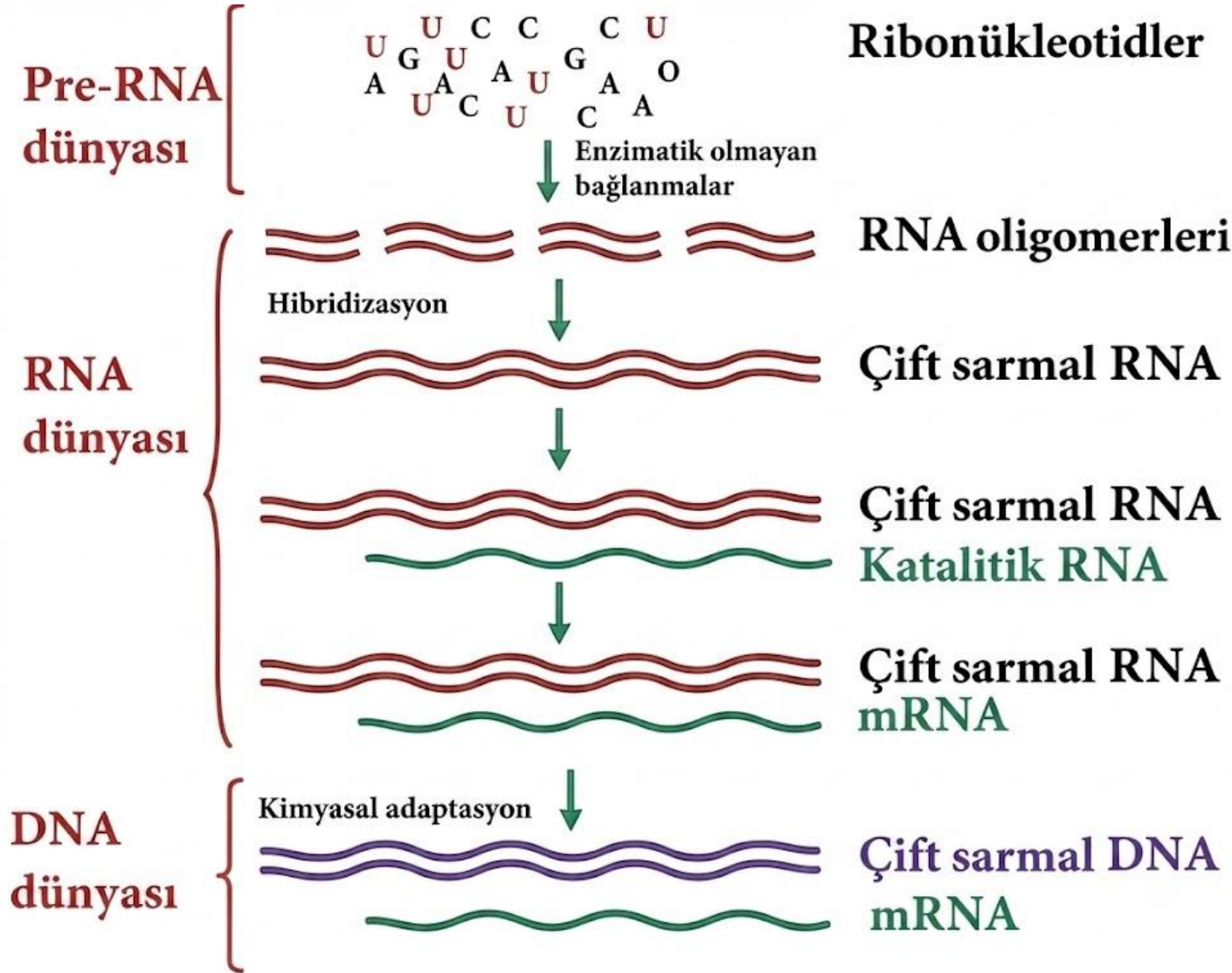
The first cell is thought to have arisen by the enclosure of self-replicating RNA and associated molecules in a membrane composed of phospholipids. Each phospholipid molecule has two long hydrophobic tails attached to a hydrophilic head group. The hydrophobic tails are buried in the lipid bilayer; the hydrophilic heads are exposed to water on both sides of the membrane.

- Kendini eşleyen RNA'nın, ilişkili diğer moleküllerle birlikte fosfolipid zar içerisine alınması, kendini çoğaltabilen ve daha ileri evrimleşebilen bir birim olarak korunmasını sağlamıştır.
- Aynı zamanda RNA-yönetimli protein sentezi de gelişmiş olabilir ve bu durumda ilk hücrenin, kendini eşleyen RNA ile onun kodladığı proteinlerden oluştuğu söylenebilir.

RNA dünyası hipotezi - Son evrensel ortak ata (LUCA) hipotezi ilişkisi

- Tüm canlılarda protein sentezini yapan, RNA-protein kompleksinden oluşan bir yapı olan ribozomların, yaşamın başlangıcında proteinlerin henüz oluşmadığı dönemde, RNA tarafından katelize edilen öncül kimyasal reaksiyonlarla oluştuğu RNA dünyası hipotezi ile ileri sürülmüştür.
- **LUCA**; bugün yaşayan tüm organizmaların yaşam ağacının kökündeki hipotetik organizmadır.
- Yaşam ağacı, **16S rRNA dizilerinin kıyaslanması temel olarak arkea, ökaryot ve bakterie** olarak üç ana gruba ayrılmaktadır.

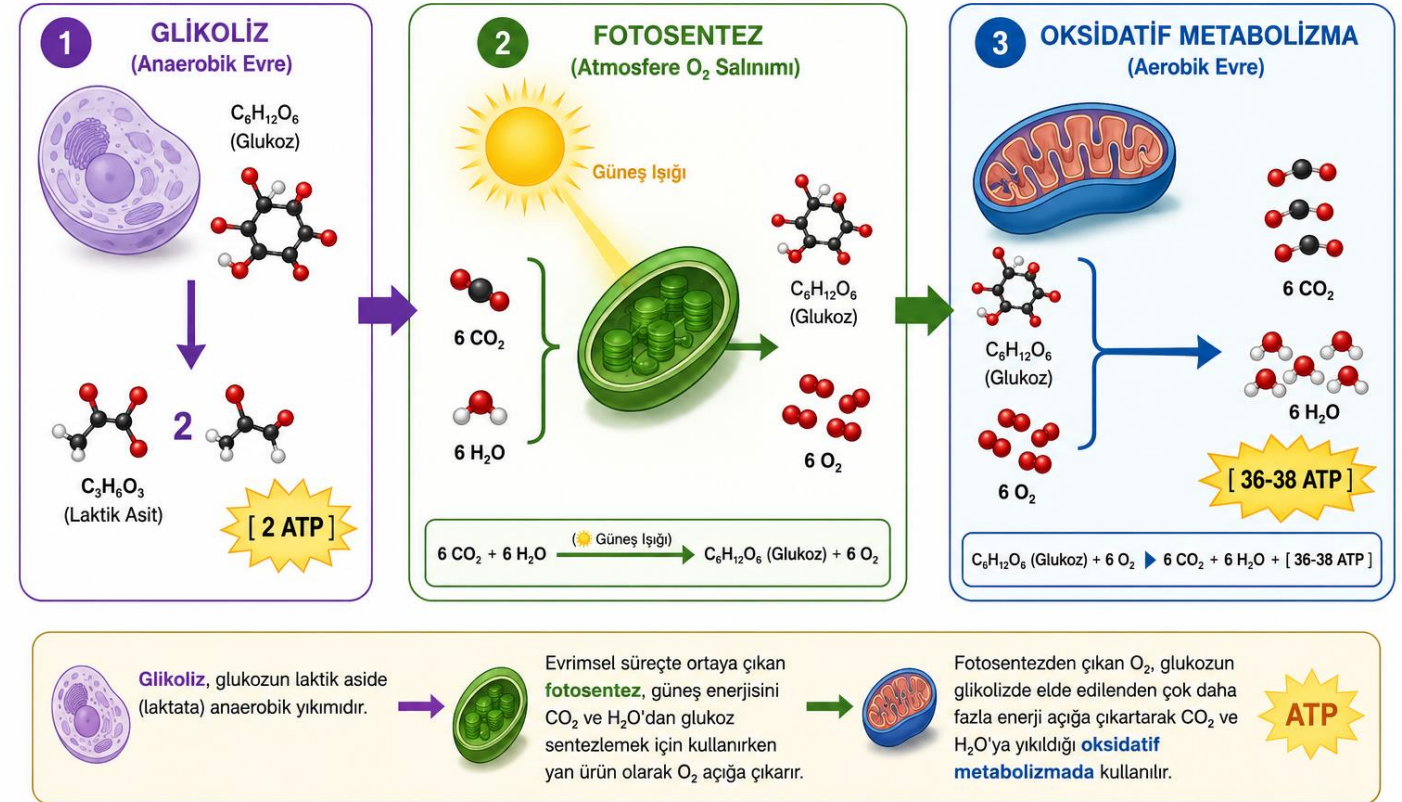
- Ökaryotlardaki RNA işleme süreci, LUCA'nın bir yansıması gibidir. Öncül RNA'ların, ribonükleoproteinler (RNP) tarafından olgun RNA'yı oluşturmak üzere işlenmesinin yanı sıra RNP'ler de diğer RNP'ler tarafından işlenmektedir.
- Bazı prokaryotlarda bu RNA'lar ve pre-mRNA işlenmesi tamamen kaybolmuştur. Günümüzde ökaryotlar, prokaryotlara göre RNA dünyasının karmaşık kayıtlarını daha fazla içermektedir.



- Hücreler bir organik moleküller denizinden köken aldıkları için, besin ve enerjiyi doğrudan sağlayabiliyorlardı.
- Ancak hücrelerin enerji elde etmek ve çoğalmak için gerekli molekülleri sentezleyecek mekanizmalar geliştirmeleri gerekmektedir.
- Tüm hücreler, hücresel bileşenlerini sentezlemek ve hareket gibi enerji gerektiren diğer etkinliklerini sürdürmek için, **metabolik enerji kaynağı olarak ATP (adenozin 5'- trifosfat)** kullanmaktadırlar.

- Hücrelerin ATP üretimi için kullandıkları mekanizmalar; glikoliz, fotosentez ve oksidatif metabolizmanın evrimsel gelişimi şeklinde 3 aşamada ortaya çıkmıştır.
- Bu metabolik yolların gelişimi yerküre atmosferini geliştirmiş ve evrimin yönünü etkilemiştir.

HÜCRESEL ENERJİ METABOLİZMASININ EVRİMİ



Şekil: Metabolik Enerji Üretiminin Evrimsel Gelişimi

- Yerkürenin başlangıcındaki anaerob atmosferinde, enerji üreten ilk reaksiyonların **organik moleküllerin oksijen yokluğunda parçalanmasını kapsadığı** varsayılmaktadır.
- Bu reaksiyonlar büyük olasılıkla, glukozun net 2 ATP molekülü kazancıyla laktik aside anaerob yıkımı olan günümüz glikoliz reaksiyonlarının bir biçimidir.
- Aslında tüm günümüz hücrelerinin, hücre içi kimyasal enerji kaynağı olarak ATP kullanmaları ve glikoliz yapıyor olmaları bu reaksiyonların evrim sürecinde oldukça erken ortaya çıktıkları görüşüyle paralellik göstermektedir.

- Hetetrof olarak beslenen hücre için bir süre sonra ortamdaki organik madde tükenmiştir.
- Bu durum hücrenin yaşamını sürdürebilmek için inorganik maddelerden organik madde sentezleyen hücreye evrilmesine neden olmuştur.

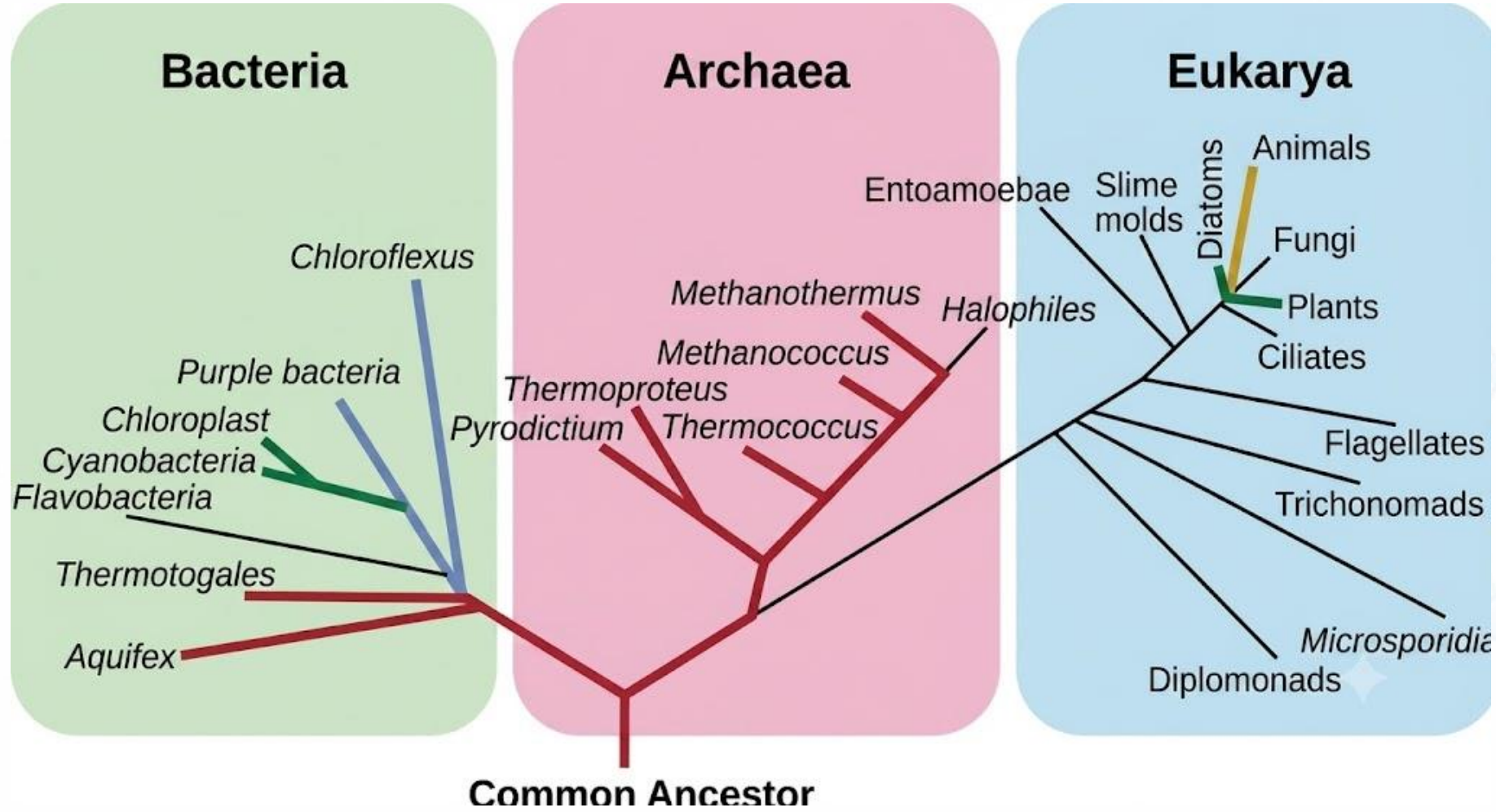
- Aynı zamanda, hücreleri, önceden yapılmış organik molekülleri kullanma zorunluluğundan kurtararak güneş ışınının enerjisini alabilmelerini sağlayan **fotosentezin** ortaya çıkışının **evrimde ikinci önemli aşama** olduğu kanısı yaygındır.
- Bundan 3 milyar yıl kadar önce ortaya çıkmış olan ilk fotosentetik bakteri, **CO₂ i organik moleküllere dönüştürmek için olasılıkla H₂S** kullanmıştı. Bu fotosentez yolu bazı bakterilerce hala kullanılmaktadır.

- CO₂ nin organik bileşiklere dönüştürülmesinde, **elektron ve hidrojen vericisi olarak H₂O nun kullanılması evrimde daha sonra ortaya çıkmış ve yerküre atmosferinin değişimi gibi önemli bir sonuç doğurmuştur.**
- Yerkürenin atmosferinde bolca O₂ olmasının nedeni, H₂O nun fotosentetik reaksiyonlarda kullanımında yan ürün olarak serbest O₂ üretmesidir.

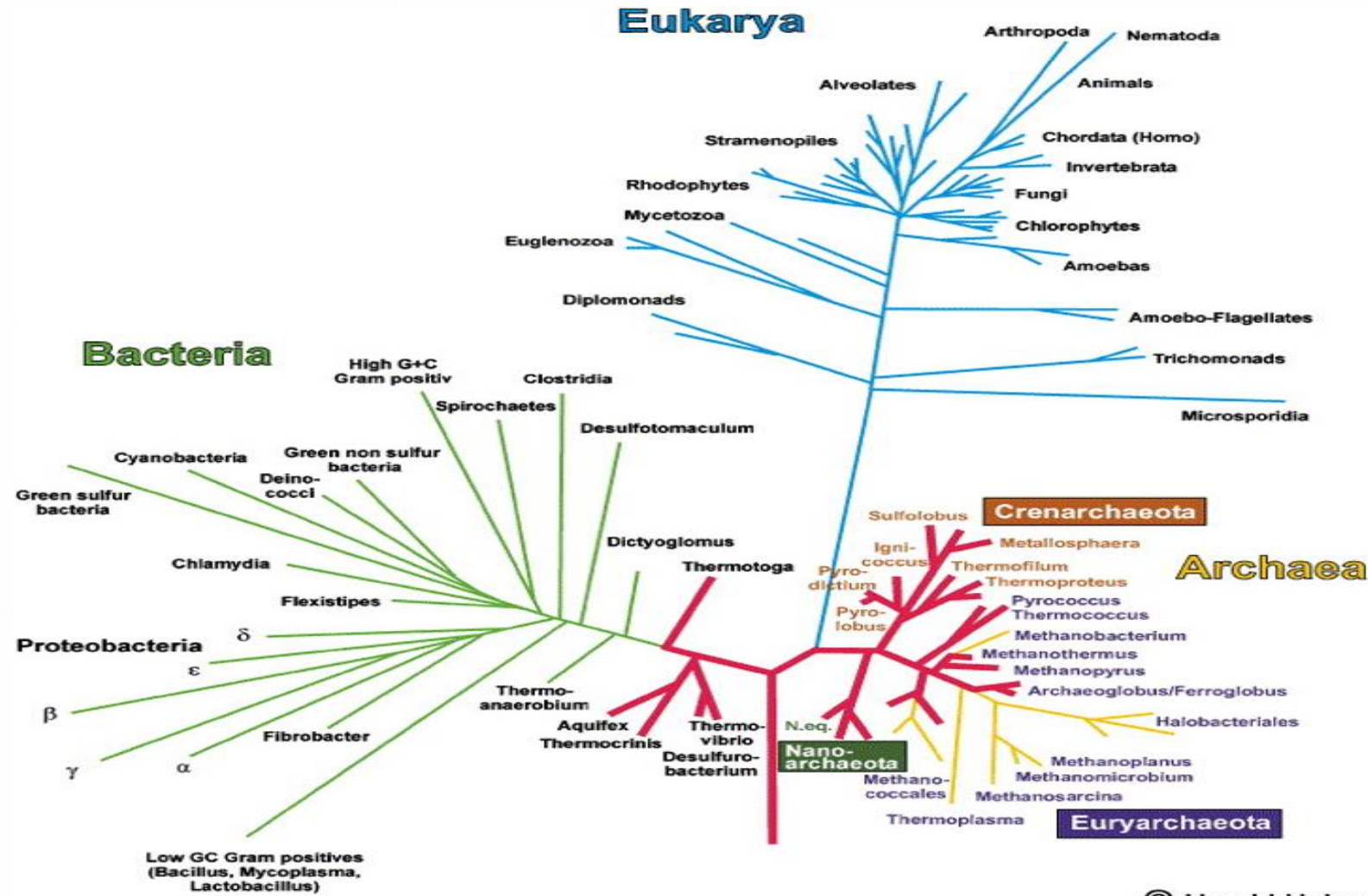
- Ayrıca, fotosentezin sonucu olarak O₂'nin serbest kalmasının, **hücrelerin evrimleştiği ortamı değiştirdiği ve oksidatif metabolizmanın** gelişmesine öncülük ettiği düşünülmektedir.
- Buna alternatif olarak, **oksidatif metabolizma fotosentezden önce ortaya çıkmış, daha sonra atmosferik O₂ nin artması, enerji üretim reaksiyonlarında O₂ kullanan organizmalara etkin seçici avantaj sağlanmıştır.**
- Her iki durumda da, O₂ oldukça reaktif bir molekül olup bu reaktiviteyi kullanan oksidatif mekanizma, organik moleküllerden enerji elde edilmesinde glikolizden çok daha etkin bir mekanizmadır.

HÜCRELERİN EVRİMİ

- Ökaryotlar, 2.7 milyar yıl kadar önce, 1-1.5 milyar yıllık prokaryotik evrimi takiben ortaya çıkmışlardır.
- Yapılan DNA dizilimlerinin analizi; arkebakteriler ile öbakterilerin birbirlerinden, her hangi birinin günümüz ökaryotlarından olduğu kadar, farklı olduklarını göstermektedir.
- Buna göre günümüz arkebakterilerini, öbakterilerini ve ökaryotlarını oluşturmak üzere ortak bir atadan üç kolun ayrılmasının evrimde çok erken bir olay olduğu anlaşılmaktadır.



İlginç olarak, arkebakterilerin genlerinin bir çoğu ökaryotlarınkine öbakterilerinkinden daha çok benzer. Bu durum, arkebakteriler ile ökaryotların ortak evrimsel soy hattını paylaştıklarını ve birbirlerine, herhangi birinin öbakteriye olduğundan daha yakın akraba olduklarını belirtir.



© Harald Huber

Günümüz hücreleri iki farklı soya ayrılarak arkeabakterileri ve bakterileri oluşturan yaygın bir prokaryotik **ortak atadan** gelişmiştir.

Ökaryotik hücreler, **mitokondrileri ve ökaryotik genomu oluşturan bakteri arkeabakterilerin genlerini barındıran aerobik bakteriler ile arkeabakterilerin endosimbiyotik ilişkiden** gelişmiş olabilir.

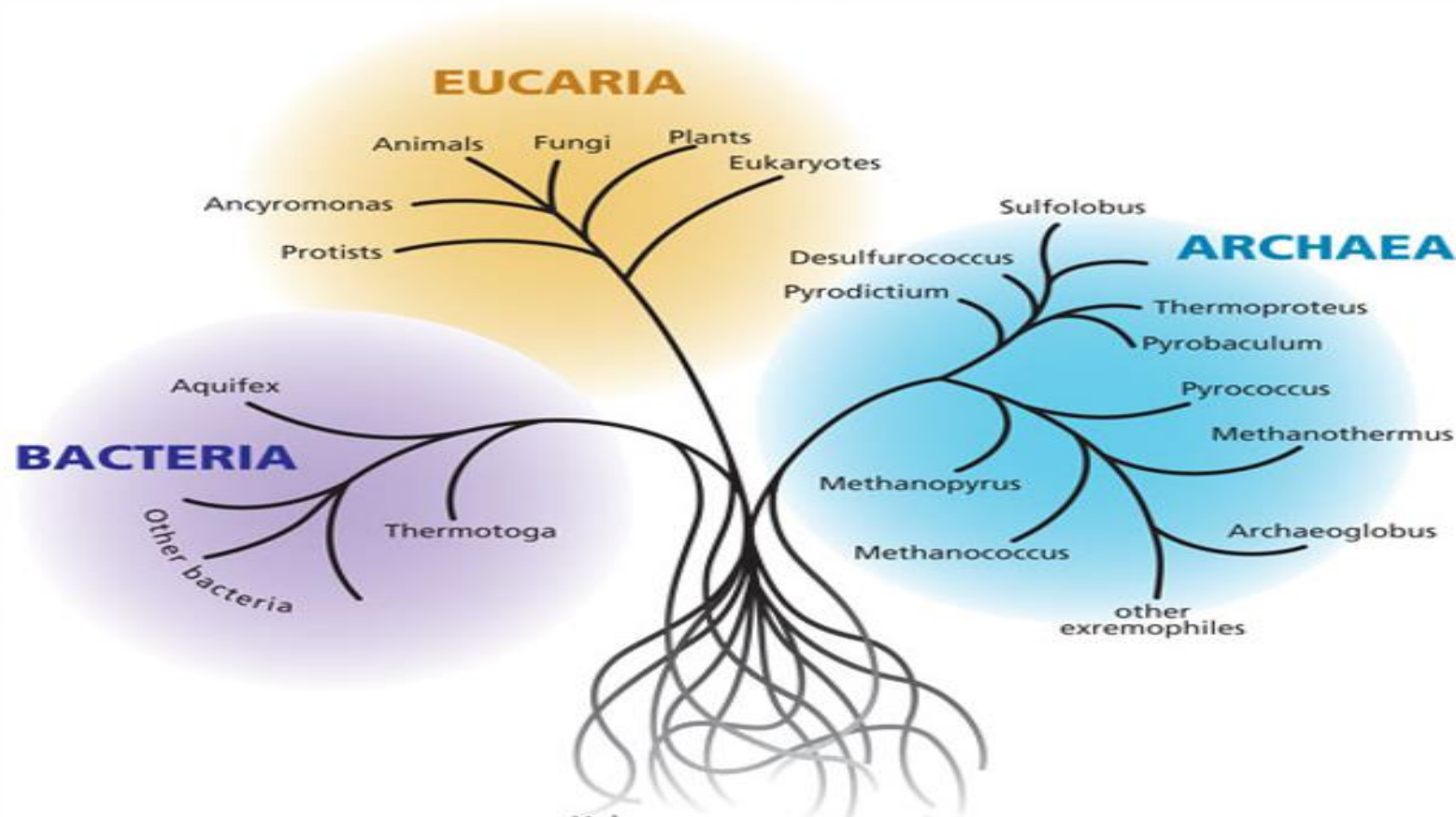
Daha sonra ise, kloroplastlar **siyanobakteriler ile bitkilerin atasının endosimbiyotik ilişkisi sonucu** olarak evrimleşmiştir.

- Ökaryot hücrelerin evriminde en kritik aşama ise zarla-çevrili organellerin oluşumu ve böylece bu hücrelerin kompleks yapısının gelişiminin sağlanmasıdır.
- Bu organellerin, prokaryot hücrelerin ökaryotların atalarıyla ilişkileri sonucunda kazanılmış oldukları düşünülmektedir.
- Ökaryot hücrelerin, prokaryotların simbiyotik ilişkilerinden endosimbiyozla doğmuş oldukları hipotezi özellikle büyük hücreler içerisinde barınan bakterilerden geliştikleri düşünülen mitokondri ve kloroplastların incelenmesiyle desteklenmiştir.

- Hem mitokondri hem de kloroplastlar boyut olarak bakterilere çok benzemekte olup bakterilerde olduğu gibi ikiye bölünerek çoğalmaktadırlar.
- En önemli özellikleri de hem mitokondriler hem de kloroplastlar bazı bileşenlerini kodlayan kendi DNA larına sahiptirler.
- Organel her bölündüğünde mitokondri ve kloroplast DNA ları da kendini eşler ve kodladığı genler organel içerisinde transkribe olur ve organel ribozomlarında translasyonu yapılır.
- Ayrıca bu organellerin ribozomları ve ribozomal RNA ları, ökaryotların nükleer genomuyla kodlananlar ile karşılaştırıldığında, bakterilerinkiyle daha yakından ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

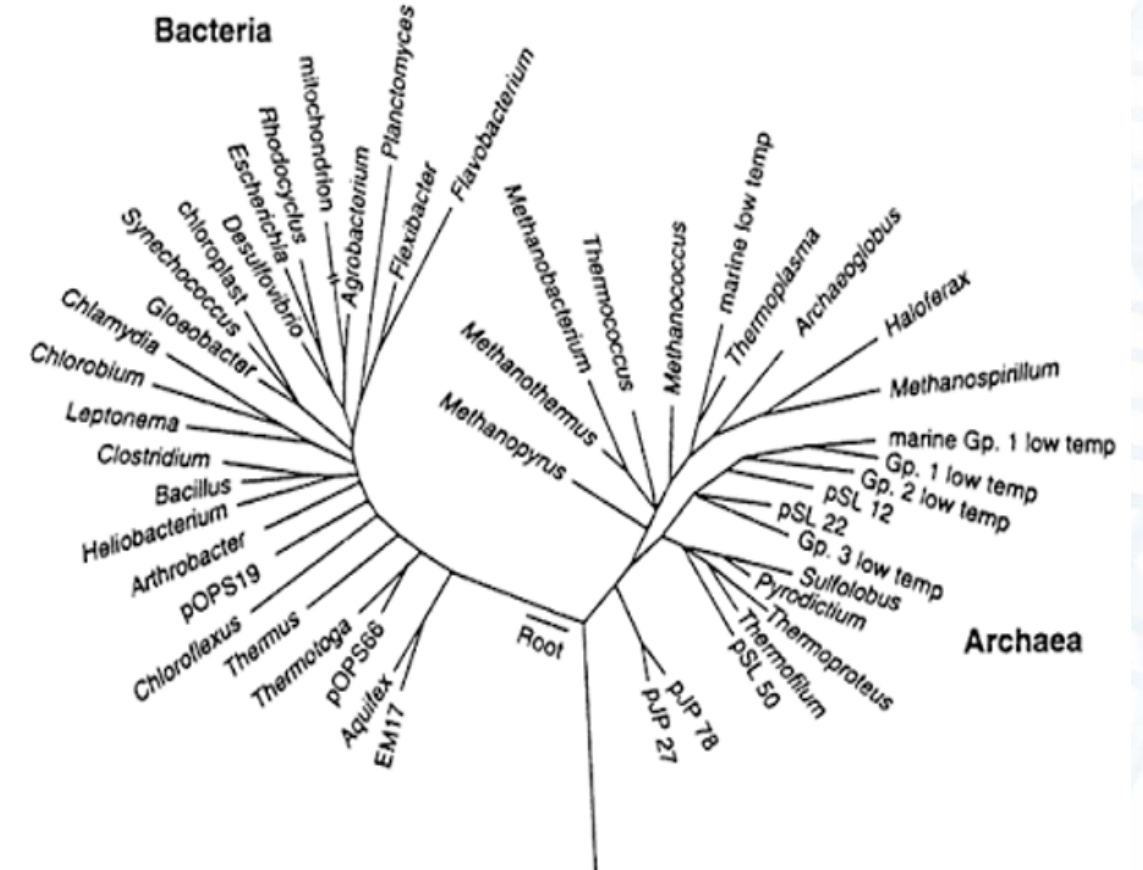
- Bu organellerin endosimbiyotik kökeni bugün genel kabul görmektedir.
- Buna göre mitokondrilerin aerobik bakterilerden, kloroplastların ise siyanobakteriler gibi fotosentetik bakterilerden evrimleştikleri düşünülmektedir.

Yaşamın 3 domainine daha yakından bakacak olursak;



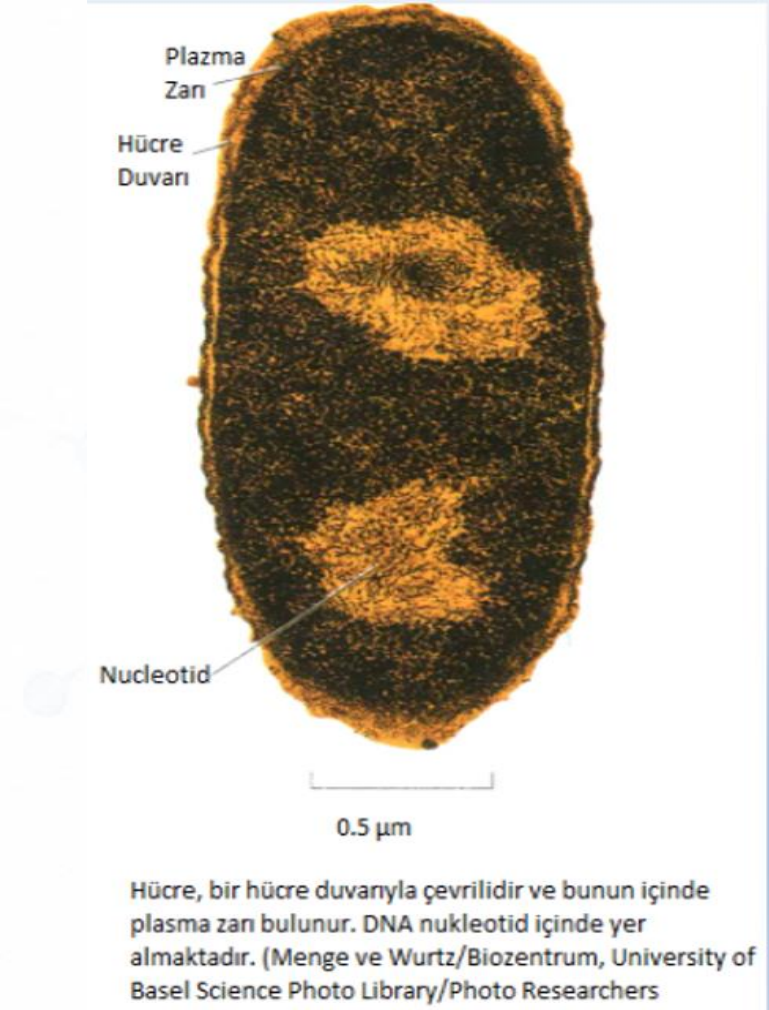
PROKARYOTLAR

- Prokaryot canlılar, evrimin erken dönemlerinde birbirinden ayrılmış iki temel domain altında sınıflandırılmaktadır: **Bacteria** ve **Archaea**.



1. Arkeler

- Bazı arkeler, yüksek sıcaklık, yüksek tuzluluk veya düşük pH gibi ekstrem çevre koşullarında yaşayabilir.
- Örneğin **termoasidofilik arkeler**, yaklaşık **pH 2** gibi oldukça asidik ortamlarda ve **80 °C** civarındaki sıcaklıklarda yaşayabilir. Bu canlılara sıcak ve sülfür bakımından zengin kaynaklarda rastlanabilir.



2.Öbakteriler

- Öbakteriler, günümüz genel bakteri formlarını kapsamaktadır.
- Bunlar büyük bir canlı grubu toprak, su ve diğer organizmalar gibi çok geniş bir dizi ortamda yaşarlar.
- Bakteri hücrelerinin çoğu 1-10 μm çapında küresel, çubuk şeklinde veya spiral şeklindedir.
- DNA içerikleri 0.6 milyon ile 5 milyon baz çifti arasındadır ve bu büyüklük, 5000 farklı proteini kodlamak için yeterlidir.
- En büyük ve en gelişmiş prokaryotlar, fotosentez mekanizması gelişmesi olan siyanobakterilerdir.

Escherichia coli

- Tipik bir prokaryot hücre yapısı, insan bağırsak kanalında doğal olarak bulunan *E. coli* ile simgelenmiştir.
- Hücre yaklaşık olarak 1 μ m çapında ve 2 μ m uzunluğunda bir çubuk şeklindedir.
- Diğer birçok prokaryot gibi *E. coli* de polisakkarit ve peptidlerden oluşan sert bir hücre duvarı ile çevrilidir.
- Hücre duvarının hemen içinde, çift tabakalı fosfolipitlerden ve bağlı proteinlerden oluşan plazma zarı bulunur.

Arkealar ve Bacterialar arasındaki farklar

- Bakterilerde **peptidoglikan**, arkelerde **psödöpeptidoglikan (sahte-peptidoglikan)** bulunur.
- Arkelerdeki metabolik süreçler **bakterilerden çok ökaryotlara benzemektedir**. Özellikle RNA'nın yazılması (transcription) ve okunması (translation) süreçleri ökaryotlara oldukça benzer. Bu da, evrimsel süreçte arkelerin ökaryotlar ile daha yakın akraba olduklarını gösterir.
- **Bakterilerin hücre zarında ester bağları bulunurken, arkelerin hücre zarında eter bağları bulunmaktadır.**
- Bakteriler **sporla da üreyebilirken, arkelerde sporla üreme görülmez.**

- Arkeler, hücre yapılarından dolayı bazı antibiyotiklere (kanamycin, chloramphenicol, rifampicin ve anisomycin) bakterilerden farklı kimyasallarla tepki verirler. Ayrıca **arkeler diptheria isimli toksine karşı hassasken, bakteriler değildir.**
- DNA kopyalanmasını başlatan kimyasal olan **başlatıcı (promoter)** yapısı arkeler ve bakteriler'de **farklıdır.**
- Başka hiçbir alandaki canlı yapamazken, arkelere ait bazı türler **metan oluşturabilirler ve buna metanogenez denir.**
- Bazı arkeler **fotosentetiktir;** ancak bunu **kesinlikle klorofil yokluğunda** yaparlar. Bakterilerdeki fotosentez ise **kesinlikle klorofil ile yapılmaktadır.**
- Bakteriler, genel olarak "**normal**" ortamlarda bulunurken, arkeler genellikle **ekstrem koşullar ile birlikte normal koşullarda da** bulunabilmektedirler.

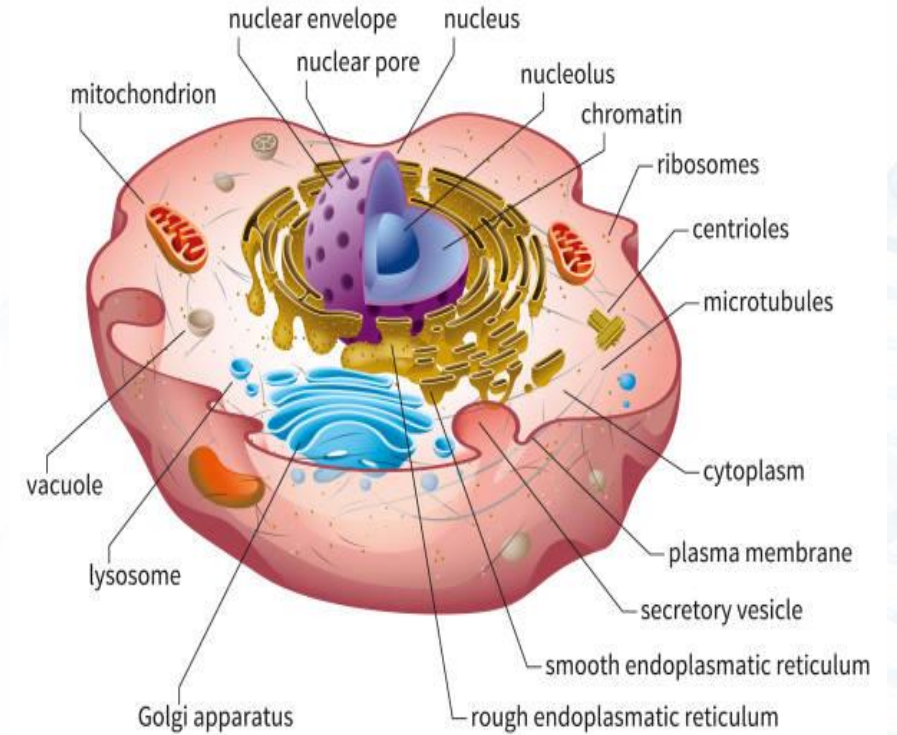
CHARACTER	DOMAIN		
	Bacteria	Archaea	Eukarya
Nuclear envelope	Absent	Absent	Present
Membrane-enclosed organelles	Absent	Absent	Present
Peptidoglycan in cell wall	Present	Absent	Absent
Membrane lipids	Unbranched hydrocarbons	Some branched hydrocarbons	Unbranched hydrocarbons
RNA polymerase	One kind	Several kinds	Several kinds
Initiator amino acid for protein synthesis	Formyl-methionine	Methionine	Methionine
Introns in genes	Very rare	Present in some genes	Present
Response to the antibiotics streptomycin and chloramphenicol	Growth inhibited	Growth not inhibited	Growth not inhibited
Histones associated with DNA	Absent	Present in some species	Present
Circular chromosome	Present	Present	Absent
Growth at temperatures > 100°C	No	Some species	No



	Öbakteriler	Arkea	Ökaryotlar
Nükleus	Yok	Yok	Var: membran-bağımlı
Nükleosom/histonlar	Yok	Var	Var
Operons/polycistronic mRNAs	Var	Var	Yok
Intronlar	Yok	Yok	Var
TATA Kutu bağlayıcı protein	Yok	Var	Var
Organeller	Yok	Yok	Var: mitokondri, lizozom, endoplazmik retikulum v.b.
Kromozomlar	Bir Sirküler	Bir Sirküler	Birden Fazla
RNA polimeraz	Bir (basit)	Birden fazla (kompleks)	Birden fazla (kompleks)
Protein sentezi başlatıcı amino asit	N-formyl methionine	Methionine	Methionine
Protein sentezinin difteri toksinine duyarlılığı	Duyarsız	Duyarlı	Duyarlı
Peptidoglikan	Var	Yok	Yok
Protein sentezi	• başlatma faktörleri • ribozomal proteinler • uzama faktörleri		
arkhealarınkiler öbakteriler daha çok ökaryotlara benzer			

ÖKARYOTLAR

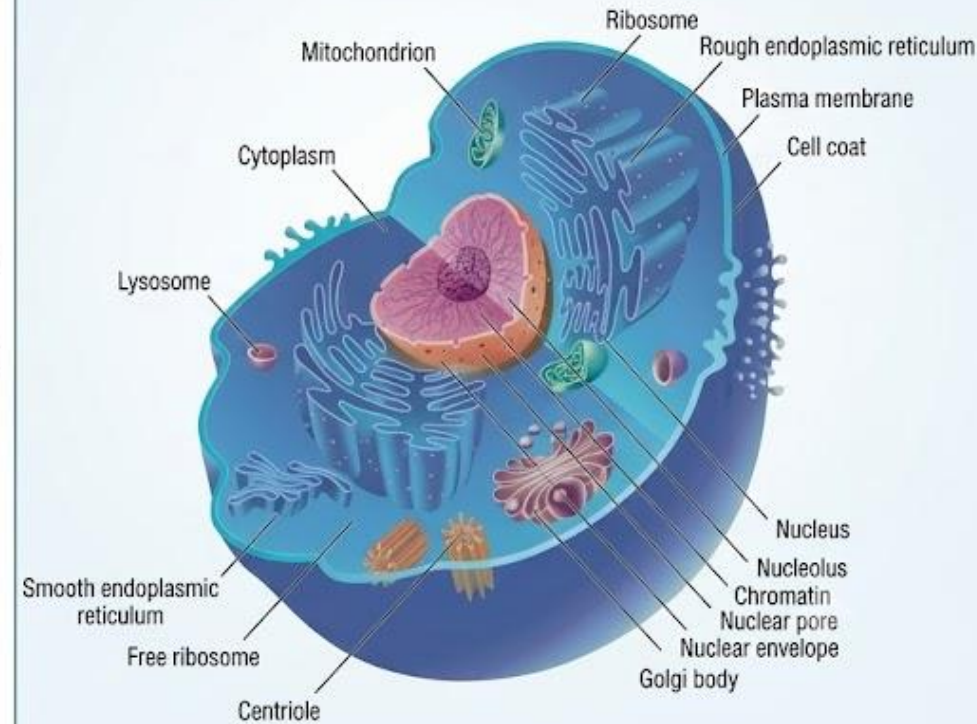
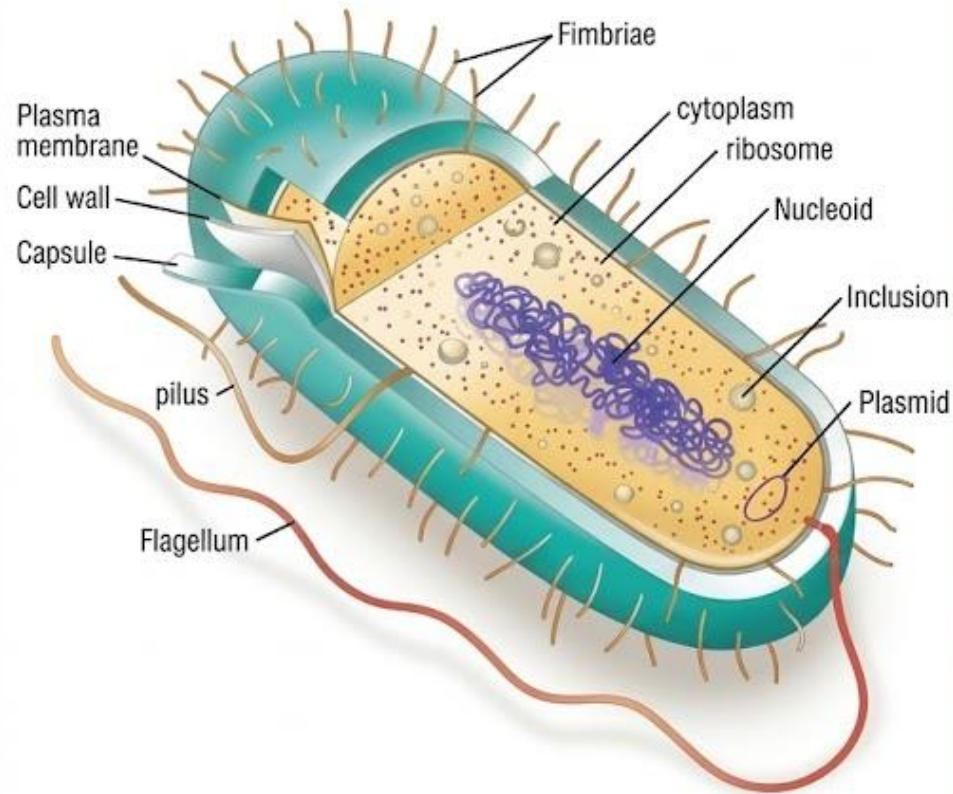
- Prokaryot hücreler gibi tüm ökaryot hücrelerde plazma zarları ile çevrilidir ve ribozom içerirler.
- Ancak prokaryotik hücrelere göre daha gelişmiş bir iç organizasyona sahiptirler.
- Ökaryotik hücreler **zarla çevrili olan belli bir nükleusa** ve **organel** denilen **diğer hücre kompartımanlarını çevreleyen iç zarlara** sahiptir.
- Ökaryotik hücreler genellikle prokaryotlardan çok daha büyük olup büyüklükleri yaygın olarak 10 – 100 μm kadardır.



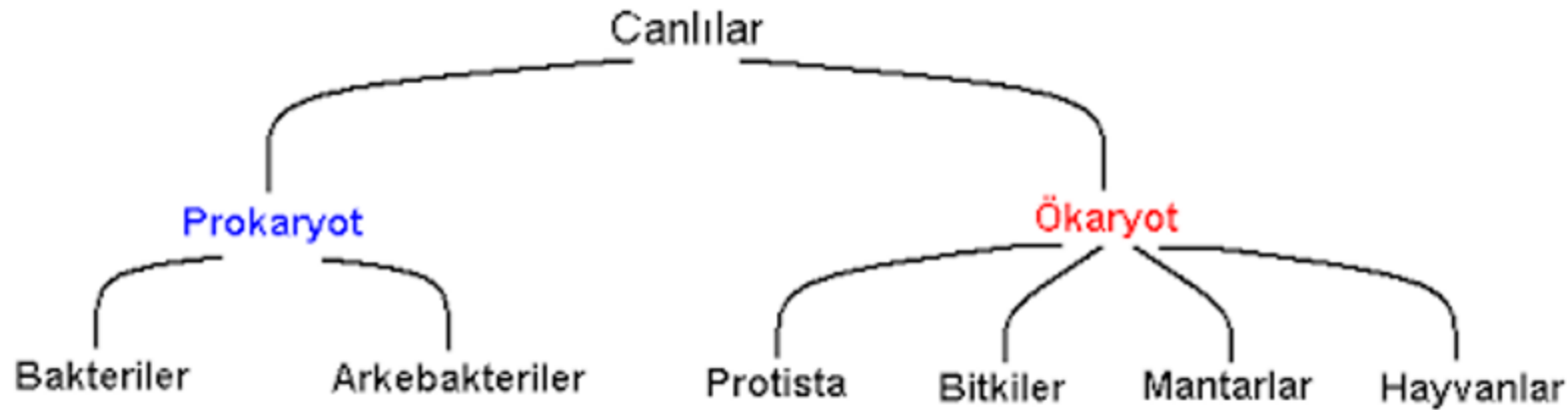
Prokaryotic cell

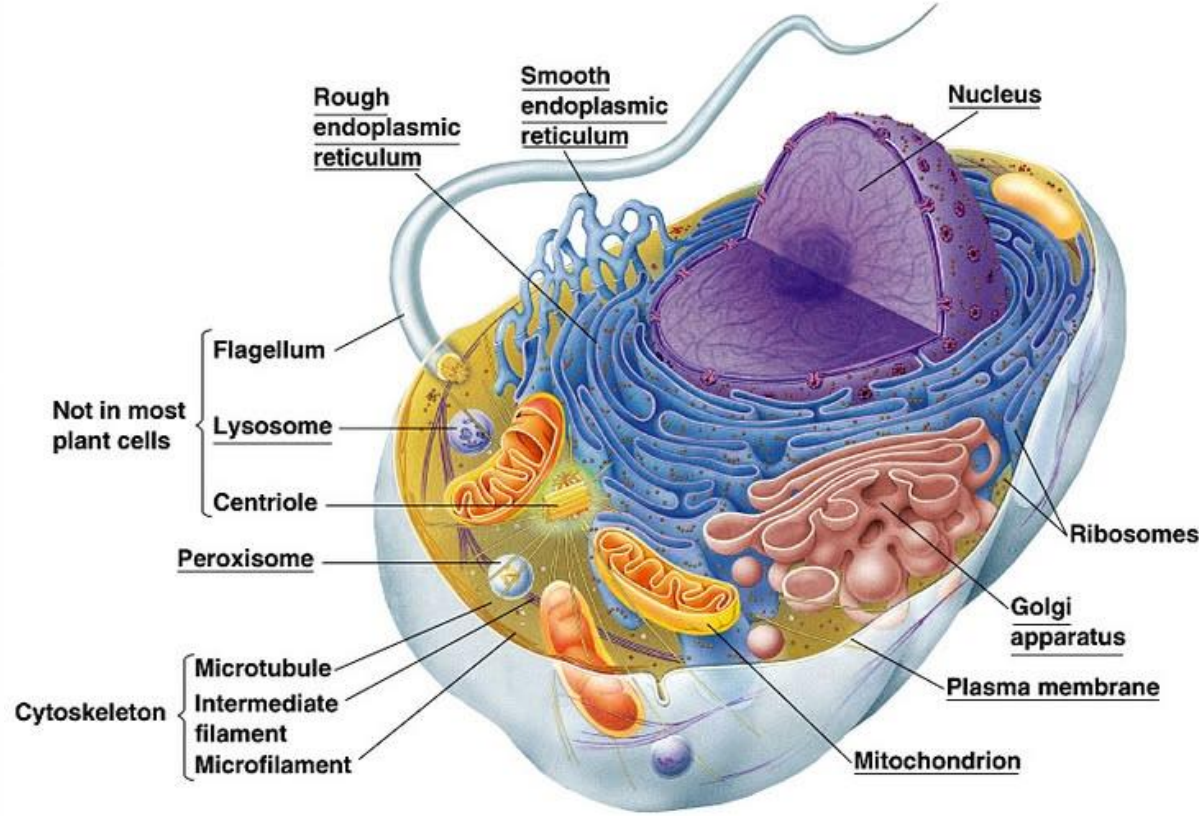
VS

Eukaryotic cell

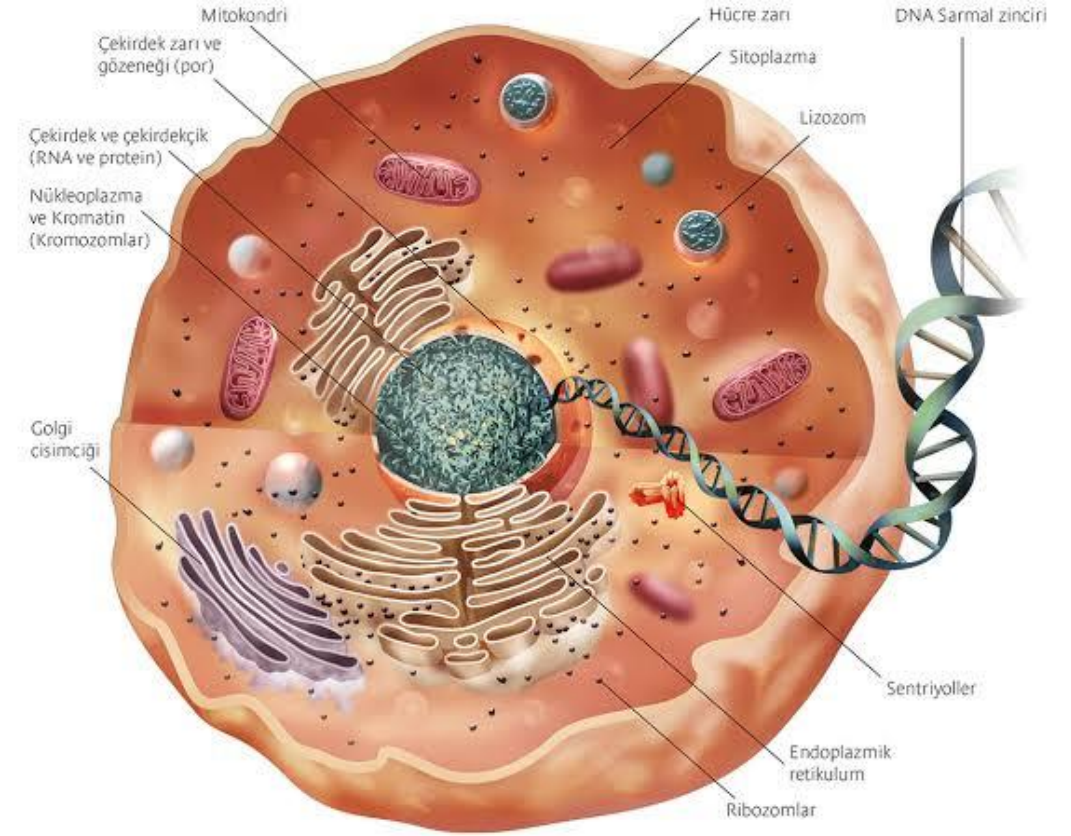


- Ökaryotlar hem çok hücreli ve hem de tek hücreli formlarda bulunabilen funguslar ve genellikle tek hücreli olan protozoonlar dahil olmak üzere bitki ve hayvan alemlerinin tüm üyelerini içermektedir.





Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

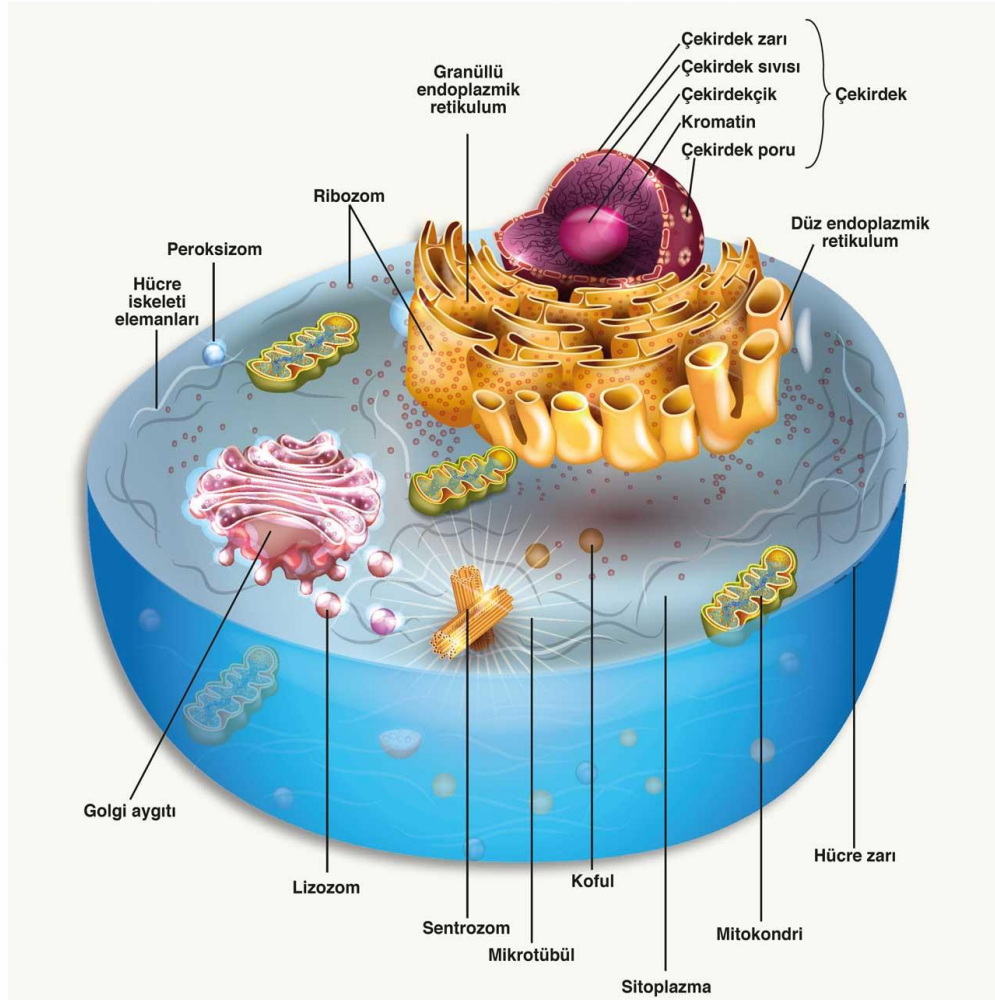


Hayvan Hücresi Modeli

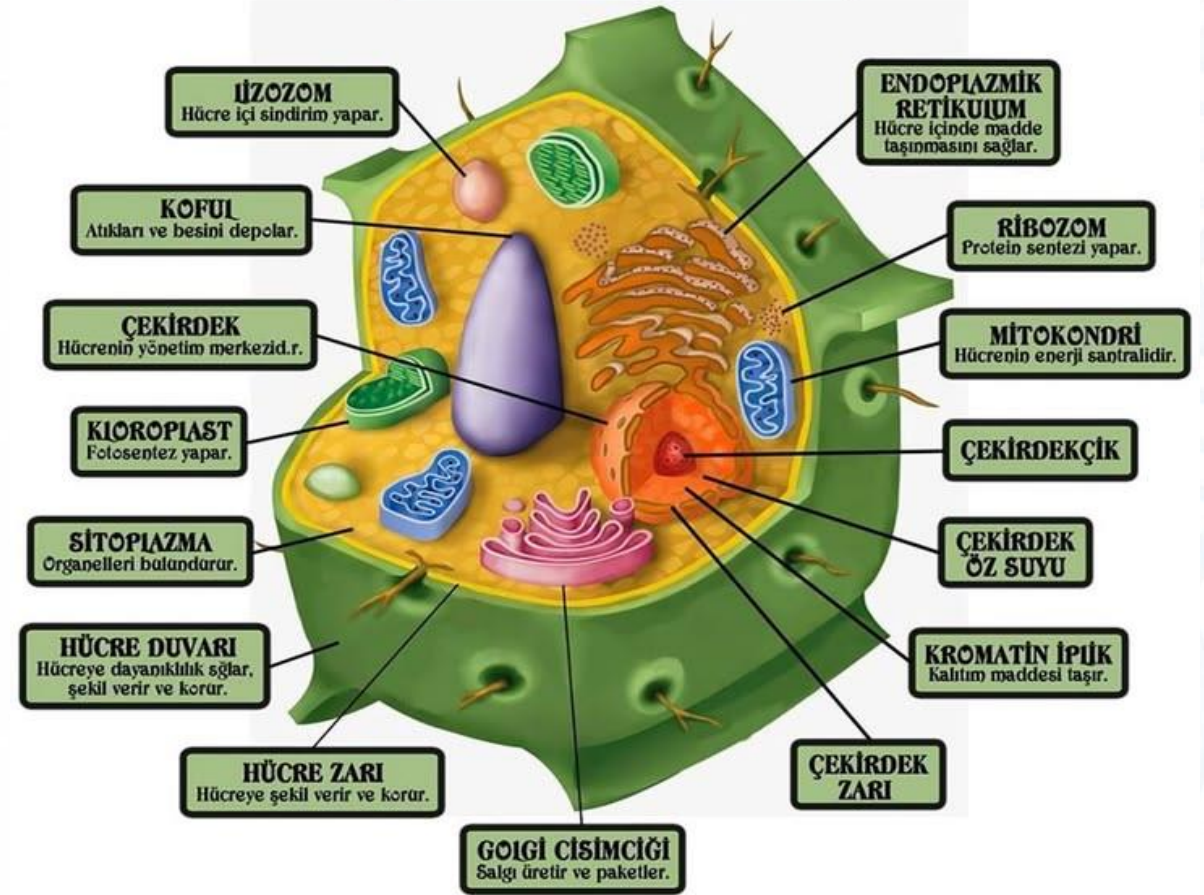
BİTKİ VE HAYVAN HÜCRESİ ARASINDAKİ FARKLAR

- Bitki hücresinde plazma zarının dışında kalan bir hücre duvarının bulunur.
- Bitki hücrelerinde hayvan hücrelerinde bulunmayan plastidler bulunur ki bunlar çeşitli maddelerin sentezlenmesi ve depolanması ile ilişkilidir. **Kloroplast**, kromoplast ve lökoplast.
- Kloroplastlar **güneş enerjisinde bulunan elektromanyetik enerjiyi kimyasal enerjiye çevirerek fotosentez** yaparlar.
- Bitki hücresi daha köşeli bir yapıdayken hayvan hücresi daha ovaldir.
- Bitki hücrelerinin karakteristik yapılarından biri **vaküol** denilen büyük boşluklardır. Büyük vaküoller hayvan hücrelerinde normal şartlarda bulunmazlar.

- Hayvan hücrelerinde ana hücrenin plazma zarının hücrenin orta yerinde kenarlardan içe doğru girinti yapması sonucu, ana hücre bir boğumla ikiye bölünmesi ve oğul hücrelerin oluşumunda görevli sentriyol ve aster iplikleri bulunur. Ancak bitki hücrelerinde bu yapılar bulunmaz.
- Bitki hücreleri bölünme gerçekleşirken iki oğul hücre arasında hücre plağı denilen bir yapı oluşur. Bölme şeklinde gelişen bu yapı ana hücreyi iki oğul hücreye ayırır.



BİTKİ HÜCRESİ





Yapı	Prokaryot Hücre	Bitki Hücresi	Hayvan Hücresi	Kısaca Görevi
Hücre zarı	Var	Var	Var	Madde alış-verişi ve sitoplazmayı ortamdan ayırmak
Hücre çeperi	Var	Var	Yok	Koruma ve destek
Ribozom	Var	Var	Var	Protein sentezi
Mitokondri	Yok	Var	Var	Enerji (ATP) üretim merkezi
Plastitler	Yok	Var	Yok	Çeşitli pigmentleri taşımak, besin depo etmek
Klorofil	Var (bazılarında)	Var (çoğunda)	Yok	Fotosentez yapmak
Sentrozom	Yok	Yok	Var	Hücre bölünmesinde görevli
Lizozom	Yok	Benzeri var	Var	Hücre içi sindirim yapmak
Golgi aygıtı	Yok	Var	Var	Hücre dışına salgı yapma
Endoplazmik retikulum	Yok	Var	Var	Madde taşınması ve depolanması, lipid sentezi
Koful (Vakuol)	Yok	Var (büyük)	Var (küçük)	Geçici depolama birimi
Çekirdek	Zarla çevrili değil	Var	Var	Hücrenin kalıtım ve yönetim merkezi
Çekirdekçik	Yok	Var	Var	RNA ve ribozom sentezi

REFERANSLAR

- Cooper, G.M. Hücre:Moleküler Yaklaşım, 7.baskı
- Campbell ve Reece. Campbell Biyoloji, 6.baskıdan çeviri.
- Güçlü S., Albayrak G., Deveci A., Ekmekçi, A.(2014). Evrimin Moleküler İzleri ve Kanıtları. İst Tıp Fak Dergisi; 77:2
VIDEO:
Tarihsel Gelişim: <https://www.youtube.com/watch?v=4OpBylwH9DU>
İlk Hücre Oluşumu: <https://www.youtube.com/watch?v=Qs9ZFsDbMO8&t=325s>
Domainler: <https://www.youtube.com/watch?v=Xzy4Ze93G3g>
Prokaryotlar ve Ökaryotlar: <https://www.youtube.com/watch?v=Pxujitlv8wc&t=97s>