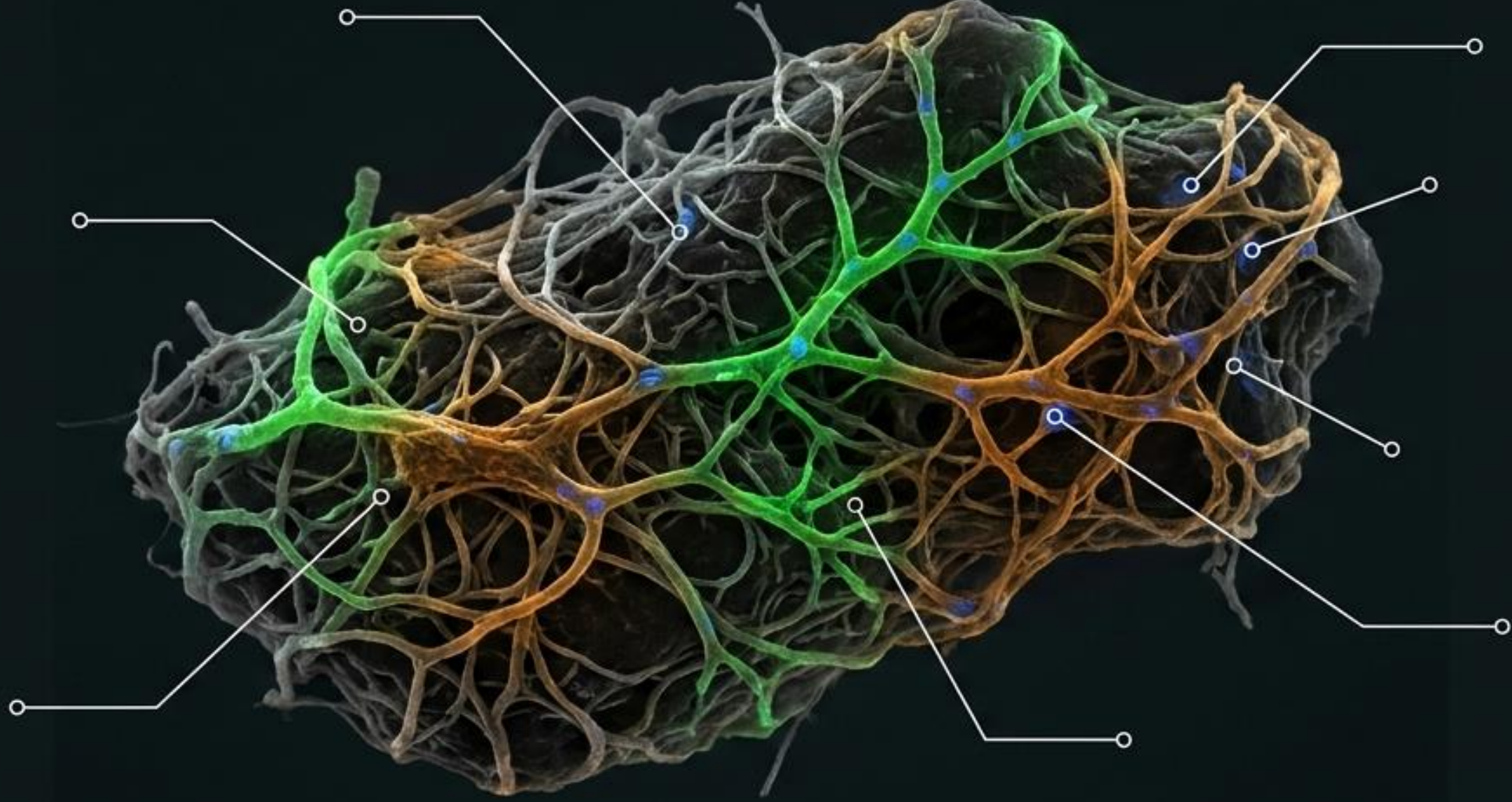


Gizli Alem: Mantarların Formu, İşlevi ve Filogenisi

Fungi Kingdom: Genel Özellikler ve Modern Sistematığa Giriş



Bitki Değil, Kendi Başına Bir Alem: Fungi

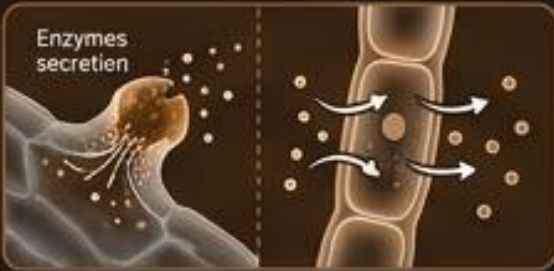
Ökaryotik Organizasyon:
Gerçek çekirdek ve zarlı organellere sahip kompleks hücresel yapı.



Fotosentez Yoktur:
Kloroplast bulunmaz.
Tamamı heterotrof beslenir.



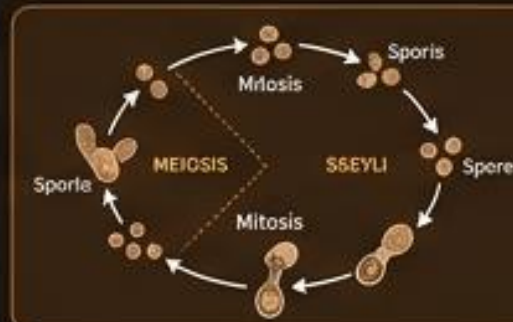
Absorptif Beslenme:
Sindirim dışarıda gerçekleşir, besinler hücre yüzeyinden emilir.



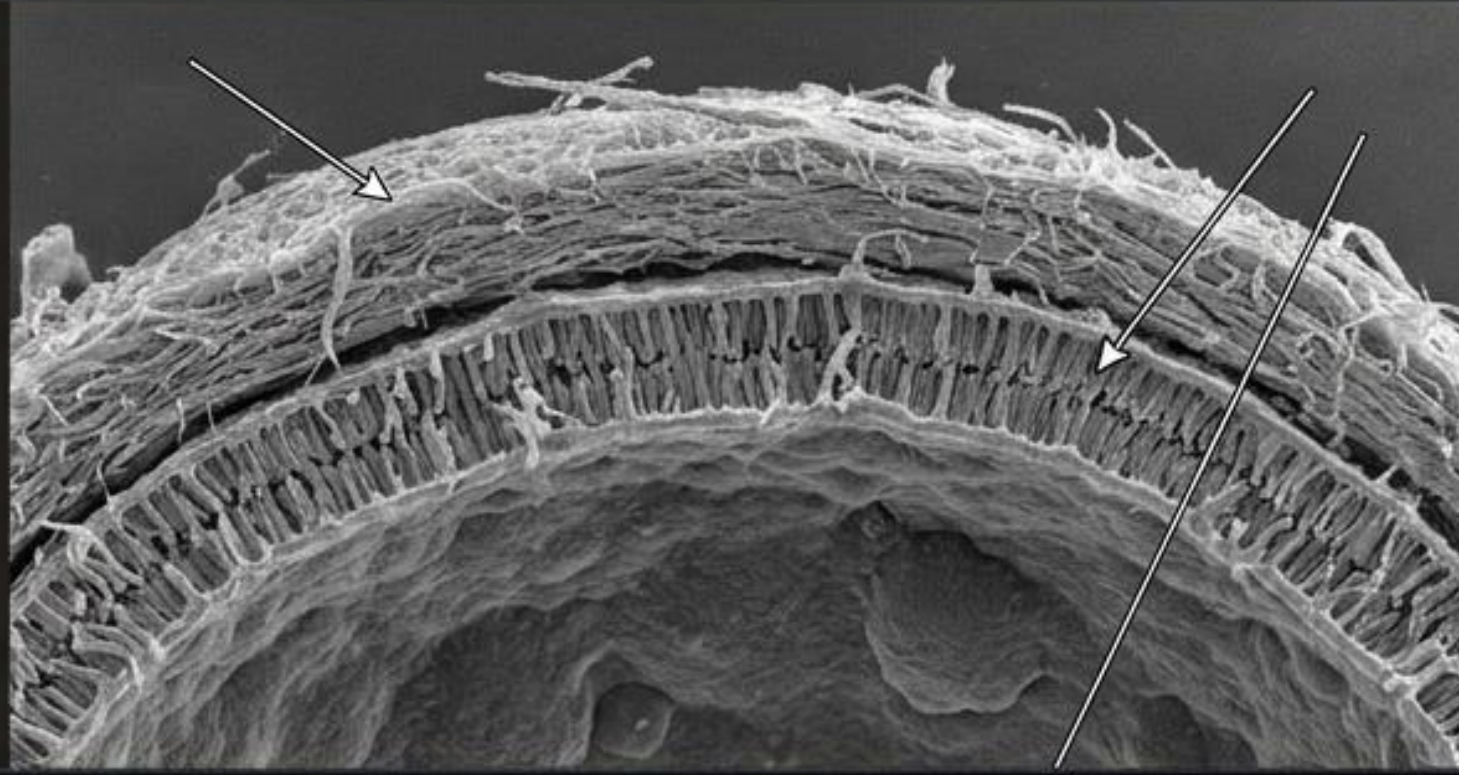
Hareketlilik: Çoğunlukla sesil (hareketsiz) yaşam formlarıdır (ilkel kamçılı formlar hariç).



Sporla Üreme: Hem eşeyli hem eşeysiz yaşam döngülerinin temel taşıdır.



Hücresel ve Biyokimyasal Mimari



1. Hücre Duvarı (Kitin)

Bitkilerdeki selülozun aksine, böcek dış iskeletinde de bulunan azotlu bir polisakkarit olan Kitin içerir.

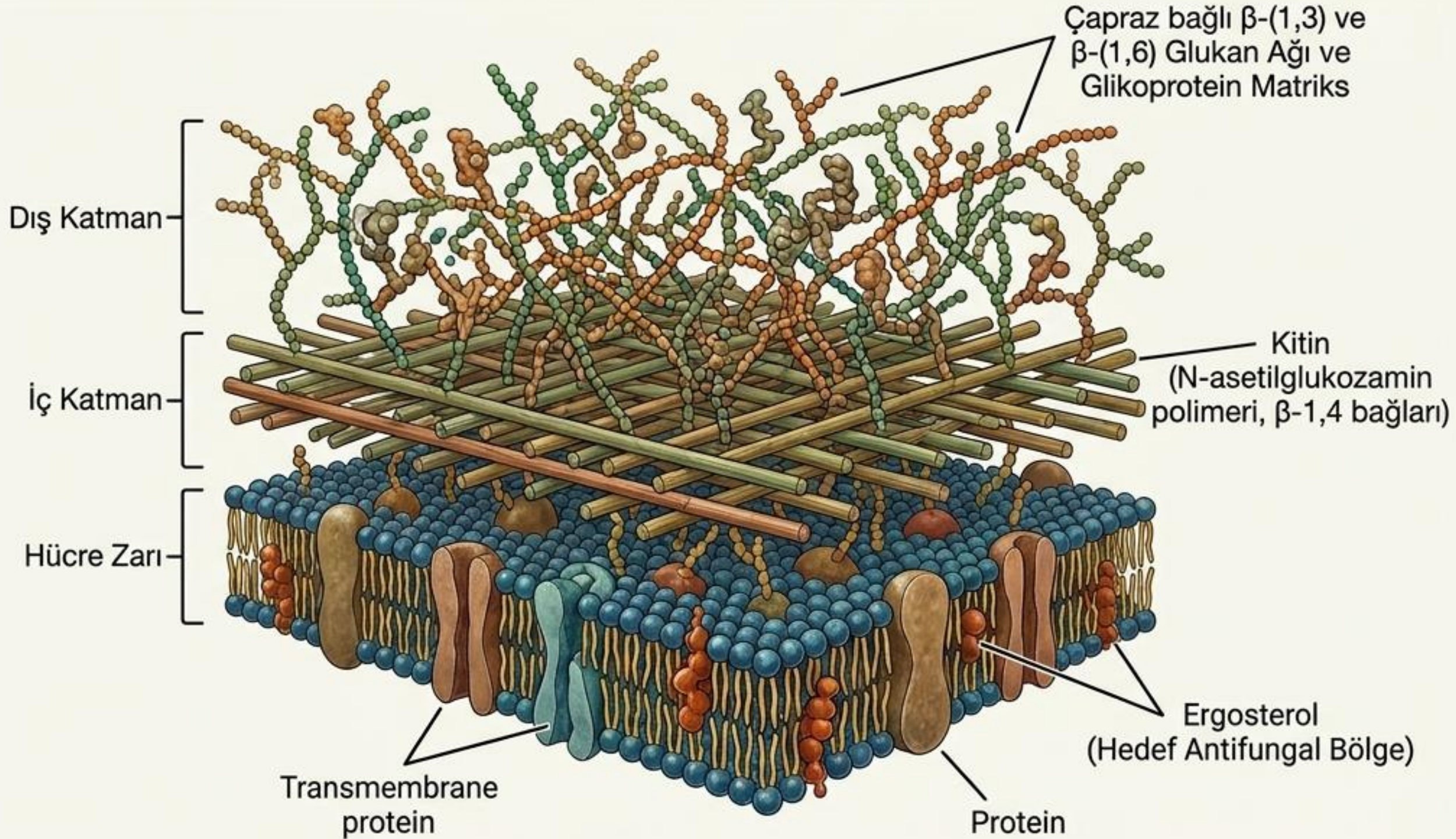
2. Hücre Zarı (Ergosterol)

Hayvan hücrelerindeki kolesterol yerine, mantar hücre zarı akışkanlığını sağlayan özgün sterol yapısı (Ergosterol). Antifungal ilaçların temel hedefidir.

3. Depo Karbonhidrat (Glikojen)

Bitkiler gibi nişasta değil, hayvanlara benzer şekilde enerjiyi Glikojen olarak depolarlar.

Hücre Çeperi Biyokimyası ve Zar Mimarisi



Ökaryotik Hücre Duvarı Karşılaştırması

Fungi:	Kitin
Plantae (Bitki):	Selüloz
Animalia (Hayvan):	Hücre Duvarı Yoktur

Mantar Hücre Duvarı Kimyası: Kitin, β -Glukanlar ve Mannanlar

Katmanlı Hücre Duvarı Mimarisi

- İç Katman (İskelet Tabakası): Çapraz bağlı β -(1,3)-glukan ve Kitin liflerinden oluşur.
- Dış Katman (Matriks Tabakası): Mannoproteinler, β -(1,6)-glukan ve α -glukanlar yer alır.
- Sertlik ve Esneklik: Hücre duvarı, iç osmotik basınca (turgor) karşı yüksek direnç sağlar.
- Sinyal ve Tanıma: Hücre duvarı proteoglikanları konak tanınmasında ve immün yanıtta rol oynar.

Biyokimyasal Bileşenler

- Kitin Polimeri: β -(1,4)-bağlı N-asetilglukozamin (NAG) monomerlerinden oluşur.
- Glukan Polimerleri: Glikoz monomerlerinin β -1,3 ve β -1,6 bağlarıyla oluşturduğu ağ yapısı.
- Ekinokandinler: β -glukan sentaz enzimini inhibe eden modern antifungal ilaç grubudur.

Mantarlar (Fungi) Nedir? Biyolojik Tanım ve Miykoloji

Biyolojik Özellikler ve Tanım

- Eukaryotik Organizmalar: Belirgin bir çekirdek ve zarlı organellere sahiptirler.
- Absorptif Heterotrofi: Besinleri dış ortamda ekstrasellüler enzimlerle sindirip emerler.
- Hücre Duvarı: Esas olarak kitin ve β -glukan yapılıdır.
- Depo Maddesi: Bitkilerdeki nişasta yerine glikojen ve yağ biriktirirler.
- Ergosterol İçeriği: Hücre zarlarında kolesterol yerine ergosterol bulunur.

Mikoloji ve Kapsamı

- Miykoloji: Mantarları inceleyen biyoloji alt dalıdır (Yunanca mykes = mantar).
- Tür Çeşitliliği: Tanımlanmış ~150.000 tür bulunmakla birlikte, gerçek çeşitliliğin 2.2-3.8 milyon tür olduğu tahmin edilmektedir.
- Ekolojik Rol: Karasal ekosistemlerin ana ayrıştırıcıları (dekompozörler) konumundadırlar.
- Ekonomik Önem: Biyoteknoloji, ilaç (penisilin), gıda sanayii ve tarımsal patoloji.

Alem sisteminde ve Evrimsel Ağaçta Mantarlar (Opisthokonta)

Filogenetik Konum (Opisthokonta)

- Opisthokonta Süpergrubu: Mantarlar, Hayvanlar (Metazoa) ve Choanoflagellata ile aynı evrimsel klatta yer alır.
- Arka Kamçı (Opisthokont): Eşeyli üreme hücrelerinde tek ve arka kamçı bulunması temel filogenetik özelliktir (Zoosporlar).
- Metazoa İle Akrabalık: Mantarlar evrimsel olarak bitkilere değil, hayvanlara çok daha yakındır.
- Chitin ve Glikojen Ortaklığı: Hayvanlar ile ortak biyokimyasal yolları paylaşırlar.

Tarihsel Taksonomi Mantığı

- Eski Sınıflandırma: Hareketsiz olmaları ve toprakta büyümeleri nedeniyle tarihsel olarak 'Bitkiler' alemine dahil edilmişlerdir.
- Whittaker (1969): 5 Alem sisteminde Fungi bağımsız bir alem (Regnum) olarak tanımlanmıştır.
- Modern Moleküler Filogeni: rDNA ve protein dizilemeleri ile Opisthokonta içerisindeki özgün konumu netleşmiştir.

Mantarlar, Bitkiler ve Hayvanlar: Karşılaştırmalı Biyolojik Profil

Kriter / Özellik	Mantarlar (Fungi)	Bitkiler (Plantae)	Hayvanlar (Metazoa)
Beslenme Tipi	Absorptif Heterotrof	Ototrof (Fotosentez)	Holozoik Heterotrof
Hücre Duvarı	Var (Kitin + β -Glukan)	Var (Selüloz + Lignin)	Yok
Hücre Zarı Sterolü	Ergosterol	Fitosterol	Kolesterol
Depo Polisakkarit	Glikojen	Nişasta	Glikojen
Klorofil / Kloroplast	Absolut Yok	Var	Yok
Hareket Yeteneği	Genelde Hareketsiz (Zoospor hariç)	Hareketsiz	Genelde Hareketli

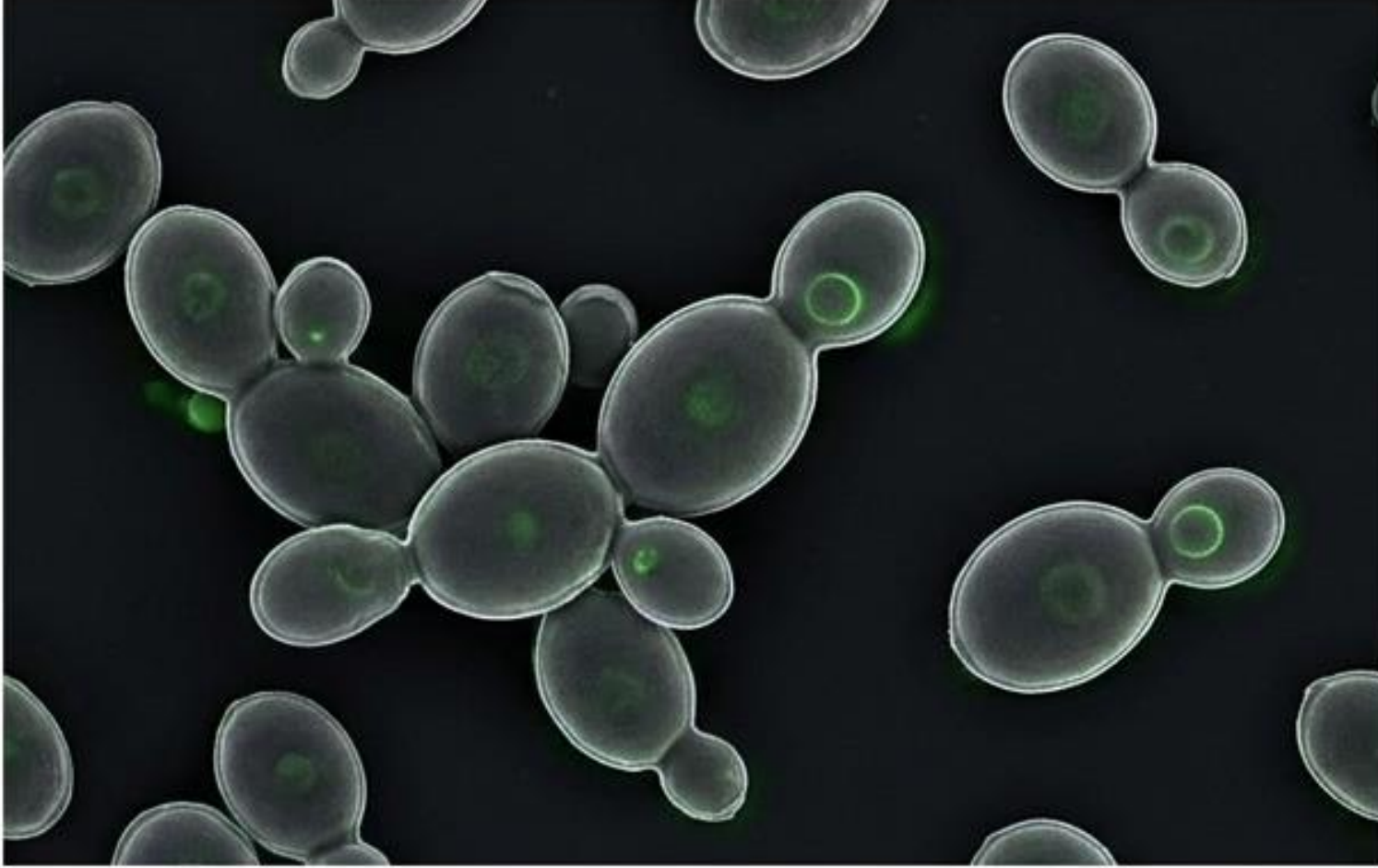
Biyokimyasal Tanım Problemi: Cıvık Mantarlar Neden Gerçek Mantar Değildir?

Özellik	Gerçek Mantarlar (Fungi)	Cıvık Mantarlar (Myxomycetes)
Hücre Duvarı	Kitin var	Yoktur
Beslenme Tipi	Absorptif (Dış sindirim)	Fagositoz (Hücre içi yutma)
Vücut Formu	Hif / Miselyum	Çok çekirdekli plazmodyum
Evrimsel Hat	Opisthokonta	Amoebozoa



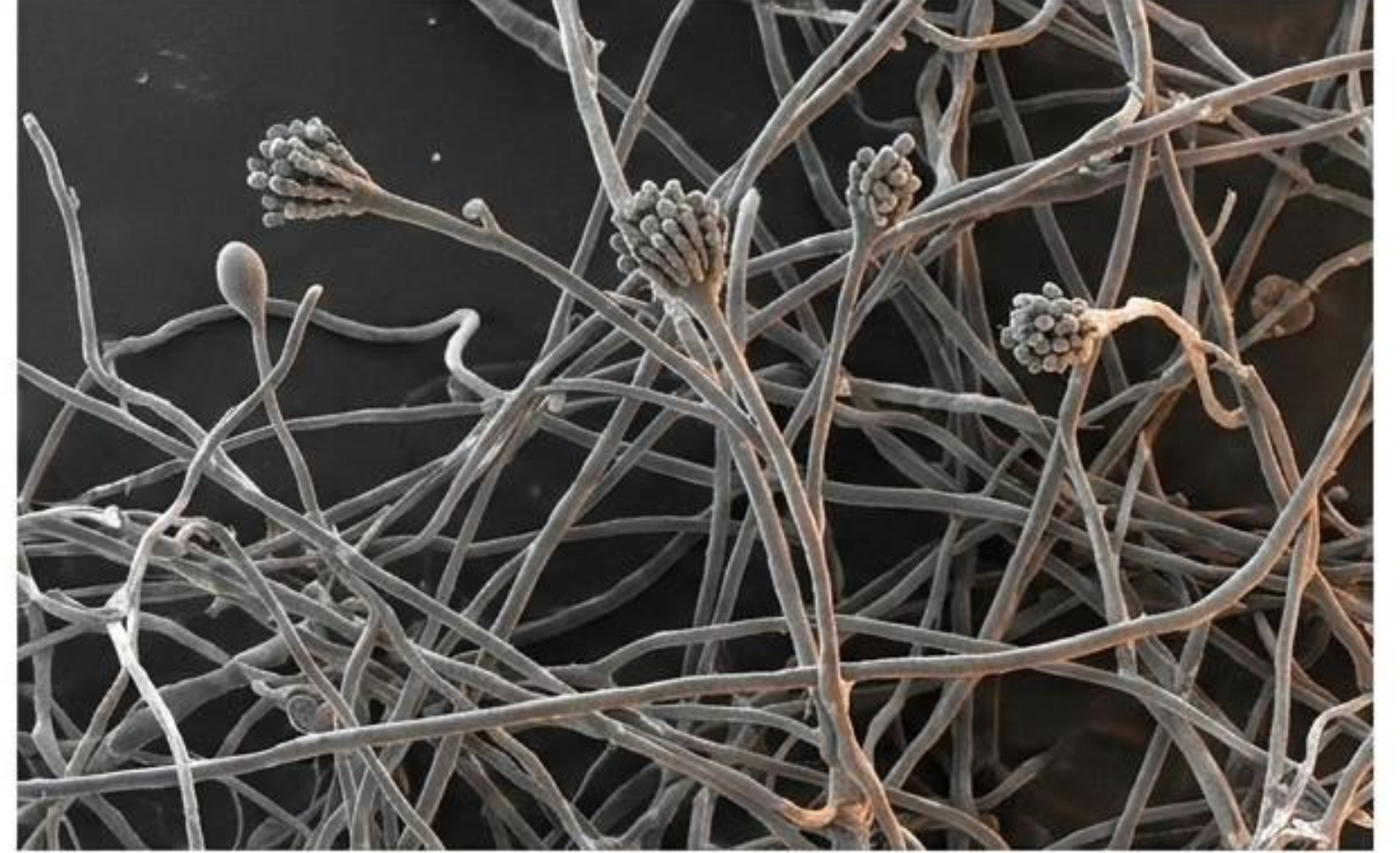
Morfolojik Dikotomi: Mayalar ve Küfler

Mayalar (Yeasts)



- Tek hücreli (Ünisellüler) formlar.
- Ağırlıklı olarak Tomurcuklanma (Budding) veya ikiye bölünme ile eşeysiz üreme.
- Mikroskop altında oval/küresel koloniler.

Küfler (Molds)



- Çok hücreli (Multisellüler) iplikçi yapılar.
- Apikal büyüme (uçlardan uzama).
- Gözle görülebilen pamuksu veya kadifemsi ağ yapıları.

Mayalarda Eşeysiz Üreme Tipleri: Tomurcuklanma ve Bölünme

TOMURCUKLANMA (Budding)

Saccharomyces cerevisiae

Ana hücrede küçük bir kabartı (tomurcuk) oluşur. Çekirdek bölünür, tomurcuğa geçer. Ana hücrede 'Tomurcuk İzi' (Bud scar) kalır.

BÖLÜNME (Fission)

Schizosaccharomyces pombe

Hücre boylamasına uzar, ortadan enine bir septum oluşarak iki eşit yavru hücreye ayrılır (bakteri bölünmesine benzer).

BLASTOKONİDİ BÜYÜMESİ

Candida albicans

Tomurcukların ayrılmayarak art arda sıralanmasıyla zincir yapılarının tetiklenmesi.

Psödohif (Yalancı Hif) Oluşumu ve Gerçek Hif İle Farkları

Psödohif (Pseudohypha)

- Oluşum Mekanizması: Tomurcuklanan maya hücrelerinin birbirinden ayrılmayarak uzaması ve zincir yapması.
- Boğum Yeri: İki hücre arasındaki boğum yeri (constriction) belirgin şekilde daralmıştır.
- Sitoplazmik Bağlantı: Hücreler arasında sitoplazmik kesintisizlik ve septal por bulunmaz.

Gerçek Hif (True Hypha)

- Gelişim: Çimlenme tüpünden (germ tube) doğrudan uzayan paralel çeperli tüpsü yapı.
- Paralel Çeperler: Yan çeperlerde boğumlanma görülmez, genişlik sabittir.
- Gerçek Septum: Hücreler arasında düzenli septal porlar yer alır.

Mayalar ve Küfler: Karşılaştırmalı Biyolojik Özet

Özellik	Mayalar (Yeasts)	Küfler (Moulds)
Hücresel Organizasyon	Tek Hücreli (Unicellular)	Çok Hücreli Filamentöz (Multicellular)
Mikroskopik Görünüm	Küresel, oval, tomurcuklu hücreler	Dallanan hifler ve tüpsü ağlar
Koloni Morfolojisi	Düzgün, kremsi, bakteri benzeri	Pamuksu, kadifemsi, renkli, tüylü
Eşeysiz Üreme	Tomurcuklanma veya İkiye Bölünme	Sporanjiospor veya Konidiosporlar
Oksijen İhtiyacı	Fakültatif Anaerob (Fermantasyon)	Zorunlu Aerob (Çoğunlukla)
Sıcaklık Toleransı	37°C'de iyi gelişirler	20-25°C'de optimal büyüme

Hif ve Miselyum: Ağ Mimarisi

Hif (Hypha): Küflerin temel yapısal birimi olan mikroskopik tübüler iplikçikler.

Miselyum (Mycelium): Hiflerin bir araya gelerek oluşturduğu makroskopik, üç boyutlu vejetatif ağ yapısı.



Septalı Hif (Septate): Sitoplazmayı bölen çapraz duvarlar (septa) bulunur. Porlar içerir.

Septasız Hif (Koenositik): Çapraz duvarlar yoktur. Çok çekirdekli kesintisiz bir sitoplazmik tüp şeklindedir.

Hif Kavramı ve Hif Mimarisi

Hif Yapısının Özellikleri

- Tüpsü Yapı: Mantarların temel vejetatif büyüme birimi olan şeffaf tüp şeklindeki hücreler zinciridir.
- Çap Ölçüleri: Genellikle 2 - 10 μm arasında değişen mikro yapılardır.
- Sınırsız Büyüme: Uygun besin ve nem koşullarında apikal uçtan teorik olarak sınırsız büyüyebilirler.
- Yüksek Yüzey/Hacim Oranı: Çevreden maksimum besin emilimi sağlayan morfolojik adaptasyon.

Hif Tipleri ve İşlevleri

- Vejetatif Hifler: Substrata nüfuz eden ve besin emilimini gerçekleştiren hifler.
- Hava Hifleri (Aerial Hyphae): Substratın üzerine büyüyen, üreme yapılarını (spor) taşıyan hifler.
- Üreme Hifleri: Sporanjiyofor veya konidiyofor gibi özel üreme organlarını oluşturan hifler.

Septalı ve Septasız (Sönositik) Hif Yapıları

Septasız / Sönositik Hifler

- Sönositik Yapı: Enine bölmeler (septum) bulunmaz; sitoplazma ve çok sayıda çekirdek kesintisiz akar.
- Görüldüğü Gruplar: Mucoromycota, Zygomycetes kompleksi ve Chytrids.
- Hızlı Büyüme: Sitoplazmik akış çok hızlıdır, besin maddeleri hızla uçlara taşınır.

Septalı Hifler

- Septum Varlığı: Düzenli aralıklarla enine bölmeler bulunur.
- Por Törleri: Septumlar tam kapalı değildir; ortalarında sitoplazma ve organel geçişine izin veren por bulunur.
- Dolipor Septum: Basidiomycota'ya özgü, her iki yanında parantezom bulunan karmaşık por.
- Basit Por: Ascomycota'da görülen ve Woronin cisimciği ile tıkabilen por tipi.

Beslenme Fizyolojisi: Absorptif Heterotrofi

1. Salgı (Secretion)

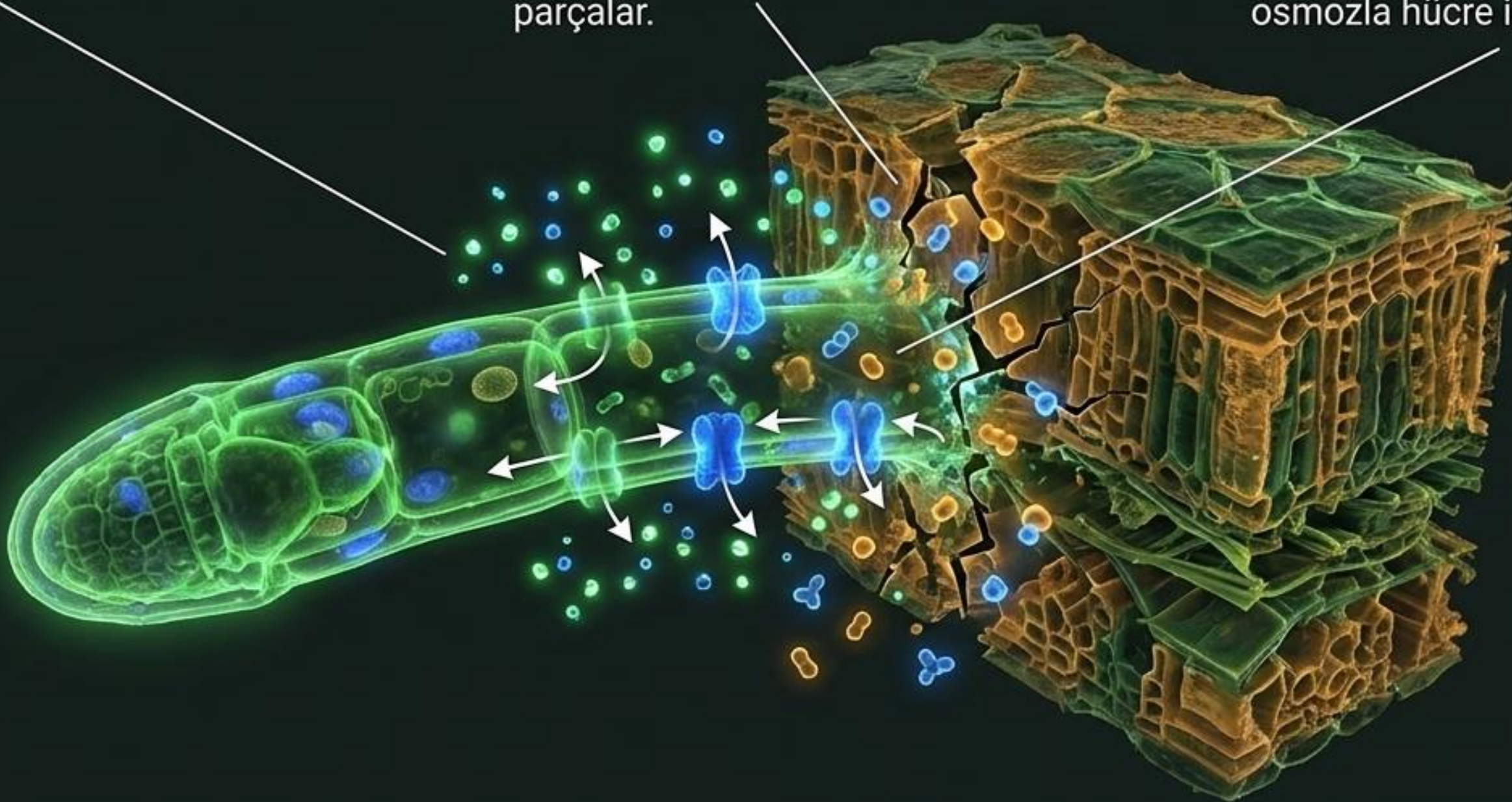
Hif uçlarından çevreye güçlü ekstrasellüler (hücre dışı) hidrolitik enzimler salgılanır.

2. Sindirim (Digestion)

Enzimler, karmaşık organik polimerleri (selüloz, lignin, proteinler) basit monomerlere parçalar.

3. Emilim (Absorption)

Oluşan basit moleküller (şekerler, amino asitler) hücre zarındaki taşıyıcı proteinler aracılığıyla osmozla hücre içine alınır.



Ekolojik Beslenme Stratejileri



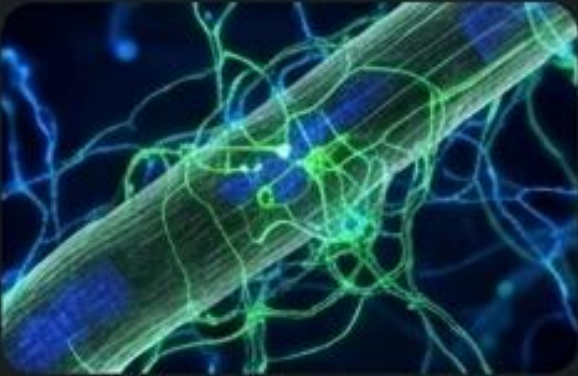
○ Saprofitler (Çürükçüller)

Kaynak: Ölü organik madde. Rol: Karbon ve azot döngüsünün baş aktörleri. Gezegenin temel ayrıştırıcıları.



○ Parazitler

Kaynak: Canlı konak organizma. Yapı: Haustoryum adı verilen özel emici hiflerle konak hücrelerine nüfuz ederek besin çalarlar.



○ Biyotrofik Sembiyontlar (Mutualistler)

Kaynak: Karşılıklı fayda sağlayan canlı konak. Örnek: Bitki kökleriyle kurulan Mikoriza birliktelikleri; su ve mineral karşılığında fotosentetik şeker alımı.

Ekosistemde Beslenme Tipleri ve Biyolojik Ekolojileri

Beslenme Tipi	Besin Kaynağı	Konak İlişkisi	Örnek Organizmalar
Saprotrof (Saprofit)	Ölü organik maddeler, yaprak döküntüleri, odun	Konak yok (Ayrıştırıcı)	Agaricus, Mucor, Penicillium
Biyotrop Parazit	Canlı konak dokusu	Konağı öldürmez, besin çeker	Puccinia (Pas), Erysiphe (Külleme)
Nekrotrop Parazit	Canlı konak dokusu	Önce toksin/enzimle öldürür, sonra yer	Botrytis cinerea, Sclerotinia
Sembiyotik (Mikoriza)	Canlı bitki kökleri	Karşılıklı yarar (Karbon - Mineral)	Glomus, Amanita muscaria
Liken Sembiyontu	Alg veya Siyanobakteri	Karşılıklı yarar (Karbon - Koruma)	Xanthoria, Parmelia

Mantar Hücresi Depo Maddeleri ve Metabolik İhtiyat Yapıları

Depo Maddesi	Kimyasal Yapısı	Depolandığı Yer	Hücresel Fonksiyonu
Glikojen	α -(1,4) ve α -(1,6) glikoz polimeri	Sitoplazma	Hızlı enerji ve karbon kaynağı
Lipid Damlacıkları	Trigliseritler ve sterol esterleri	Sitozol (Lipid Droplets)	Uzun süreli enerji ve zar bileşeni
Volutin (Polifosfat)	Lineer inorganik polifosfat zincirleri	Vakuoller	Fosfat deposu ve osmotik tampon
Trehaloz	Disakkarit (Glikoz-Glikoz)	Sitoplazma	Stres ve kuraklığa karşı koruyucu (Osmoprotektan)

Yakınsak Evrim: Su Mantarları (Oomycetes)



Phytophthora infestans ile Enfekte Patates Yaprığı

SAR Kladi
(Oomycetes)

Opisthokonta
(Gerçek Mantarlar / Fungi)

Morfolojik Benzerlik
(Yakınsak Evrim)

Evrimsel Gerçek: Su mantarları (örn. patates yanıklığı etkeni *Phytophthora infestans*) gerçek mantarlarla ortak genetik ataya sahip olmamalarına rağmen, benzer ekolojik nişler nedeniyle miselyum benzeri hifler geliştirmiştir (Yakınsak Evrim).

Üreme Dinamikleri: Sporların Gücü



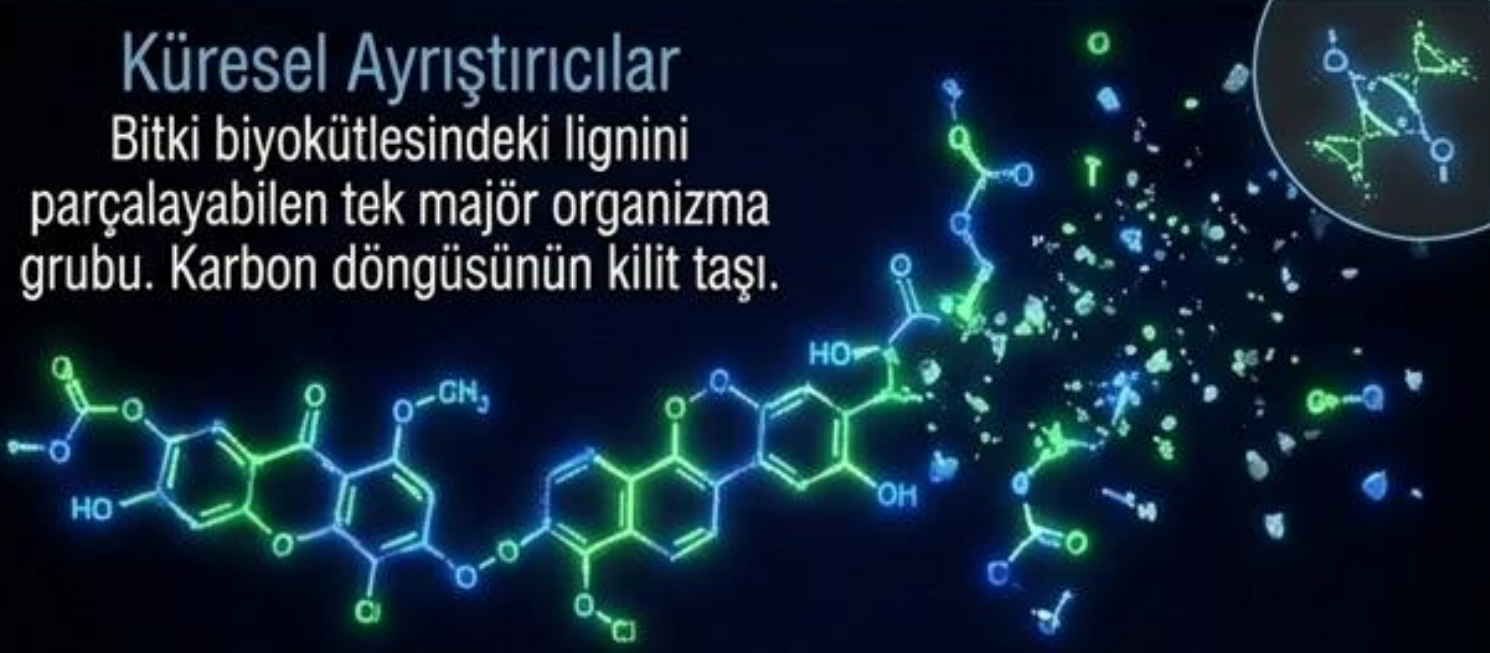
Fungal İnovasyon: Dikaryotik Faz ($n + n$)



Ekolojik ve Ekonomik Etki Biyolojisi

Küresel Ayrıştırıcılar

Bitki biyokütlesindeki lignini parçalayabilen tek majör organizma grubu. Karbon döngüsünün kilit taşı.



Sembiyotik Birliktelikler

Mikoriza: Karasal bitkilerin %80'inden fazlasının kökleriyle ortak yaşam.

Likenler: Mantar ve fotosentetik alg evliliği.



Zirai ve Tıbbi Patojenler

Dünya tarım ürünlerini yok eden pas ve rastık mantarları; bağışıklığı baskılanmış insanlarda ölümcül mikozlar.

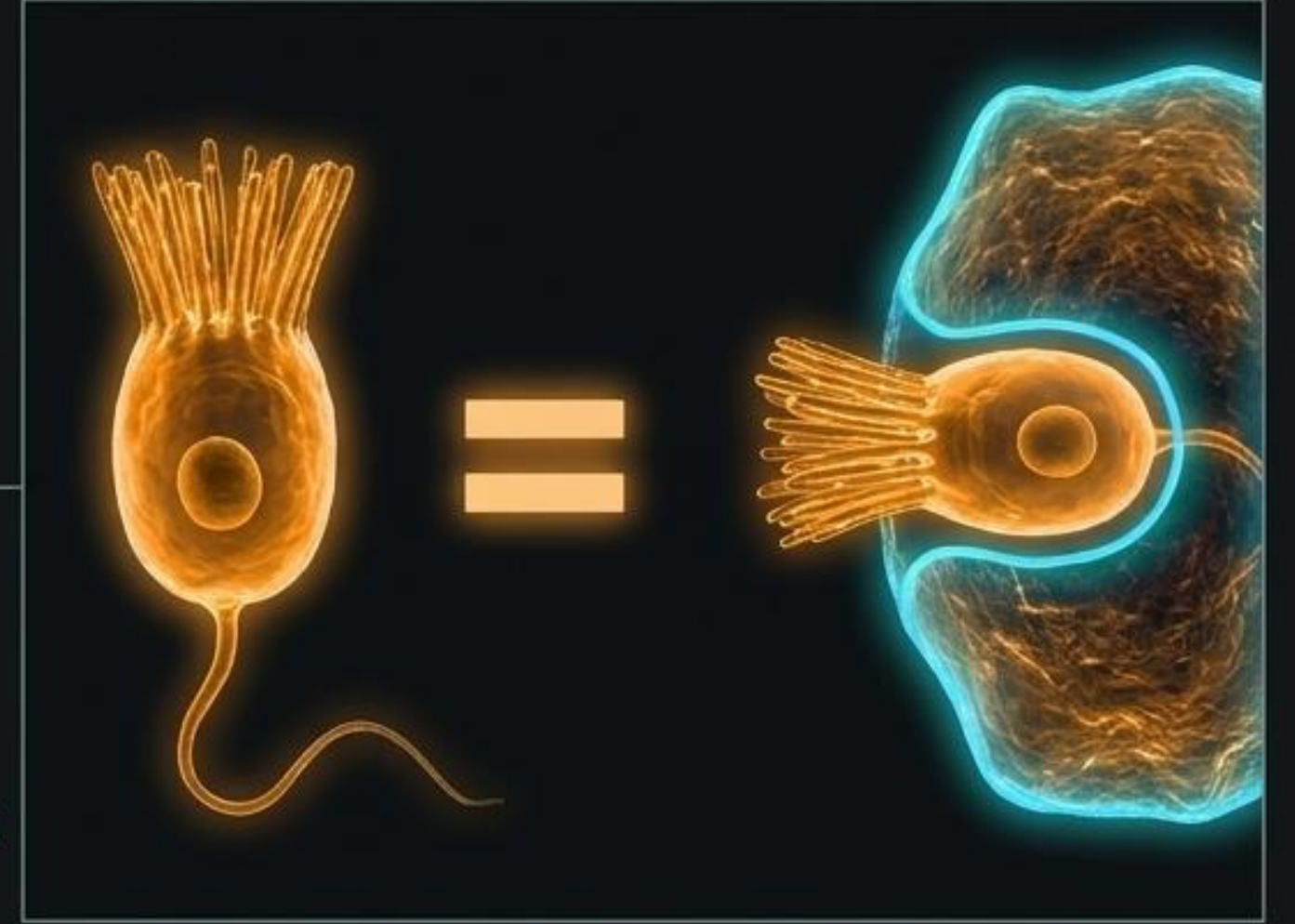
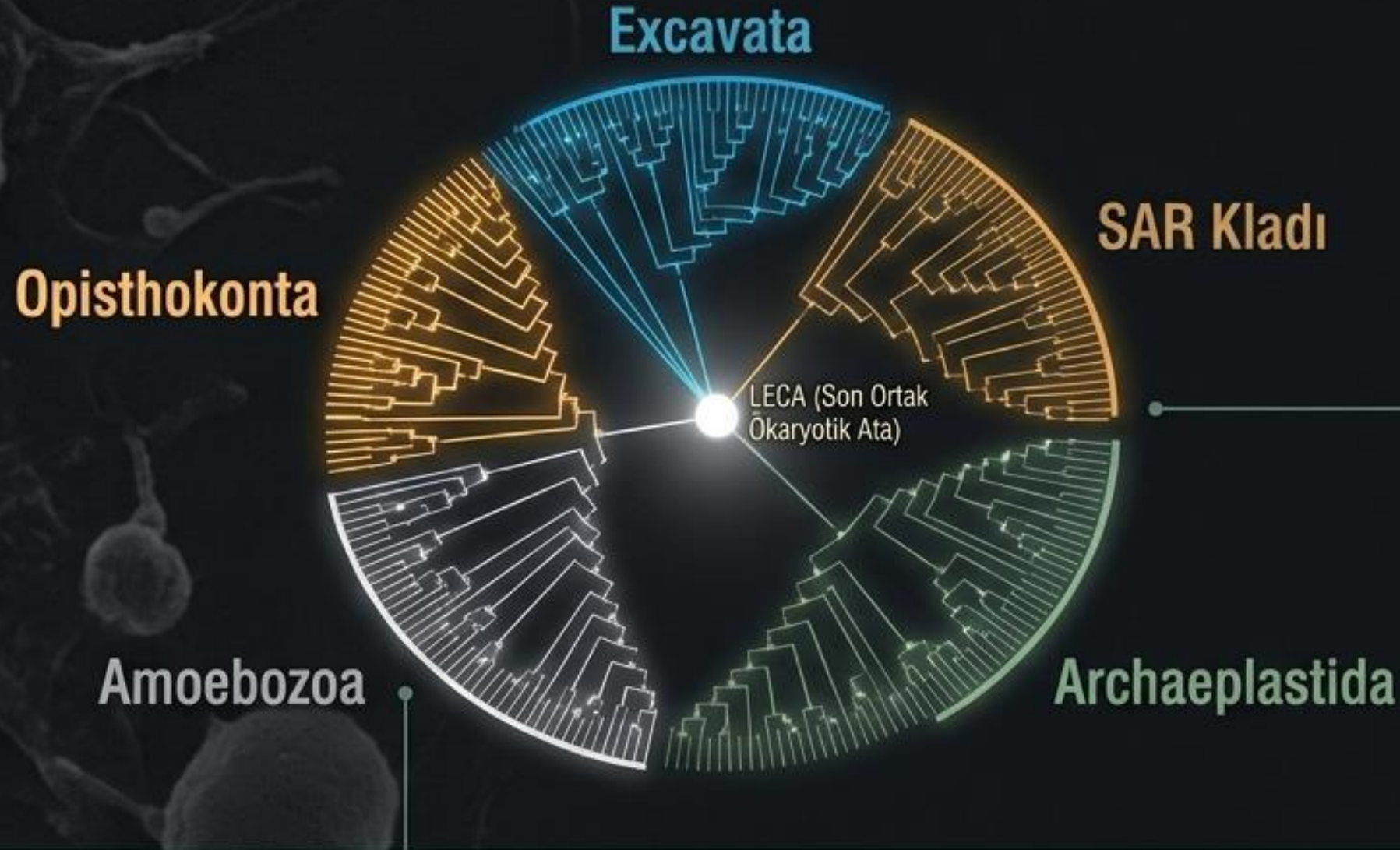


Biyoteknoloji ve Farmakoloji

Penisilin gibi antibiyotiklerin keşfi, maya fermantasyon endüstrisi, modern biyoyakıt ve enzim üretimi.



Evrimsel Kökler: Opisthokonta Süpergrubu

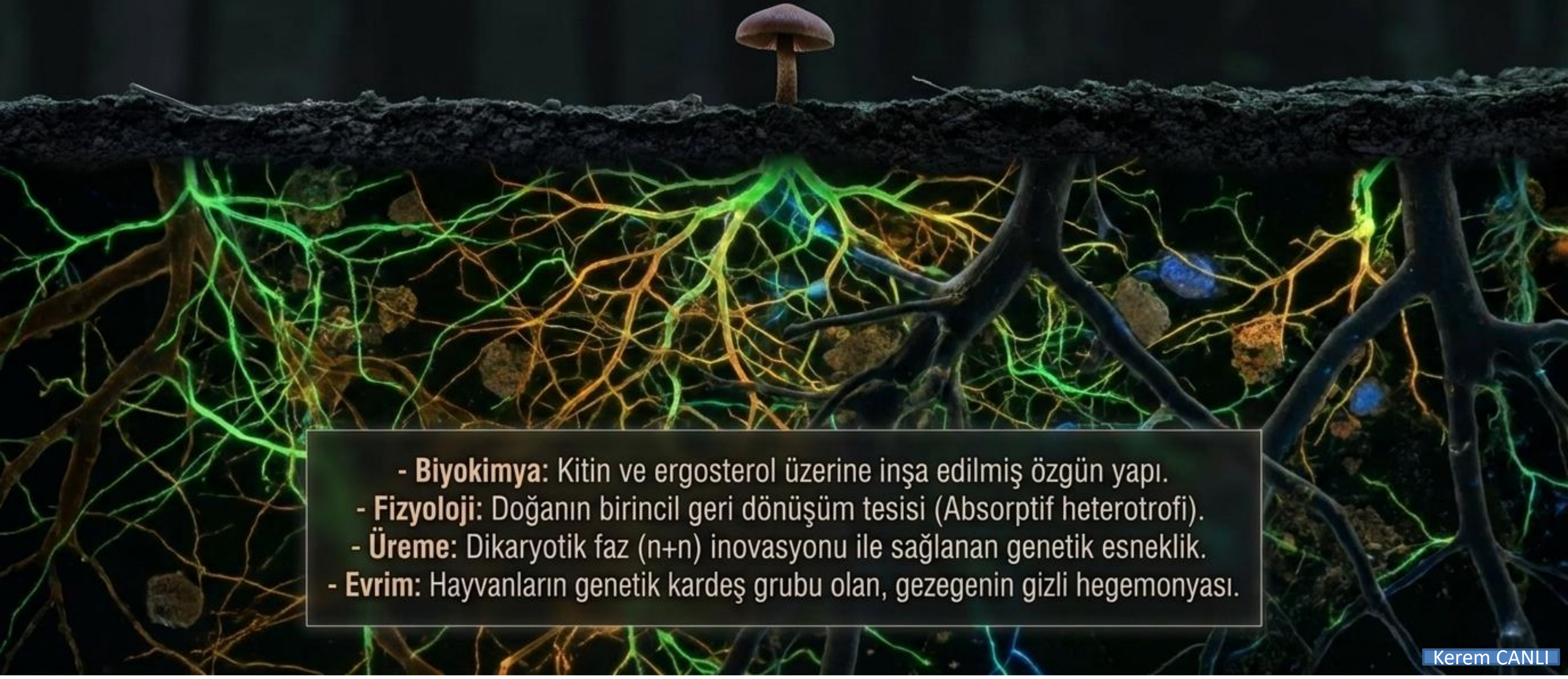


DNA sekanslaması, Fungi alemini bitkilerden tamamen ayırarak Opisthokonta süpergrubuna yerleştirmiştir. Mantarlar, arka konumlu (posterior) tek bir itici kamçıya sahip ortak bir atadan türedikleri için evrimsel olarak hayvanlara (Animalia) bitkilerden çok daha yakındır.

Mantar Sistematiđi: Filogenetik Ağaç



Sentez: Karasal Ekosistemlerin Mimarları



- **Biyokimya:** Kitin ve ergosterol üzerine inşa edilmiş özgün yapı.
- **Fizyoloji:** Doğanın birincil geri dönüşüm tesisi (Absorptif heterotrofi).
- **Üreme:** Dikaryotik faz ($n+n$) inovasyonu ile sağlanan genetik esneklik.
- **Evrım:** Hayvanların genetik kardeş grubu olan, gezegenin gizli hegemonyası.