

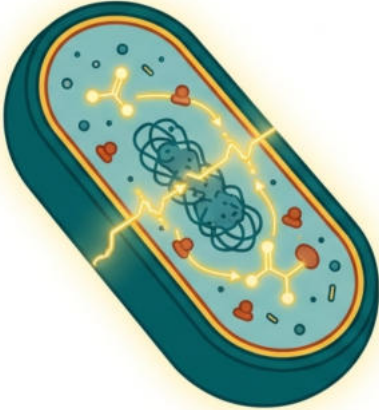
Kemosentez: Işık Enerjisi Olmadan Besin Üretimi

Ders İçeriği

- **Tanım:** Bazı prokaryot canlıların (bakteri ve arkeler), inorganik maddeleri oksitleyerek açığa çıkan **kimyasal enerjiyi** kullanarak organik besin sentezlemesi olayına **kemosentez** denir.
- **Temel İlke:** Güneş enerjisi yerine inorganik maddelerin oksidasyonundan elde edilen kimyasal bağ enerjisi kullanılır.
- **Canlı Grubu:** Bu olayı sadece **prokaryot** (bakteri ve arkeler) hücre yapısına sahip canlılar gerçekleştirir. Hiçbir ökaryot canlı (bitki, mantar, hayvan, protista) kemosentez yapamaz.
- **İsmlendirme:** Bu metabolik yolu izleyen canlılara **kemoototrof** (kemosentetik) canlılar adı verilir.



DİKKAT: Kemosentez yapan canlılarda klorofil pigmenti veya kloroplast organeli bulunmaz. Işığa ihtiyaç duymadıkları için gece ve gündüz kesintisiz besin üretebilirler.



Enerji Kaynağı: Oksidasyon Mekanizması

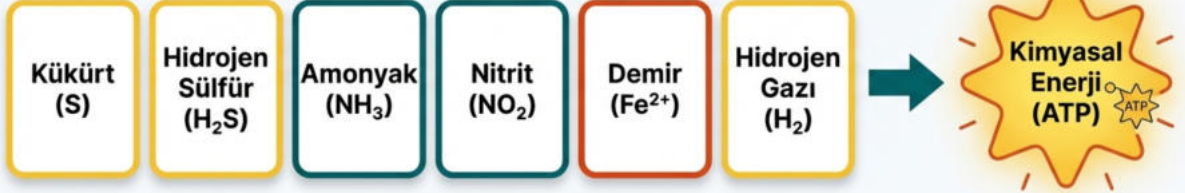
Oksidasyon Nedir?:

Bir atom veya molekülden elektron ayrılmasını sağlayan kimyasal reaksiyondur.



Enerji Dönüşümü:

Bu maddelerin oksitlenmesi sonucu yüksek enerjili elektronlar açığa çıkar. Bu enerji, ATP sentezinde kullanılır.

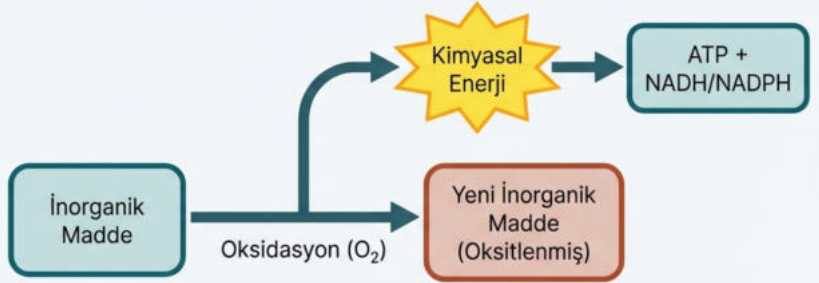


Kemosentez Mekanizması I: Enerji Üretimi (1. Aşama)

Süreç: Kemosentez tepkimeleri sitoplazma ve hücre zarı kıvrımlarında iki aşamada gerçekleşir.

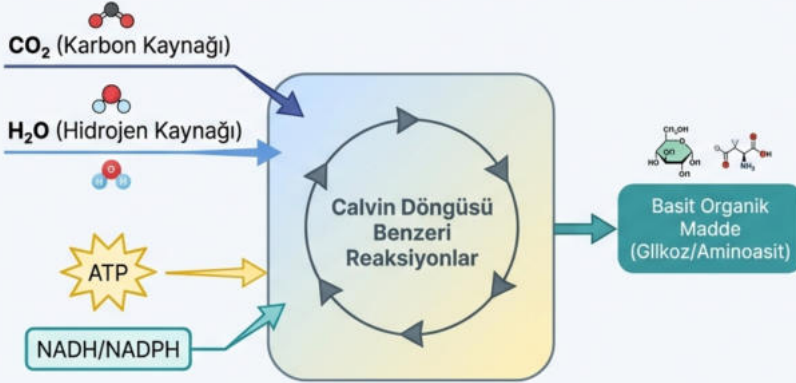
1. Aşamanın Amacı: İnorganik maddelerin oksidasyonu ile kimyasal enerji (ATP) ve indirgeme gücü (NADH/NADPH) üretmektir.

ETS Kullanımı: İnorganik maddeleri oksitlemek için hücre zarı kıvrımlarında bulunan **ETS (Elektron Taşıma Sistemi)** elemanları görev yapar.



DİKKAT: Kemosentezde oksijen, genellikle inorganik maddeyi yakmak (oksitlemek) için kullanılır. Bu aşamada oksijen tüketimi gerçekleşir.

Kemosentez Mekanizması II: Besin Sentezi (2. Aşama)



2. Aşamanın Amacı: Üretilen ATP ve NADPH/NADH moleküllerini kullanarak inorganik karbondan organik besin sentezlemektir.

Karbon Kaynağı: Tüm ototroflarda (fotosentetik ve kemosentetik) karbon kaynağı **Karbondioksit (CO_2)**'tir.

Hidrojen Kaynağı: Oksidasyon sonucu açığa çıkan elektronlar veya sudan gelen hidrojenler besin yapısına katılır.



DİKKAT: Kemosentezde üretilen ATP sadece organik besin sentezinde harcanır (Oksidatif fosforilasyon ile üretilir).

İnorganik Kaynağa Göre Kemosenetik Canlı Çeşitleri



Kükürt Bakterileri

H_2S (Hidrojen Sülfür)
oksitleyerek enerji elde
ederler.



Demir Bakterileri

Demir iyonlarını (Fe^{2+})
oksitletler.



Hidrojen Bakterileri

Hidrojen gazını (H_2)
oksitletler.



Nitrit Bakterileri

Amonyacı (NH_3) nitrite
(NO_2) dönüştürür.



Nitrat Bakterileri

Nitriti (NO_2) nitrata (NO_3)
dönüştürür.



Fosfit Bakterileri

Fosfit kalıntılarını kullanır
(Oksidasyon için sülfat
kullanabilirler).

Ekolojik Önem I: Azot Döngüsü ve Nitrifikasyon

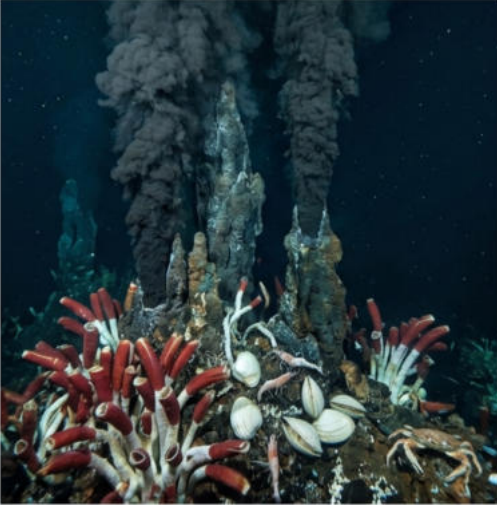


Zehirli Maddelerin Giderilmesi: Kemosentetikler, amonyak (NH_3) gibi zehirli maddeleri oksitleyerek çevreye zararsız hale getirir.

Nitrifikasyon Süreci:

- Nitrit Bakterileri (Nitrosomonas):** NH_3 (Amonyak) molekülünü oksitleyerek NO_2 (Nitrit) açığa çıkarır.
 - Nitrat Bakterileri (Nitrobacter):** NO_2 molekülünü oksitleyerek NO_3 (Nitrat) üretir.
- **Sonuç:** Toprak, bitkilerin kullanabileceği azot tuzları bakımından zenginleşir. Bu süreç bir kemosentez örneğidir.

Ekolojik Önem II: Okyanus Derinliklerinde Yaşam



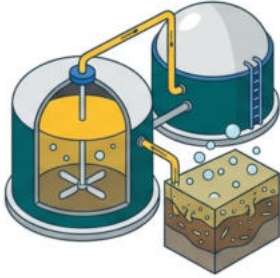
Hidrotermal Bacalar: Okyanus tabanında, 300-400°C sıcaklığa sahip volkanik bacaların etrafında ışık yoktur.

Keşif: 1977 yılında Galapagos Adaları açıklarında keşfedilmiştir.

Besin Ağı: Kemosentetik bakteriler, bacalardan çıkan kükürtlü gazları (H_2S) oksitleyerek besin üretir.

Simbiyotik Yaşam: Karides, yengeç, midye ve tüp solucanları gibi canlılar, bu bakterilerin ürettiği besinlerle hayatta kalır.

Endüstriyel Uygulamalar ve Atık Yönetimi



Metanojenik Arkeler: Oksijensiz ortamlarda (bataklık, çöplük, kanalizasyon) yaşayan bu canlılar kemosentez ile besin üretirken yan ürün olarak **Metan (CH₄)** gazı oluşturur.

Biyogaz Üretimi: Atık arıtma tesislerinde bu canlılar kullanılarak enerji elde edilir (Biyogaz).



⚠ Risk ve Yönetim: Kontrolsüz biriken metan gazı patlayıcıdır. (Örn: İstanbul Hekimbaşı çöplüğü patlaması).

Biyomadencilik: Düşük kalitedeki metal cevherlerinin işlenmesinde kemosentetik bakteriler kullanılır.

Karşılaştırma Tablosu: Fotosentez vs. Kemosentez

Özellik	Fotosentez	Kemosentez
Enerji Kaynağı	Işık Enerjisi	Kimyasal Enerji
Klorofil	Gereklidir	Bulunmaz
Canlı Grubu	Prokaryot ve Ökaryotlar	Sadece Prokaryotlar
Zaman	Sadece Gündüz	Gece ve Gündüz
Hidrojen Kaynağı	H ₂ O, H ₂ S, H ₂	H₂O, H₂

Ortak Özellikler: İkisinde de CO₂ tüketilir (Karbon özümlemesi), ikisinde de ATP sentezlenir, ikisinde de ETS görev yapar.

Kritik Akademik Notlar ve Sınav Tuzakları



Oksijen Çıkışı: Fotosentezde üretilen oksijen atmosfere verilirken, kemosentezde üretilen oksijen genellikle metabolik süreçlerde tekrar kullanılır, atmosfere verilmez.



Oksijen Zorunluluğu?: Çoğu kemosentetik canlı oksijene ihtiyaç duyar (aerobik); ancak bazı arkeler ve bakteriler oksidasyon için oksijen dışındaki maddeleri kullanabilir (Zorunlu anaeroblar).



ETS: Kemosentezde ETS kullanımı zorunludur.



Sıcaklık: Kemosentez enzimatik bir reaksiyondur, sıcaklık değişimlerinden etkilenir.



DİKKAT: 'Besin sentezi için oksijen üretmek' ile 'oksijen tüketmek' kavramlarını karıştırmama. Kemosentezde oksijen, başlangıçta inorganik maddeyi yakmak için *tüketilir*.