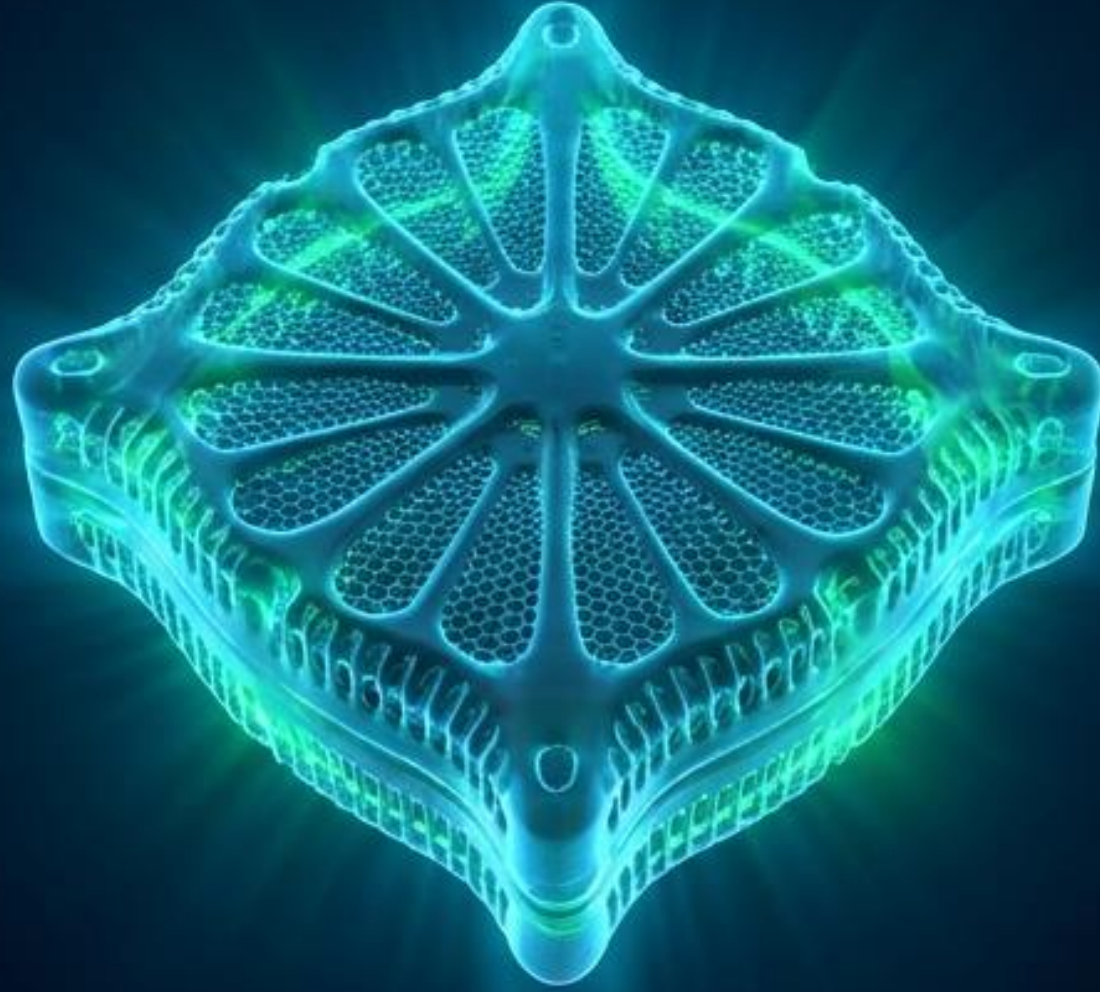


# Alglerin Dünyası: Morfolojiden Modern Sistematiğe

Fotosentetik Polifiletik Organizmaların Evrimi, Biyolojisi ve  
Taksonomik Matrisi



# Alg Nedir? Thallophyta'nın Biyolojik Sınırları

## Gerçek Bitkiler (Cormophyta)



Kök

Gövde

Yaprak

İletim Demeti

Kök

Fotosentetik ve çoğunlukla sucul polifiletik organizmalardır.

Tallus Tabanı

Sap

Yaprak benzeri lamina

İletim demeti  
(Vasküler doku)

**YOK**

Tallus Tabanı

Klorofil-a pigmenti tüm fotosentetik formlarda evrensel olarak bulunur.

Gerçek kök, gövde ve yaprak farklılaşması yoktur; vücut yapısı Tallus (Thallus) olarak adlandırılır.

İletim demetleri (vasküler doku) ve embriyo evresi bulunmaz.

# Habitat ve Ekolojik Dağılım: Su Sütunundan Ekstrem Ortamlara

## Yüzey Suları

(Fitoplanktonik Formlar)

Su akıntılarıyla sürüklenen serbest mikroskobik algler. Okyanusların birincil üreticileri.



## Tatlı Su ve Nemli Karasal Ortamlar

Göller, nehirler, ağaç kabukları ve nemli toprak yüzeyleri.



## Zemin ve Kayalıklar (Bentik Formlar)

Substrata (zemin, kaya, kabuk) tutunarak yaşayan makroskobik tallus yapıları.



## Ekstrem Habitatlar

Termal kaplıcalar, buzul yüzeyleri (kriyofilik algler) ve hiper-tuzlu göller (halofilik formlar).



# Tallus Morfolojisi I: Tek Hücreden Kolonizasyona

## 1. Tek Hücreli Formlar



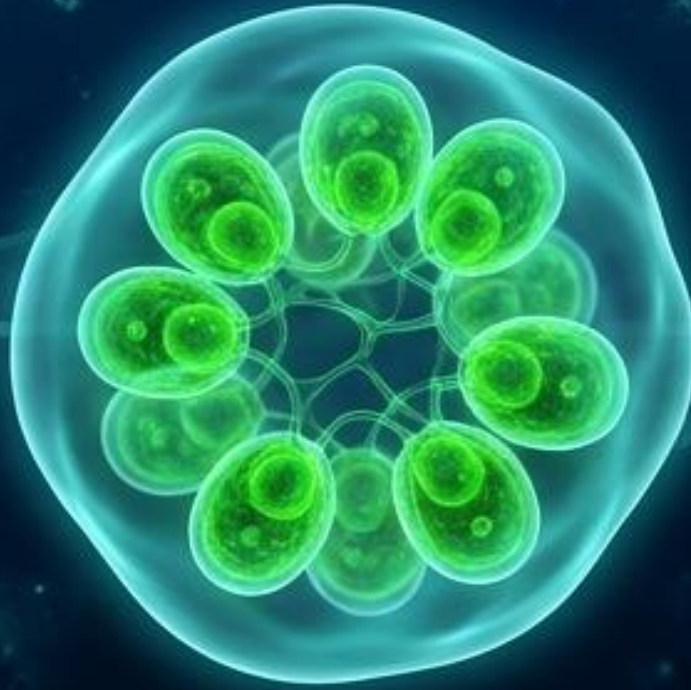
Hareketli (Kamçılı):  
**Chlamydomonas**



Hareketsiz (Kokkoid):  
**Chlorella**



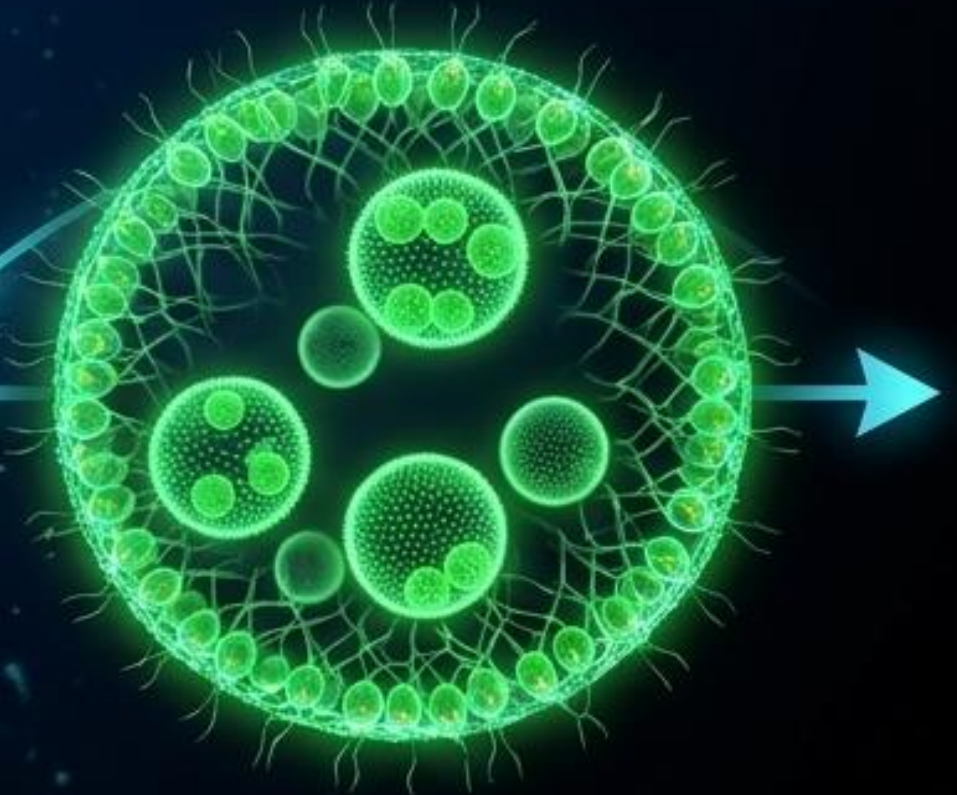
## 2. İlkel Koloniler



**Gonium ve Pandorina:**  
Hücrelerin jelatinimsi bir kılıf içinde bir araya gelmesiyle oluşan basit hücre kümeleri.



## 3. İleri Düzey Koloniler (Sönobyum)



**Volvox:**  
İş bölümü (üreme ve somatik hücreler) gösteren, yüzlerce hücreden oluşan küresel, kompleks, hareketli koloniler.

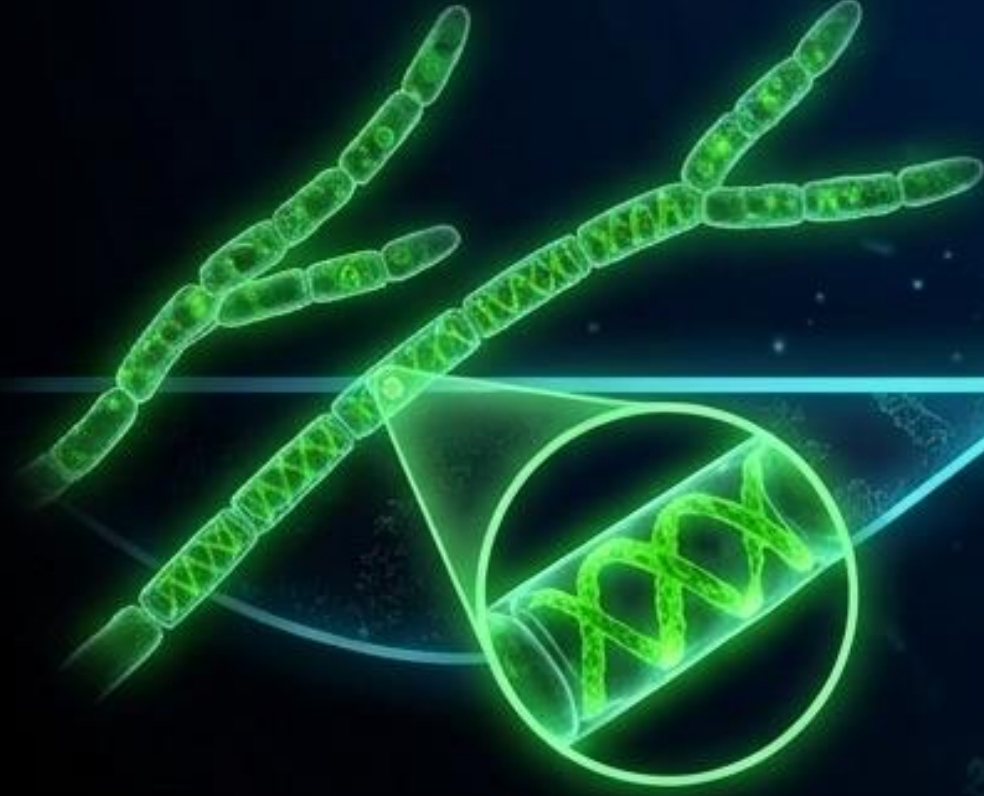


# Tallus Morfolojisi II: İpliksi Yapılardan Makroskobik Dokulara

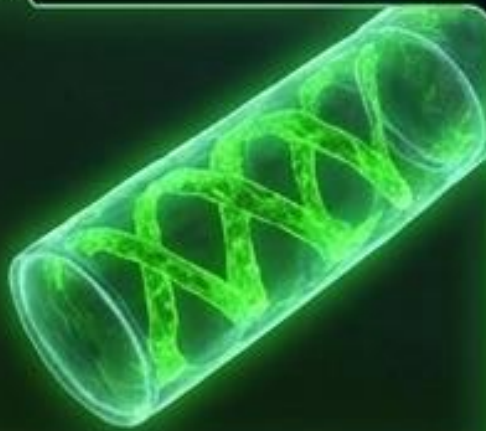
## 4. Filamentöz (İpliksi) Formlar

## 5. Sifonal (Sönositik) Formlar

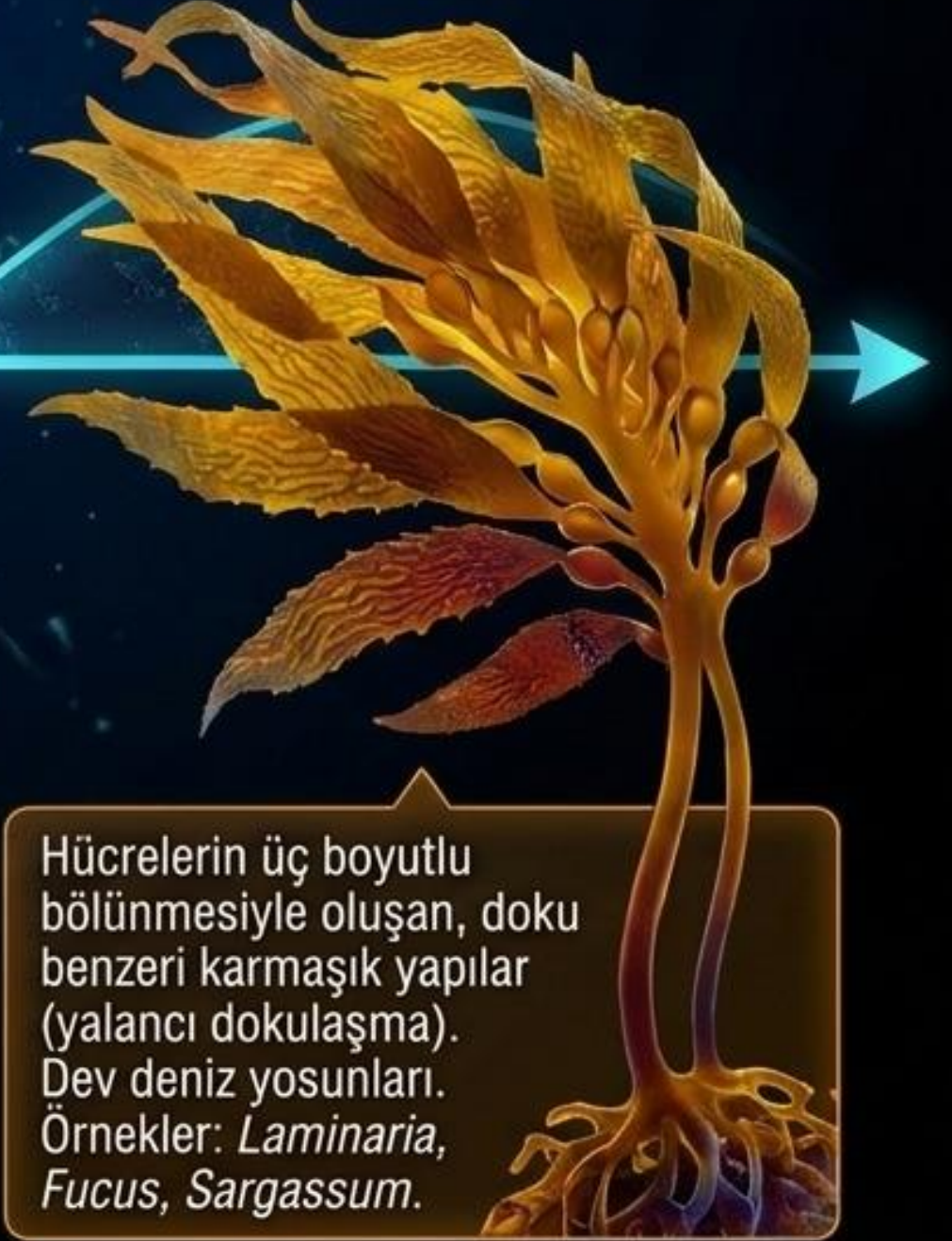
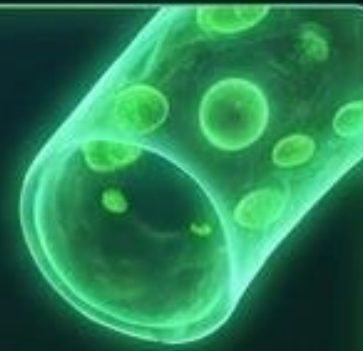
## 6. Parenkimatik (Dokulaşmış) Formlar



Uca uca eklenmiş hücre dizileri. Dallanmış veya dallanmamış olabilir. Örnekler: *Spirogyra*, *Zygnema*, *Ulothrix*.



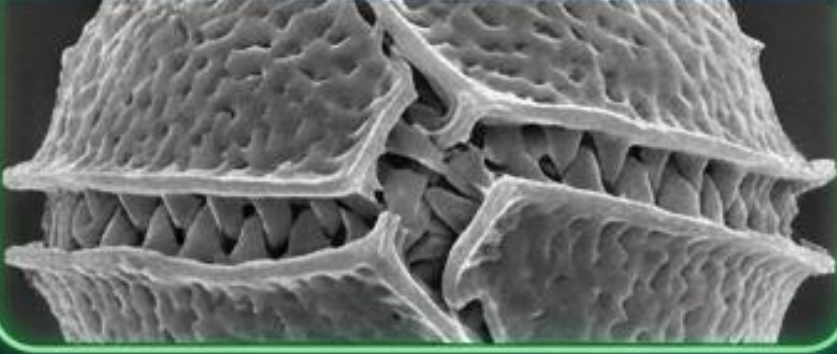
Hücreler arası çeperlerin (septum) erimesiyle oluşan, devasa çok çekirdekli tüpsü yapılar. Örnekler: *Vaucheria*, *Caulerpa*.



Hücrelerin üç boyutlu bölünmesiyle oluşan, doku benzeri karmaşık yapılar (yalancı dokulaşma). Dev deniz yosunları. Örnekler: *Laminaria*, *Fucus*, *Sargassum*.

# Biyokimyasal Zırh: Hücre Duvarı Çeşitliliği

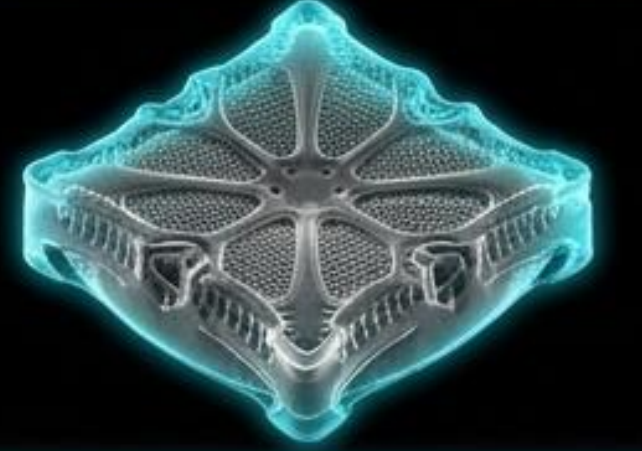
**Selüloz:** Birçok ökaryotik algin temel yapı taşı (Örn: Yeşil algler). Dinoflagellatlarda zırhlı selüloz plakalar (Teka) şeklinde organize olur.



**Aljinik Asit:** Kahverengi alglerin (Phaeophyta) hücre duvarında bulunan esneklik sağlayan polisakkarit.



**Silika (SiO<sub>2</sub>) - Biyomineralizasyon:** Diatomlarda (Bacillariophyta) birbirine geçen iki kapaklı, cam benzeri sert frustül yapısı.



**Agar ve Karrageenan:** Kırmızı alglerin (Rhodophyta) endüstriyel öneme sahip, jelatinimsi matriks polisakkaritleri.



# Metabolik Kasa: Karbonhidrat Depo Stratejileri



# Fotosentetik Pigmentler ve Işık Spektrumu Dağılımı



**Klorofiller (a, b, c, d): Sığ sular.**  
Yeşil Algler (Chlorophyta) klorofil a ve b ile kırmızı/mavi ışığı maksimum kullanır.



**Karotenoidler (Fukoksantin, β-karoten): Orta derinlik.**  
Kahverengi Algler (Phaeophyta) ve Diyatomlar. Fukoksantin, gruba karakteristik altın/kahverengi rengini verir.



**Fikobiliproteinler (Fikoeritrin, Fikosiyanin): Derin sular.**  
Kırmızı Algler (Rhodophyta), fikoeritrin pigmenti sayesinde derin denizlere ulaşan mavi-yeşil ışığı yakalayarak fotosentez yapabilir (Derinlik adaptasyonu).

# Kloroplast Evrimi: Primer ve Sekonder Endosimbiyoz

## Aşama 1: Primer Endosimbiyoz



Heterotrof bir ökaryotun, fotosentetik bir siyanobakteriyi yutması.  
Sonuç: 2 Zarlı Kloroplast.  
Evrimsel Hat: Archaeplastida (Kırmızı Algler, Yeşil Algler).

## Aşama 2: Sekonder Endosimbiyoz



Başka bir heterotrof ökaryotun, primer endosimbiyoz geçirmiş bir algi yutması.  
Sonuç: 3 veya 4 Zarlı Kloroplast.  
Kalıntı çekirdek (Nükleomorf) görülebilir.  
Evrimsel Hat: SAR Kladi (Kahverengi Algler, Diyatomlar, Dinoflagellatlar) ve Excavata (Euglenoidler).

# Kinetik Mimari: Kamçı (Flagella) Yapısı ve Dizilimi

## Sol Panel - Morfolojik Tipler

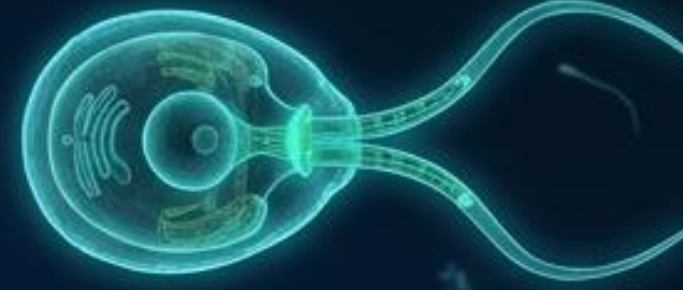


**Akronematik (Tüy­süz) Kamçı:**  
Yüzeyi pürüzsüz, kırbaç benzeri standart kamçı (Whiplash).



**Plevronematik (Tüylü) Kamçı:**  
Yüzeyinde hareketi yönlendiren tinsel (mastigonem) yapılar bulunur.

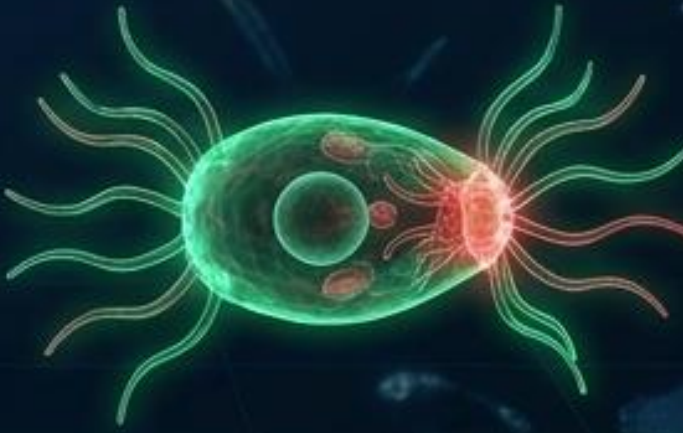
## Sağ Panel - Organizasyon Tipleri



**İzokont:** Eşit uzunlukta ve yapıda iki kamçı (Örn: Chlamydomonas).



**Heterokont:** Farklı uzunluk ve yapıda (biri tüylü, biri tüysüz) iki kamçı (Örn: Kahverengi algler, Diyatom spermeleri).



**Stefanokont:** Hücrenin bir ucunda taç şeklinde dizilmiş çok sayıda kamçı.

# Yaşam Döngüsü Stratejileri I: Eşeysiz Üreme



**Bölünme (Fizyon):**  
Tek hücrelilerde doğrudan  
ikiye ayrılma.



**Parçalanma  
(Fragmentasyon):**  
İpliksi veya makroskopik  
tallusun koparak yeni  
bireyler oluşturmaları.



**Zoospor:**  
Kamçılı, hareketli, suda  
yüzerek yeni alanlara  
kolonize olan çıplak  
sporlar.



**Aplanospor:** İnce çeperli,  
kamçısız ve hareketsiz  
sporlar.



**Otospor:** Ana hücrenin tam  
bir kopyası (minyatürü)  
şeklinde gelişen hareketsiz  
sporlar (Örn: Chlorella).



**Akinet:** Zorlu çevre  
koşullarına dayanıklı, kalın  
çeperli, besin depolamış  
dinlenme hücreleri  
(Özellikle Cyanophyta'a'  
da).

# Yaşam Döngüsü Stratejileri II: Eşeyli Üreme ve Gamet Evrimi



## İzogami (İlkel Form)

Şekil ve büyüklük bakımından tamamen aynı (morfolojik olarak ayırt edilemeyen) iki hareketli gametin birleşmesi.

## Anizogami (Geçiş Formu)

Şekil olarak benzeyen ancak boyut olarak birbirinden farklı iki gametin birleşmesi (Mikrogamet ve Makrogamet).

## Oogami (İleri Düzey Form)

Büyük, hareketsiz, bol besin depo eden dişi gamet (Yumurta/Oosfer) ile küçük, hareketli erkek gametin (Sperm/Anterozoit) birleşmesi. Yüksek yapıli bitkilere giden evrimsel adımdır.

# Jenerasyon Dinamikleri: Alglerde Yaşam Döngüsü Tipleri



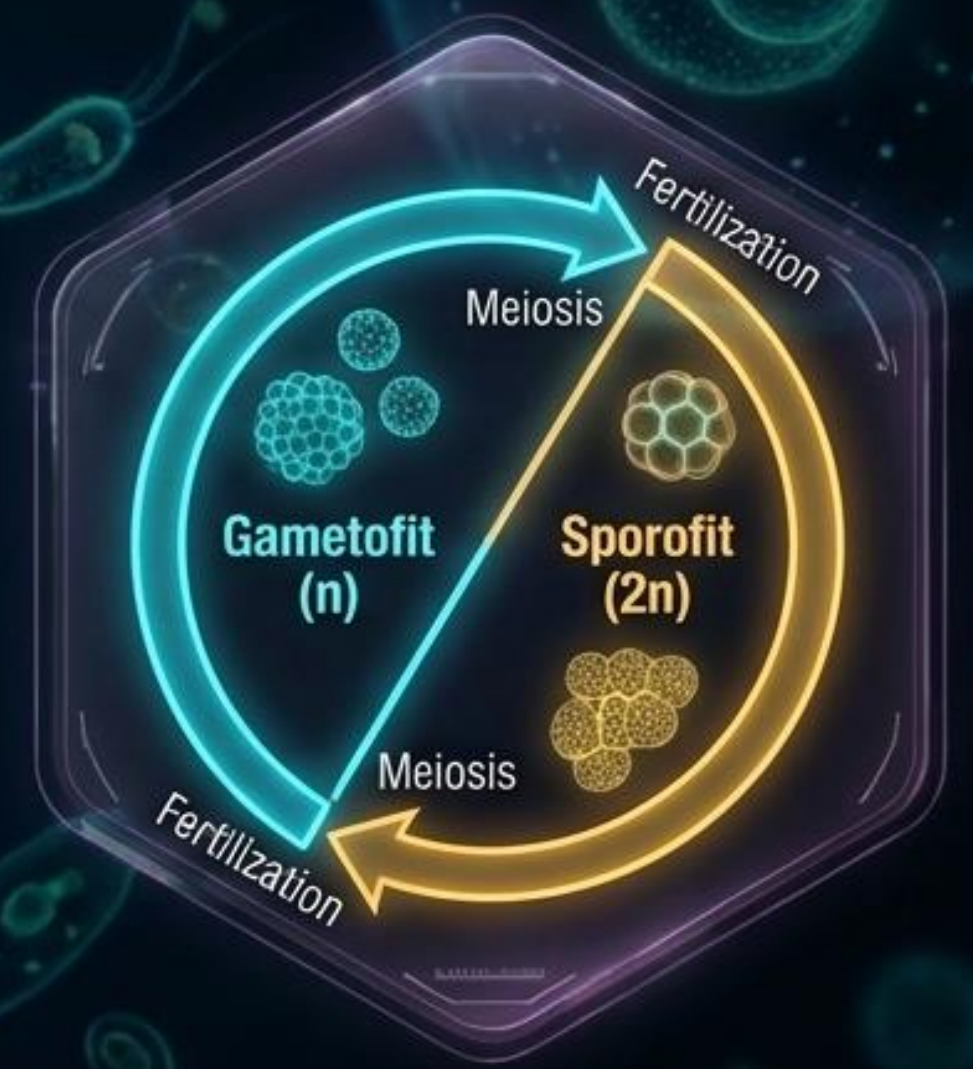
## Haplontik Döngü

Yaşam döngüsünün büyük bir kısmı haploid (n) evrede geçer. Sadece zigot diploiddir (2n) ve hemen mayoz geçirir.



## Diplontik Döngü

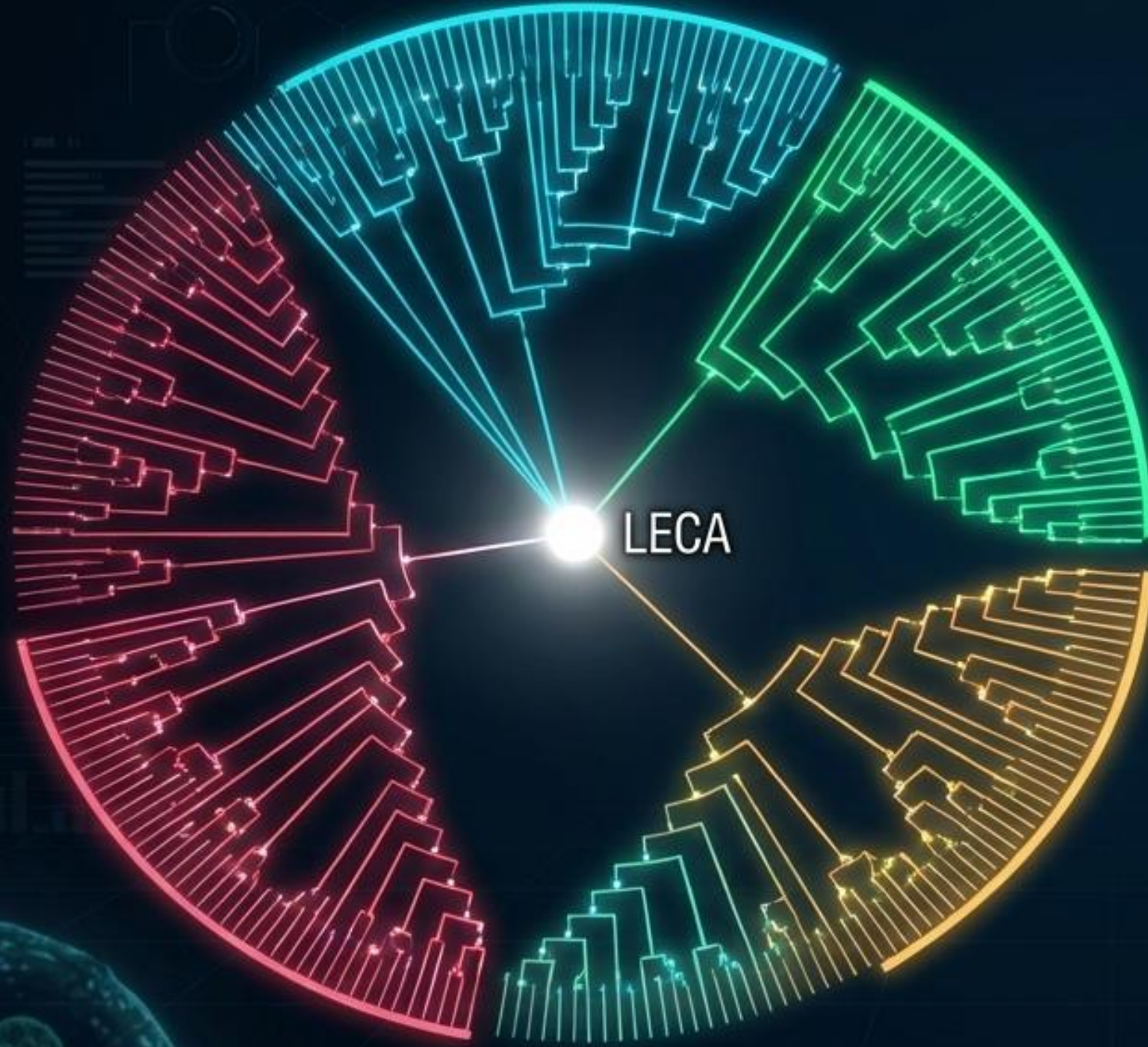
Yaşam döngüsünün büyük bir kısmı diploid (2n) evrede geçer (Örn: Fucus). Sadece gametler haploiddir (n). Diatomlarda da yaygındır.



## Haplodiplontik Döngü (Döl Almaşığı)

Çok hücreli haploid (Gametofit) ve çok hücreli diploid (Sporofit) evrelerin birbirini izlemesi. İzomorfik: Morfolojik olarak aynıdır. Heteromorfik: Morfolojik olarak tamamen farklıdır.

# Alg Sistematiğine Genel Bakış: Klasikten Moderne Geçiş



## Eski Paradigma

Algler, bitki benzeri özellikleri nedeniyle tek bir homojen grup (Protophyta) olarak değerlendirilirdi.

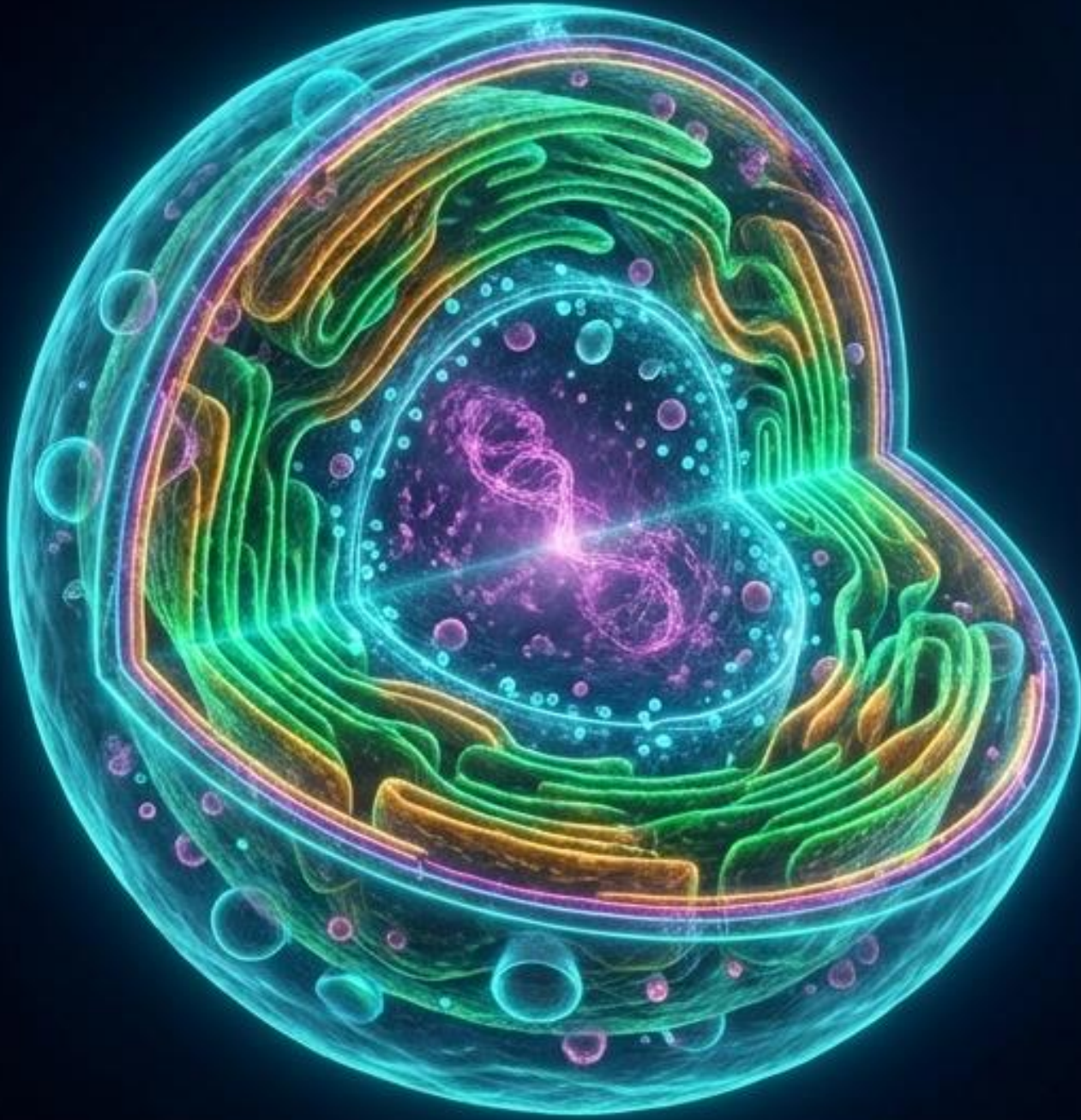
## Yeni Moleküler Paradigma

DNA sekanslaması ve ultrastrüktürel analizler, alglerin ağacın çok farklı dallarında bağımsız olarak evrimleştiğini (Polifiletik) kanıtlamıştır.

## Supergrup Modeli

Modern taksonomide fotosentetik ökaryotlar temel olarak Archaeplastida, SAR Kladi ve Excavata süpergrupları içinde dağılmıştır.

# Prokarotik Algler: Evrimsel Temel



**Takson:** Cyanobacteria / Cyanophyta  
(Mavi-Yeşil Algler)



**Biyolojik Mimari:** Zarla çevrili çekirdek ve organelleri (kloroplast, mitokondri) **yoktur**. Klorofil-a ve fikosiyenin/fikoeritrin pigmentleri sitoplazmadaki **tilakoid** zarlara serbestçe tutunmuştur.



**Ekolojik Rol:** Yeryüzündeki ilk **oksijen** üreten organizmalardır. Kloroplastların evrimsel atalarıdır (**Endosimbiyoz**).



**Üreme:** Sadece eşeysiz ürerler (**Bölünme, akinet**). Hareketli hücreleri veya kamçıları kesinlikle bulunmaz.

# Ökaryotik Algler I: Archaeplastida Süpergrubu



**Evrimsel Karakteristik:** Primer endosimbiyoz (siyanobakteri yutulması) ile kazanılmış 2 zarlı kloroplasta sahip ana evrimsel hattır. Kara bitkilerinin atalarını barındırır.



## **Chlorophyta** (Yeşil Algler)

Klorofil *a* ve *b* içerir.  
Depo maddesi  
kloroplastta nişastadır.  
Kara bitkilerine en yakın  
akraba gruptur (Özellikle  
Charophyta).



## **Rhodophyta** (Kırmızı Algler)

Klorofil *a* ve fikobilinleri  
(fikoeritrin) içerir.  
Denizlerin  
derinliklerinde yaşarlar.  
Yaşam döngülerinde  
hiçbir evrede kamçılı  
hücre bulunmaz.

# Ökaryotik Algler II: SAR Kladi (Heterokontlar ve Alveolatalar)

**Evrimsel Karakteristik:** Kırmızı alglerin sekonder endosimbiyozla yutulması sonucu ortaya çıkan, ekolojik olarak muazzam çeşitliliğe sahip devasa takson. Kloroplastları 3-4 zarlıdır.

## Stramenopiles (Heterokontophyta)

Karakteristik tüylü ve tüysüz (heterokont) iki kamçı taşırlar.



### Phaeophyta (Kahverengi Algler):

Dev deniz yosunları (Kelp).  
Klorofil a, c ve fukoksantin.



### Bacillariophyta (Diyatomlar):

Silis hücre çeperli (frustül)  
fitoplanktonik üreticiler.



## Alveolata

Zar altı kesecikleri (alveol) bulunur.

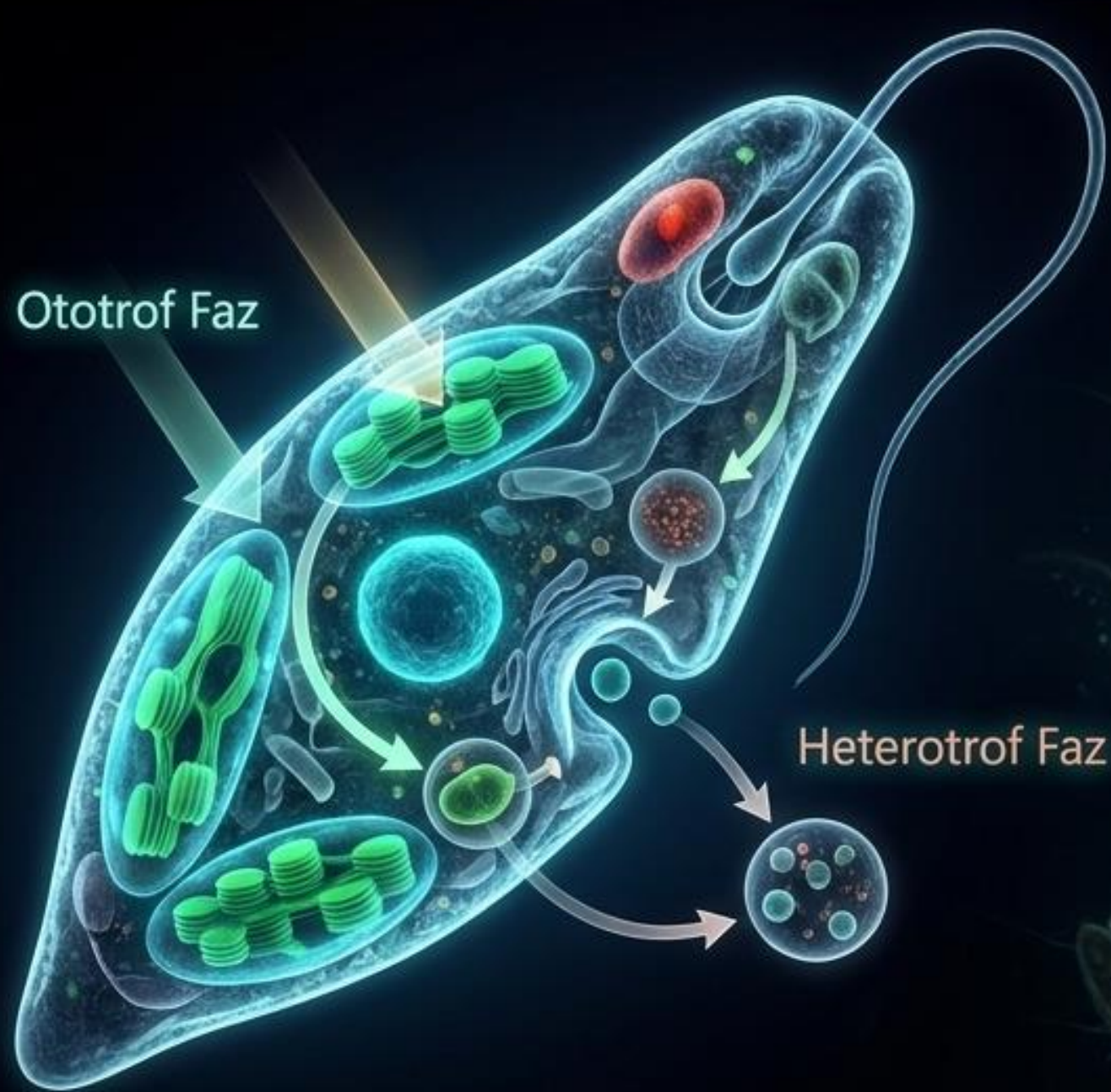


### Dinophyta (Dinoflagellatlar):

Çoğu zırhlı (teka), iki kamçılıdır.  
Kırmızı gelgit (Red tide)  
toksisitelerinin ana sorumlularıdır.



# Ökaryotik Algler III: Excavata ve Incertae Sedis Gruplar



*Euglena gracilis* ve Miksotrofi: Işık varlığında fotosentez, karanlıkta beslenme oluşu ile partikül alımı.

## Excavata Süpergrubu (Euglenophyta)

**Evrimsel Biyoloji:** Yeşil alglerin sekonder endosimbiyozu ile kloroplast kazanmışlardır (3 zarlı kloroplast).

**Miksotrofi:** Beslenme olukları vardır. Işık varlığında fotosentez (ototrof), karanlıkta fagositoz/osmotrofi (heterotrof) yapabilen esnek organizmalardır (Örn: *Euglena gracilis*).

**Yapısal Özellik:** Hücre duvarı yoktur; esneklik sağlayan protein yapılı Pelikula şeritleri bulunur. Depo maddesi Paramylon'dur.

## Diğer Bağımsız Fotosentetik Hatlar

**Haptophyta (Kokkolitoforlar):** Kireç taşı ( $\text{CaCO}_3$ ) kabuklu deniz fitoplanktonları. İklim döngüsünde karbon yutucu olarak kritiktir.

**Cryptophyta:** Nükleomorf (kalıntı çekirdek) taşıyan, evrimsel biyolojinin kilit gruplarından.

# Master Taksonomi ve Tanı Matrisi

| Takson          | Süpergrup      | Pigmentler                 | Depo Maddesi         | Hücre Duvarı               | Kamçı Yapısı                   |
|-----------------|----------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Cyanophyta      | Prokaryot      | Klorofil a, Fikobilin      | Siyanofise Nişastası | Peptidoglikan              | Yok                            |
| Chlorophyta     | Archaeplastida | Klorofil a, b              | Nişasta              | Selüloz                    | İzokont                        |
| Rhodophyta      | Archaeplastida | Klorofil a, Fikobilin      | Floridean Nişastası  | Selüloz, Agar, Karrageenan | Yok                            |
| Phaeophyta      | SAR            | Klorofil a, c, Fukoksantin | Laminarin, Manitol   | Selüloz, Aljinik Asit      | Heterokont                     |
| Bacillariophyta | SAR            | Klorofil a, c, Fukoksantin | Krizolaminarin       | Silika (Frustül)           | Sadece spermde tüylü           |
| Dinophyta       | SAR            | Klorofil a, c              | Nişasta              | Selüloz plakalar (Teka)    | Biri enine biri boyuna 2 kamçı |
| Euglenophyta    | Excavata       | Klorofil a, b              | Paramilon            | Pelikula (Çeper yok)       | Biri uzun biri kısa 2 kamçı    |