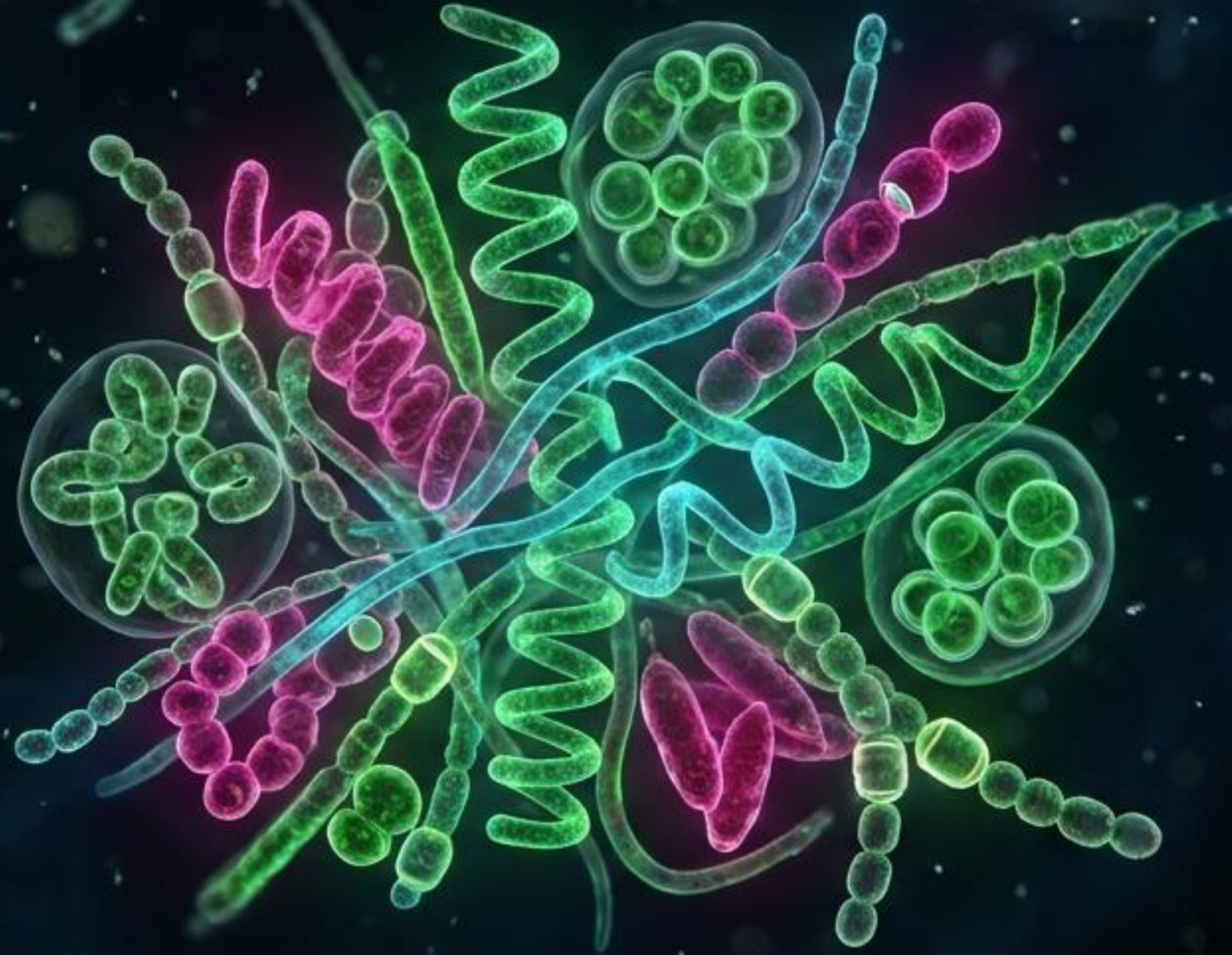


Sporlular Sistematiđi Dersi

Cyanobacteria / Cyanophyta (Mavi-Yeşil Algler)

Genel Özellikleri, Biyolojisi ve Ekolojisi



Dünyanın Mimarları: 3.5 Milyar Yıllık Miras

3.5 Milyar
Yıl Önce



Stromatolitler.
Dünya üzerindeki en eski
mikroskobik fosil kayıtları ve
biyolojik aktivite kanıtları.

Büyük Oksitlenme
Olayı (GOE)



Oksijenli fotosentezin doğuşu.
Cyanophyta'nın Dünya atmosferini
dönüştürerek anaerobik yaşamdan
aerobik yaşama geçişi tetikleme.

Günümüz



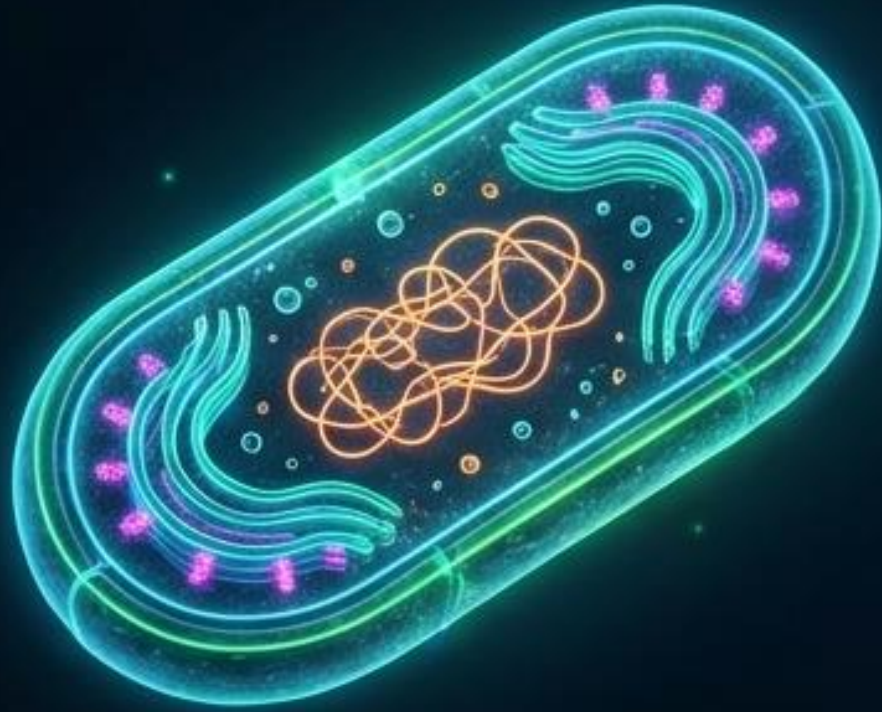
Modern biyosferin ve ozon
tabakasının temelini atılması.

Kloroplastın Kökeni: Birincil Endosimbiyoz (Primary Endosymbiosis)



Hücresel Organizasyon: Ökaryotik Alglerden Ayrım

Cyanophyta (Prokaryot)



Ökaryotik Algler



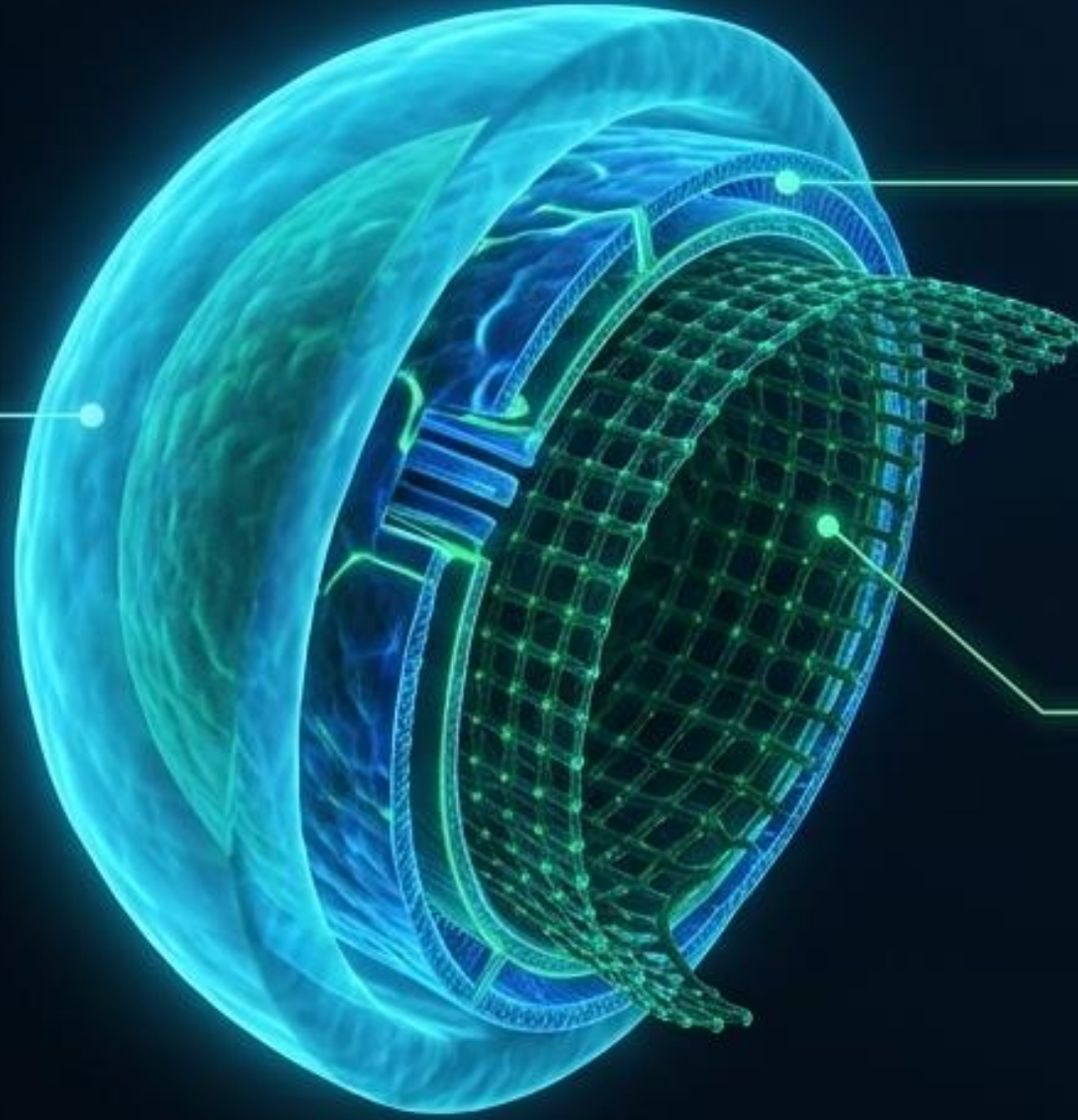
Özellik	Cyanophyta (Prokaryot)	Ökaryotik Algler
Çekirdek (Nucleus)	Yok. Halkasal DNA sitoplazmada serbest (Nükleoid).	Var. DNA çekirdek zarı ile çevrili.
Zarlı Organeller	Yok (Mitokondri, ER, Golgi bulunmaz).	Var.
Kloroplast	Yok (Fotosentez doğrudan sitoplazmadaki zarlarda gerçekleşir).	Var.

Cyanophyta, isimsel olarak 'alg' (Mavi-Yeşil Alg) kabul edilse de ultrastrüktürel olarak kesin bir Prokaryottur.

Dış Zırh: Hücre Duvarı ve Şıllıf (Mucilage Sheath)

Dış Müsilaj Kılıfı (Şıllıf)

Hücreyi kuraklığa, UV radyasyonuna ve avcılara karşı koruyan jelatinöz polisakkarit tabaka. Koloni bütünlüğünü sağlar.



Hücre Duvarı (Gram-Negatif)

İç ve dış zar arasında yer alan, lipopolisakkarit ve protein ağırlıklı ince savunma bariyeri.

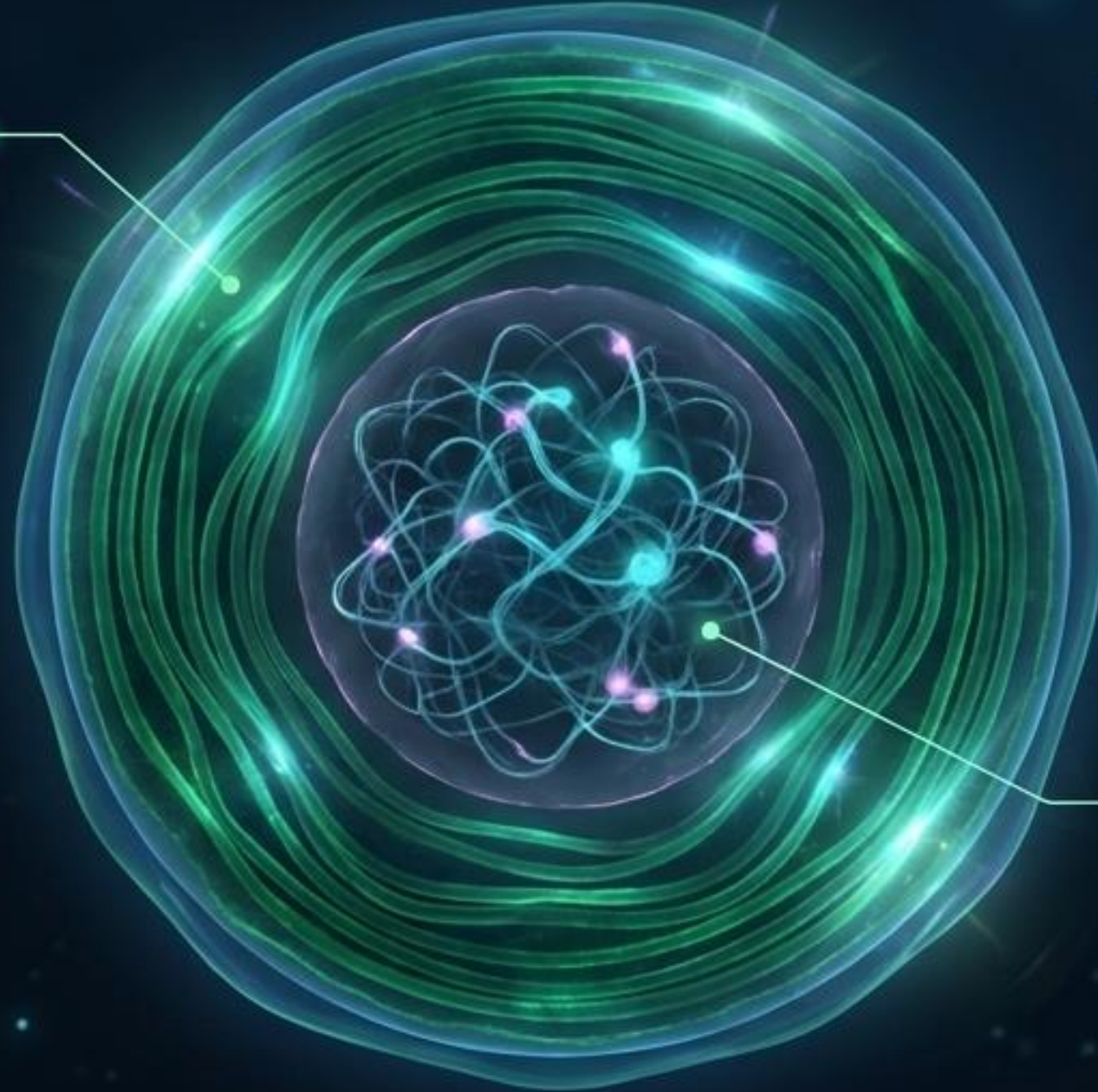
Peptidoglikan Tabaka

Bakterilere özgü dayanıklı iç iskelet. Murein yapısı ile osmotik basınca direnç sağlar.

Sitoplazmik Topoğrafya ve Serbest Tilakoidler

Kromatoplazma (Çevresel Bölge)

Sitoplazmanın etrafına serbest halde dağılmış, pigment içeren eş merkezli tilakoid zarlar. Işık hasadının yapıldığı aktif bölge.

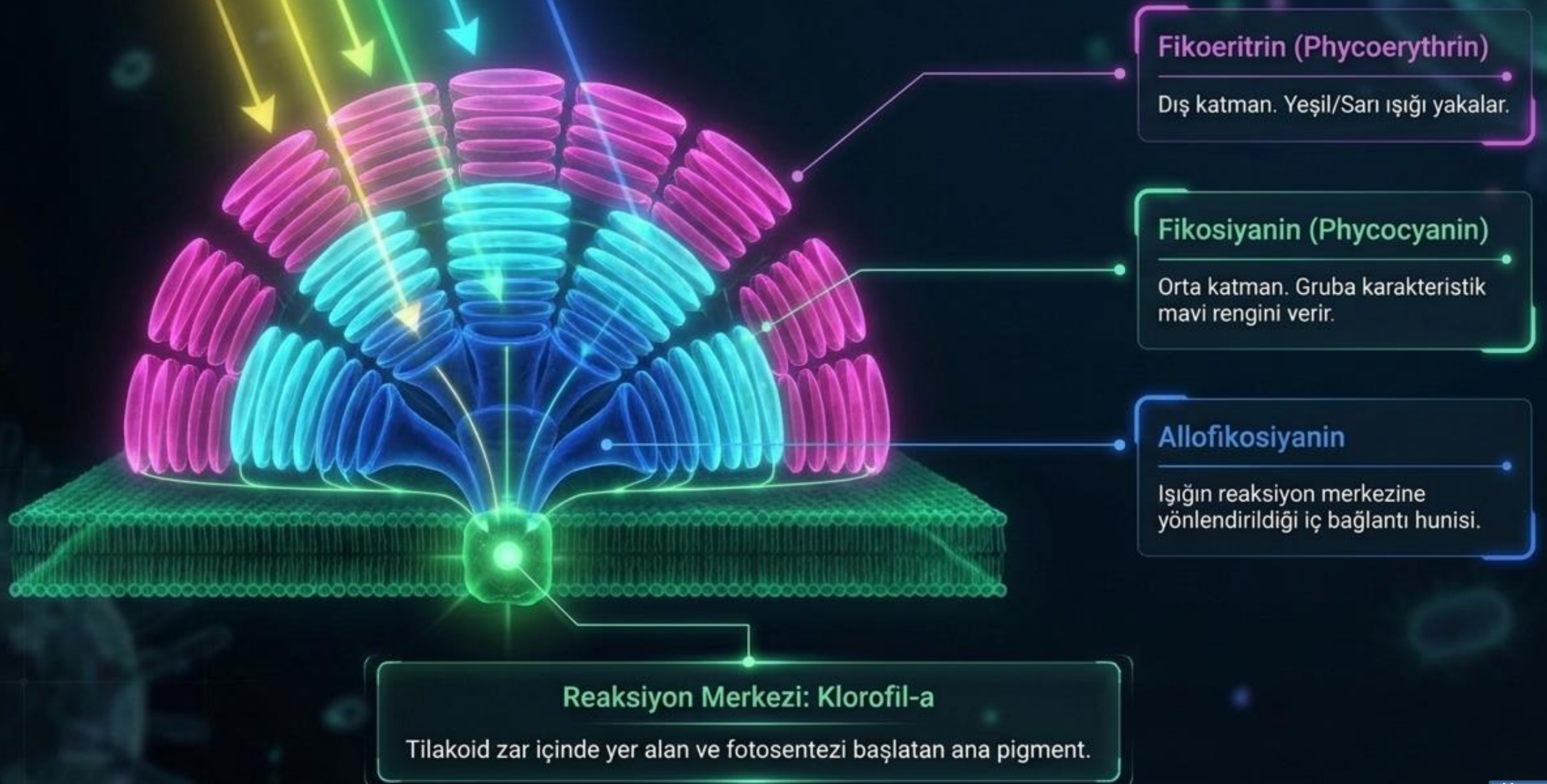


Santrop plazma (Merkezi Bölge)

DNA fibrillerinin (Nükleoid) bulunduğu renksiz, genetik ve metabolik kontrol merkezi.

Kloroplastın yokluğu, fotosentetik mekanizmanın spesifik bir organelle hapsedilmeyip tüm hücre zarlarına yayıldığı anlamına gelir.

Işık Hasadı: Fikobilizom (Phycobilisome) Anten Kompleksi



Biyokimyasal Kasalar: Depo Maddeleri ve İnklüzyonlar

Karbon Deposu

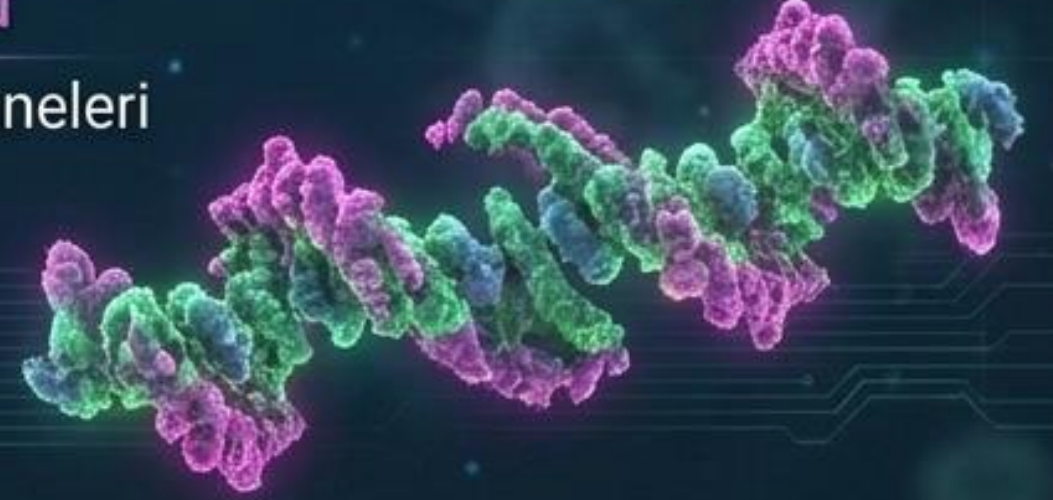
Siyanofisean Nişastası



α -glukan yapısında, glikojen benzeri karbonhidrat enerji rezervi.

Azot Deposu

Siyanofisin Taneleri



Arginin ve aspartik asit aminoasit polimerlerinden oluşan devasa azot ve protein kasası.

Enerji ve Fosfor Deposu

Polifosfat (Volutin) Taneleri



Hücrenin fosfat ihtiyacını karşılayan ve enerji metabolizmasını destekleyen yoğun granüller.

Karbon Fiksasyon Merkezi

Karboksizomlar

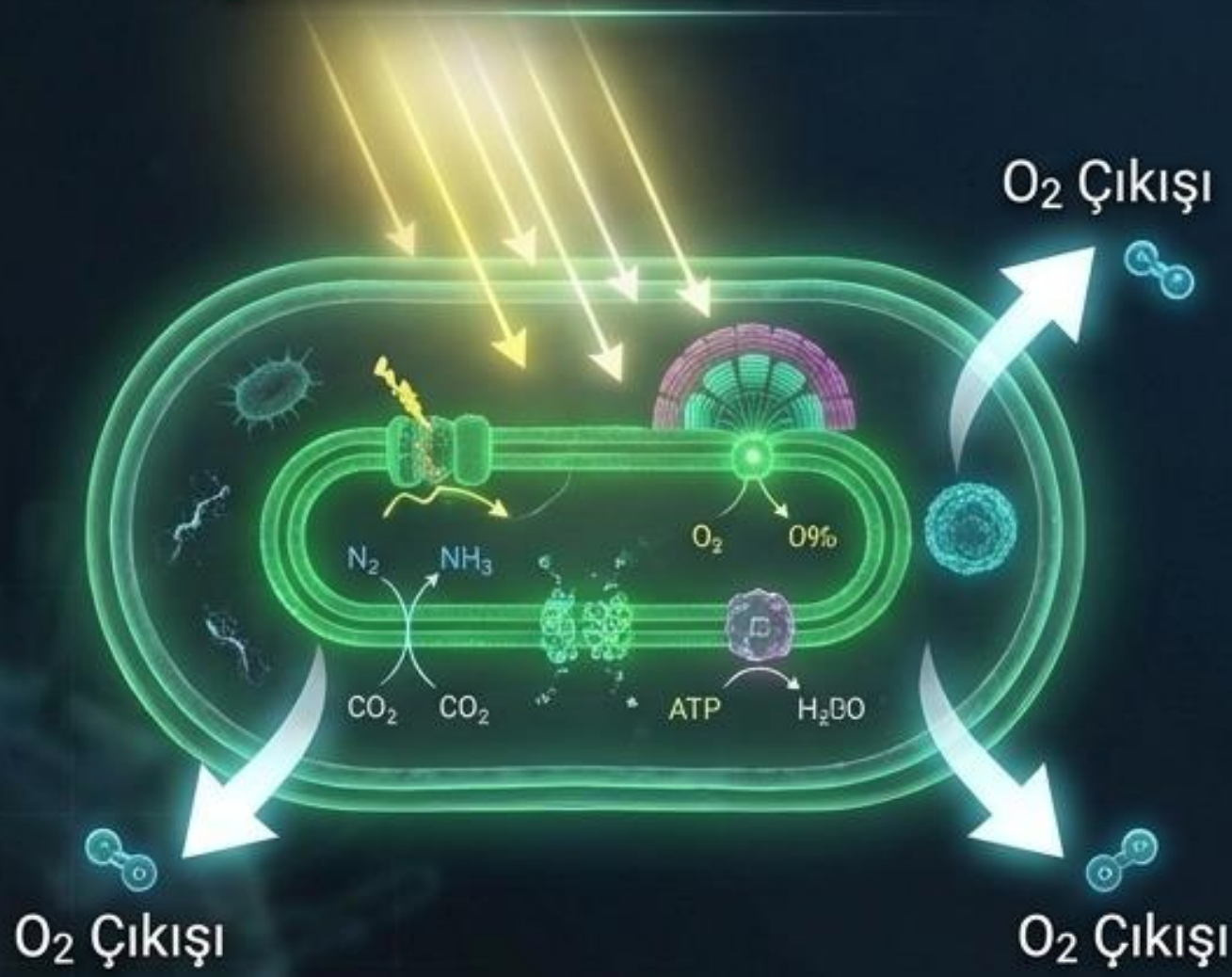


CO_2 fiksasyonunu katalize eden Rubisco enzimini yüksek konsantrasyonda barındıran polihedral protein mikro-odacıkları.

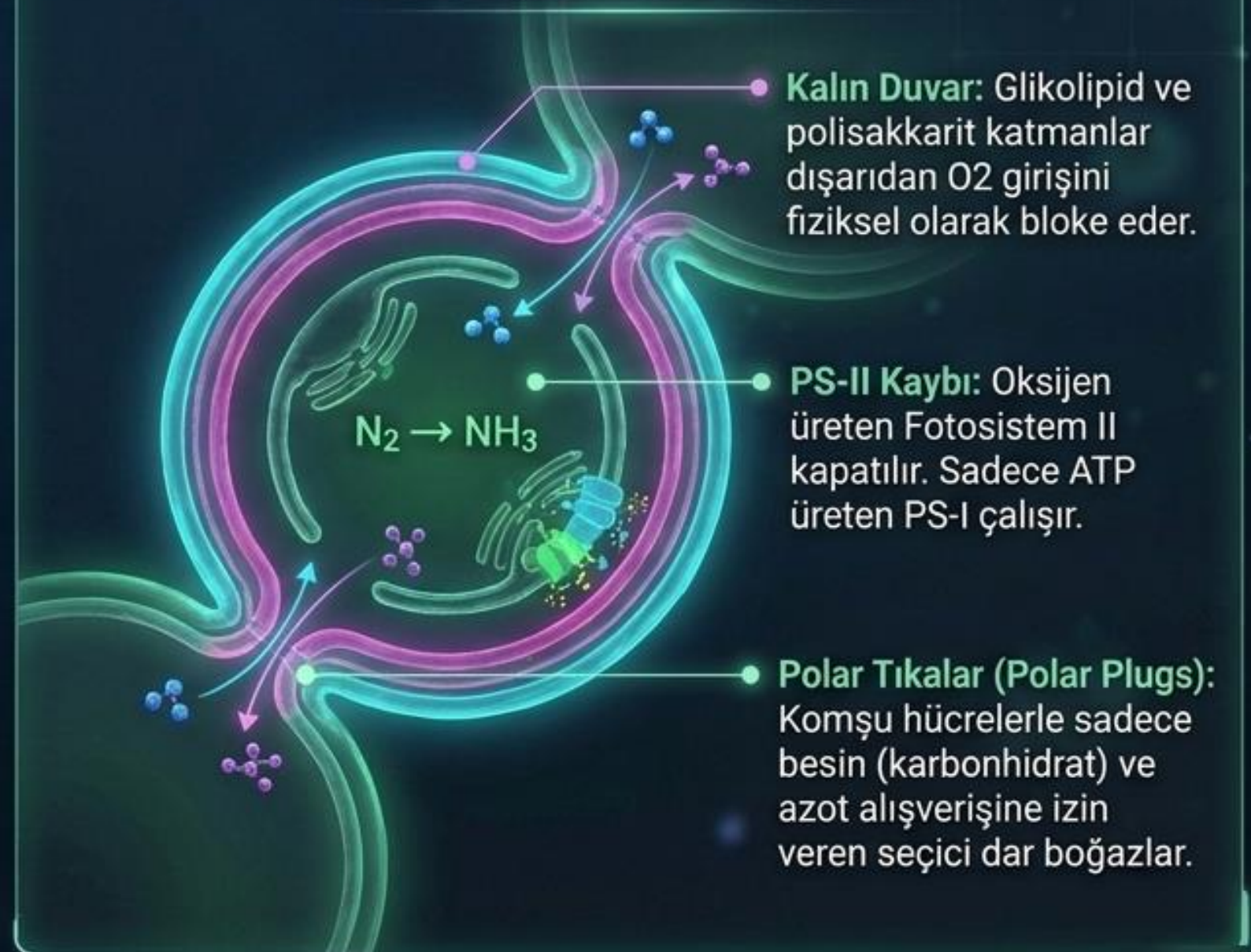
Azot-Oksijen Paradoksu: Heterokist (Heterocyst)

Paradoks: Nitrogenaz enzimi biyolojik azot fiksasyonu ($N_2 \rightarrow NH_3$) yapar, ancak **Oksijen** (O_2) tarafından zehirlenerek parçalanır. Fotosentetik bir hücre, kendi ürettiği oksijene karşı azot fiksasyonunu nasıl korur?

Vejetatif Hücre - Vegetative Cell



Heterokist - The Solution



Hayatta Kalma ve Yayılma: Akinet ve Hormogoniyum

Akinet (Akinete)



Durum:

Olumsuz çevre koşullarına (soğuk, kuraklık, besin kıtlığı) karşı kalkan.

Yapı:

Kışlık dinlenme sporu. Kalınlaştırılmış dış çeper.

İçerik:

Yoğun siyanofisin ve nişasta granülleri ile doldurulmuş devasa vejetatif hücre.

Hormogoniyum (Hormogonium)



Durum:

Üreme, kolonizasyon ve yeni habitatlara yayılma.

Yapı:

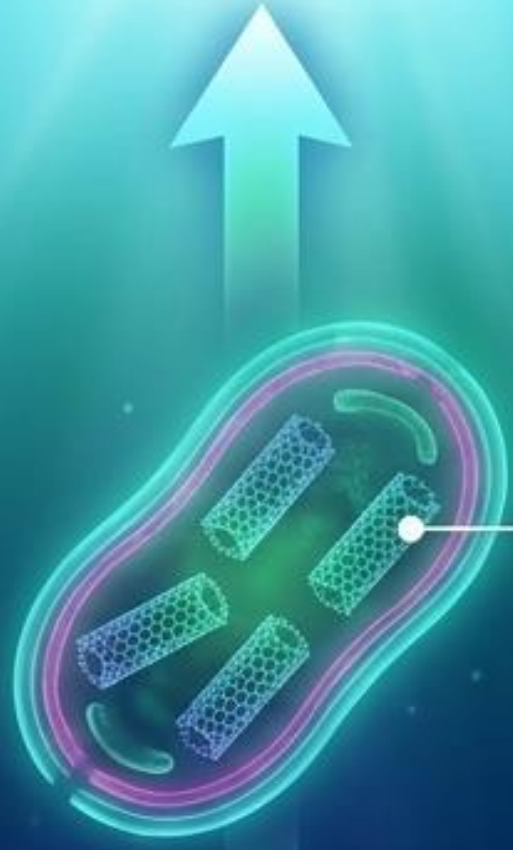
İpliksi formlarda nekridiyum (ölü hücre) noktalarından kırılarak ayrılan kısa segmentler.

Hareket:

Kayma (gliding) hareketi ile aktif yer değiştirme yeteneğine sahip çok hücreli birimler.

Yüzdürücülük Kontrolü: Gaz Vakuolleri (Aerotoplar)

YÜZEY (Işık/Light)



Gaz Vakuolleri
(Gas Vesicles)

DİP

(Besin/Nutrients)

Yapısal Özellik

Hücre zarıyla çevrili DEĞİL, protein yapılı sert, içi boş silindir kovanlardır. Suda erimiş gazları depolayarak özgül ağırlığı düşürürler.

Yukarı Göç (Diyastol Etkisi)

Gece saatlerinde veya ışık yetersizliğinde gaz kovanları sentezlenerek hücrenin yüzeye, optimal fotosentez alanına (ışığa) çıkmasını sağlar.

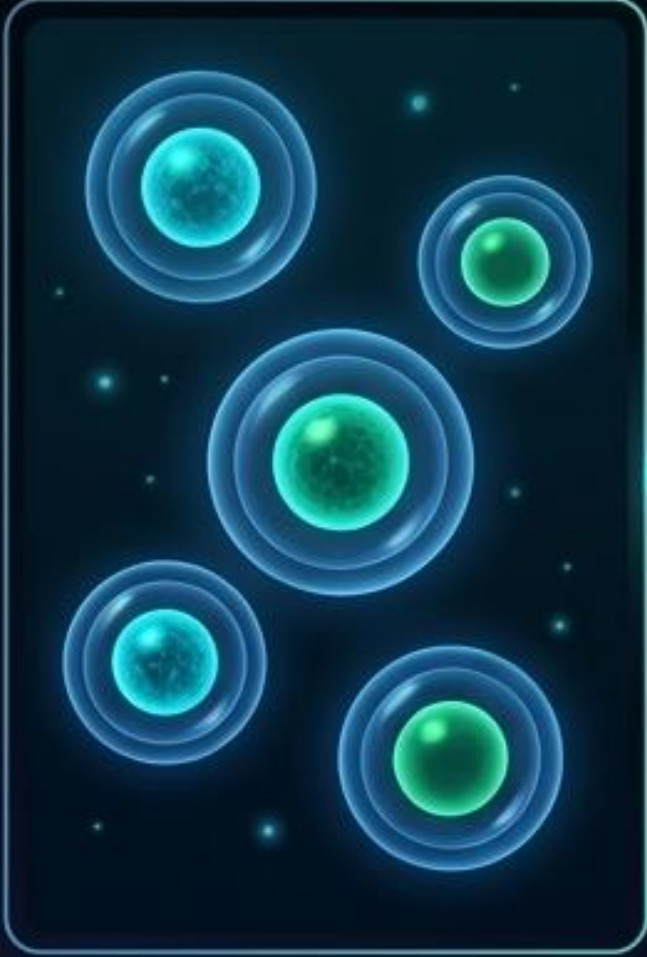
Aşağı Göç (Turgor Kontrolü)

Işık şiddeti arttığında fotosentez hızlanır, hücre içi osmotik turgor basıncı artar. Bu basınç protein kovanlarını çökertir ve hücre dibe (besine) batar.

Hücresel Farklılaşma Teşhis Matrisi

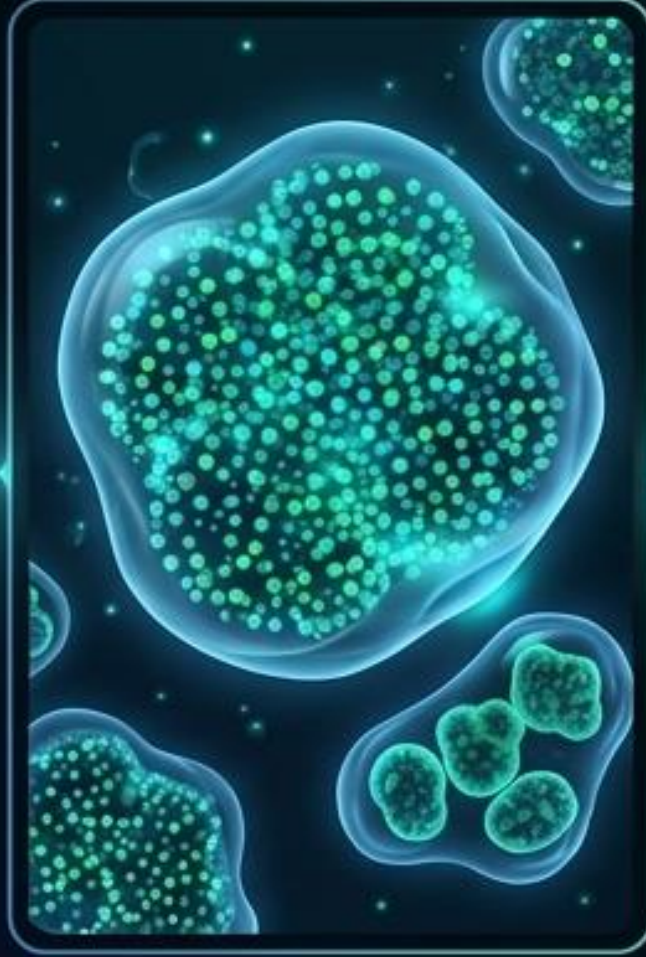
Farklılaşma Adı	Ana İşlev	Çevresel Tetikleyici	Morfolojik Özellik
Heterokist	N2-Fiksasyonu (Azot Bağlama)	Azot kıtlığı	Kalın çeperli, renksiz/soluk hücre, polar tıklar.
Akinet	Dinlenme / Direnç Sporu	Soğuk, Kuraklık, Stres	Büyümüş hacim, çok kalın çeper, yoğun depo granülleri.
Gaz Vakuolü	Dikey Göç (Yüzdürücülük)	Işık ve Besin Optimizasyonu	Protein silindirleri, mikroskopta koyu refraktil alanlar.
Hormogoniyum	Koloni Yayılması / Üreme	Çoğalma fazı	Ana iplikten kopmuş, hareketli, kısa hücre dizileri.

Morfolojik Çeşitlilik ve Tallus Tipleri



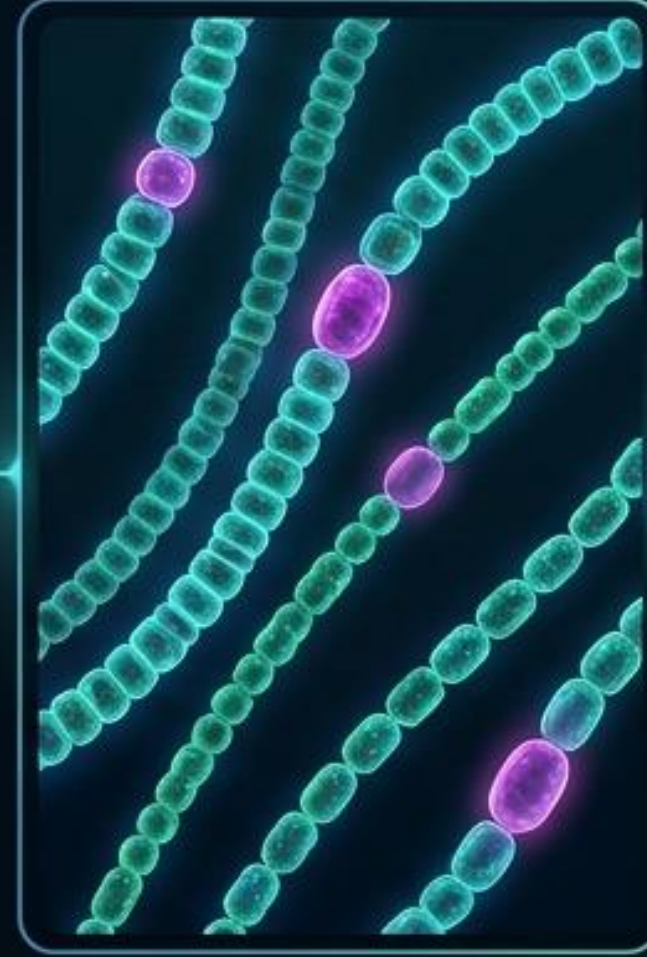
Tek Hücreli
Chroococcus

Müsilaj kılıf içinde serbest
izole hücreler.



Koloni Formları
Microcystis, Gloeocapsa

Belirli veya belirsiz şekilli
kılıf içi devasa topluluklar.



Yalın İpliksi (Filamentöz)
Oscillatoria, Anabaena

Trikom yapısı, hücrelerin
tespih gibi uç uca dizilmesi.



Dallanma Gösteren
Stigonema, Tolypothrix

Gerçek dallanma (boyuna
bölünme) veya kırılıp kılıfı
delme (yalancı dallanma).

Ekosistem Mühendisleri: Küresel Azot Fiksasyonu ve Simbiyoz



Mantar Ortaklığı: Likenler

Mikobiyont ile kurulan mutualist birlik. Mantar barınak ve su sağlarken, alg karbonhidrat ve azot sağlar.



Açık Tohumlu: Cycas

Sikadların "Coralloid" (mercanımsı) ve apogeotropik (yukarı büyüyen) kök nodüllerinde yaşam.



Eğreli Ortaklığı: Azolla

Su eğreli yapraklarında yaşayan Anabaena. Pirinç tarlalarında doğal ve deial ve devasa biyo-gübre kaynağıdır.



Cyanophyta (N₂ Sağlayıcı)



Kapalı Tohumlu: Gunnera

Bitki gövdesi içine girerek doğrudan hücre içi simbiyoz (endosimbiyoz) kurulan tek nadir angiosperm örneği.

Ekolojik Karanlık Taraf: Ötrofikasyon ve Su Çiçeklenmesi (Algal Bloom)



1. Tarımsal Kirlilik (Ötrofikasyon)

N-P-K (Azot/Fosfor) zengini suni gübrelerin göl ve kıyı sularına kontrolsüz akması.



2. Patlayıcı Mitoz

Cyanophyta popülasyonlarının anormal bir hızda çoğalarak su yüzeyini kalın bir tabaka halinde kaplaması.



3. Karanlık ve Hipoksi

Su altı florasına ışık girişinin kesilmesi. Devasa alg kütlelerinin ölüp bakterilerce ayrıştırılırken sudaki Oksijeni (O₂) hızla tüketmesi.



4. Kitle Ölümleri

Anoksik (oksijensiz) ortam sonucu balık ve omurgasız su ekosisteminin topyekün çöküşü.

Siyanotoksinler: Su Kalitesi ve Halk Sağlığı Tehditleri



Nörotoksinler (Sinir Sistemi Hedefli)

Anatoxin-a: "Very Fast Death Factor" (Çok Hızlı Ölüm Faktörü), kas felci ve solunum durması.
Saxitoxin: Paralitık kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesine (PSP) neden olan ölümcül blokör.



Hepatotoksinler (Karacięer Hedefli)

Microcystin ve Nodularin: Karacięer enzim inhibisyonu, hücre iskeleti yıkımı ve uzun vadede karaciğer kanseri/yetmezliği. Küresel içme suyu rezervuarları için en büyük tehdit.



Dermatotoksinler (Deri Hedefli)

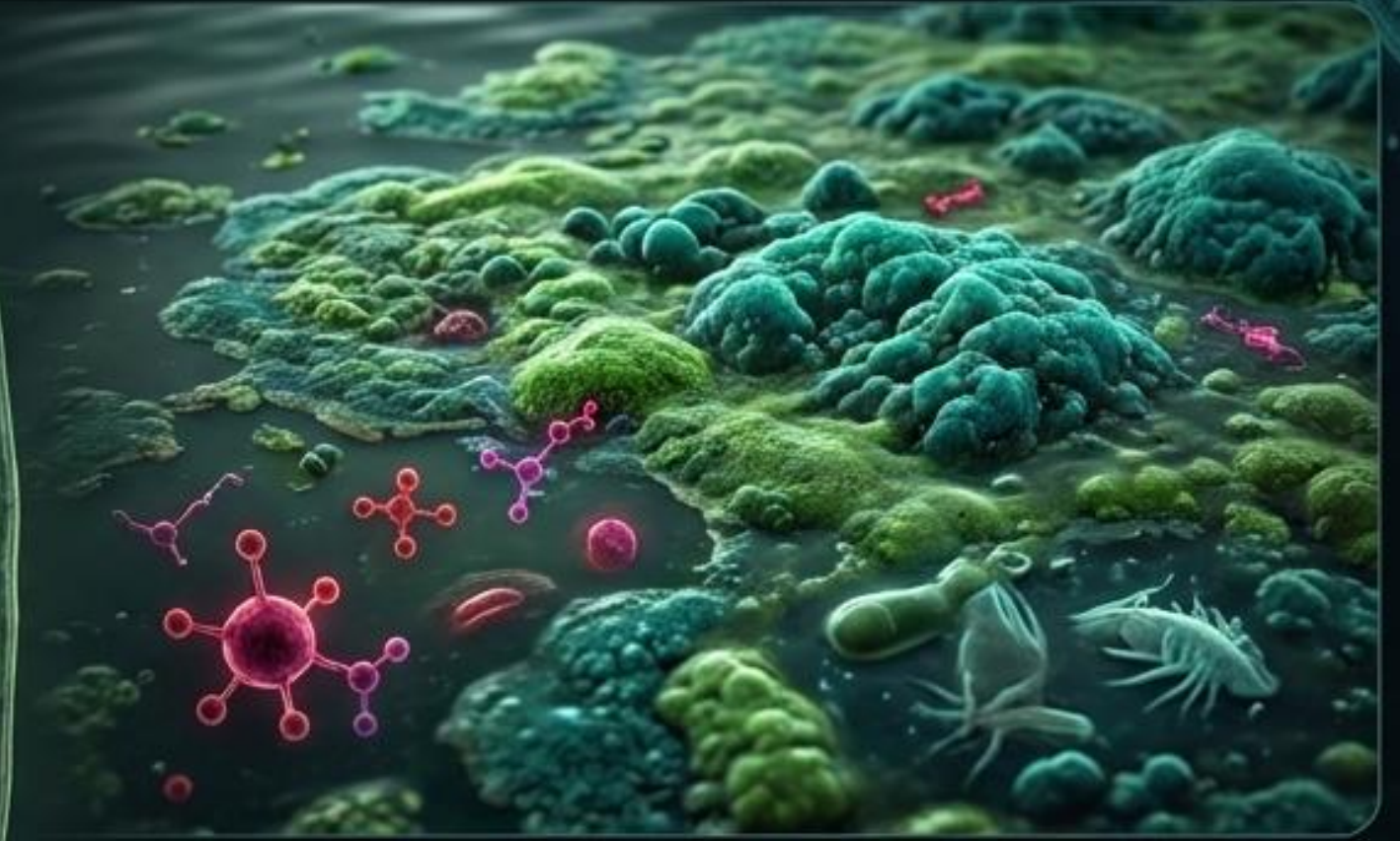
Suya temas halinde veya rekreasyonel kullanımda ciddi alerjik reaksiyonlar ve cilt lezyonları tetikleyicisi.

Sentez: Ekolojik Düzenleyiciler ve Evrimsel Motorlar



Dünyanın Mimarları

3.5 milyar yıl önce atmosferi oksijenle dolduran, bitkilere kloroplastlarını bağışlayan ve bugün hala küresel azot/karbon döngüsünü yöneten biyolojik motorlardır.



İkili Doğa

İnsanlığın hayatta kalması için kritik olan bu organizmalar, ekosistem dengesi bozulduğunda ve sular kirletildiğinde ölümcül biyolojik silahlara dönüşür.

