

# Toprakta organik madde ayrışması ve karbon döngüsü

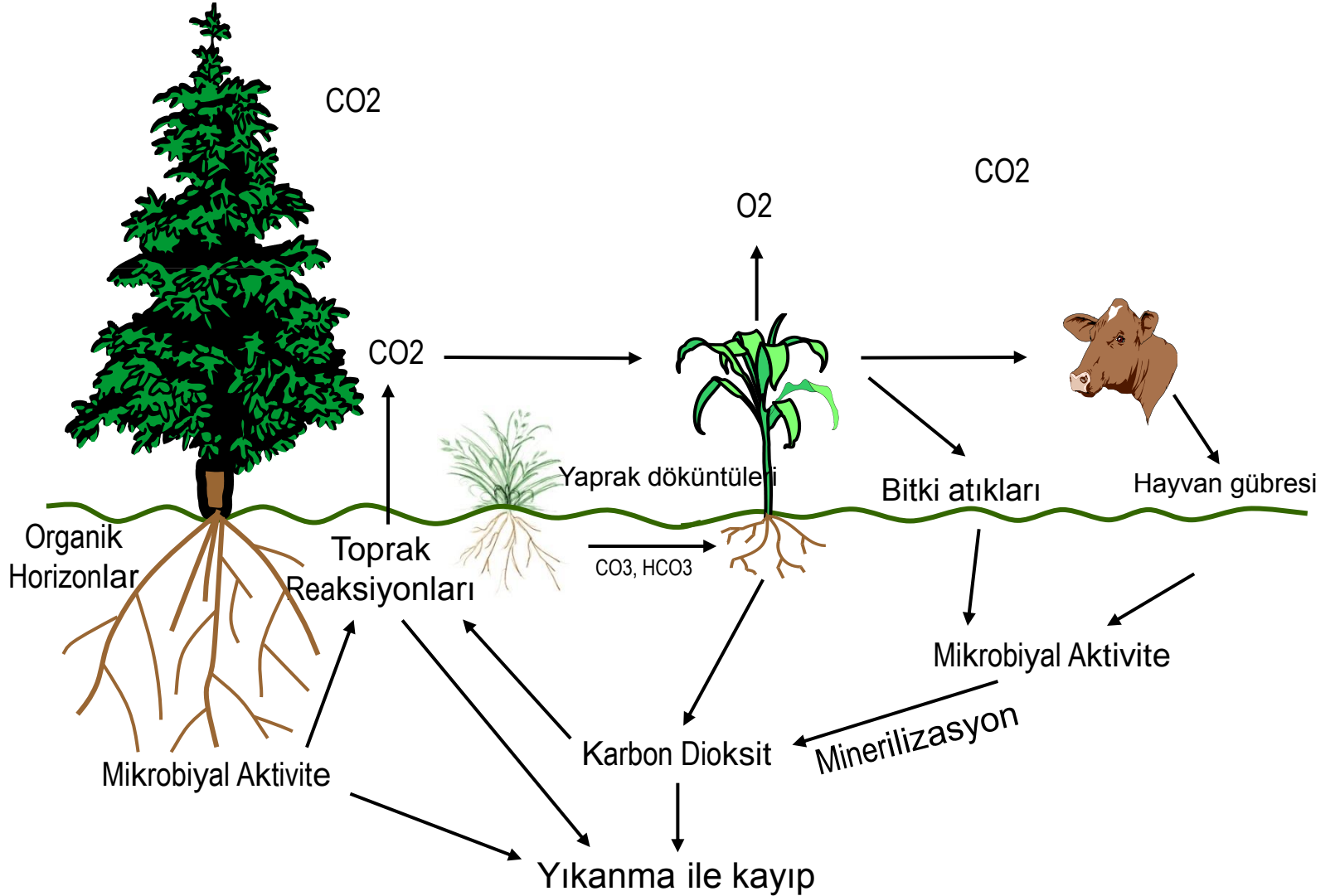
Organik maddenin değişik süreçler sonucu oluşturduğu üç humus şekli olan Mull, Moder ve Ham Humus ,orman ekosistemlerde uygun edofik koşullarda döküntü katmanının şiddetle ayrışarak, hızlı bir şekilde toprağa karışması ile oluşur. Mineral toprak yüzeyinde yalnızca yaprak ve çok ince bir çürüme katmanı bulunur, biyolojik aktivitenin çok yüksek olduğu bir humus şeklidir. Moder, orta derecede mikroorganizma aktivitesi bulunan bir humus formudur. Bu nedenle, humus tabakası toprağa yavaş karışır. Ham humus ise, mineral toprak üzerinde ayrışmaksızın duran, kalın organik döküntüdür.

Toprak faunasının genellikle yumuşak dokulu, karbon/azot oranı dar olan ıhlamur, mürver, dışbudak ve kızılağaç döküntülerini daha hızlı ayrıştırdığı, sert yapraklı meşe ve gürgen dokularının ise daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir. Çok çeşitli toprak faunasının bu tür parçalayıcı, yumuşatıcı ve karıştırıcı etkisinden sonra, organik kalıntılar, toprak mikroflorasının etkisi ile daha hızlı değişime uğrarlar.

Karbon, canlı hücrenin en önemli yapı taşlarından birisi ve biyolojik sistemin en önemli elementidir. Bitki ve mikroorganizma hücreleri büyük düzeyde karbon içerirler. Karbondioksit, yeryüzündeki karasal ekosistemde fotoototrof yüksek bitkiler ve su sisteminde de algler tarafından organik karbona dönüştürülür.

Toprak ekosisteminde karbon döngüsü, CO<sub>2</sub>'in bitkiler tarafından fiksasyonu ve organik bileşiklerin sentezi için özümlemesini, bitkisel organik kalıntılar ile primer ve daha üst düzey tüketicilere aktarılan kısımdan dışkı ve kadavralara aktarılan kısmının mikroorganizmalarca ayrıştırılması ve tekrar karbondioksit şeklinde atmosfere verilmesini tanımlamaktadır. Biyosferin canlı ve cansız kısımları arasındaki madde değişimi ise biyojeokimyasal döngü olarak tanımlanır. Biyolojik bakımdan karbon döngüsü yeşil bitkilerin CO<sub>2</sub>'i fotosentetik olarak redükte etmesi ve bunun daha sonra bitki, mikroorganizma ve daha az olmak üzere hayvan solunumu ile atmosfere geri bırakılmasıdır.

# Karbon Döngüsü



# Karbon Döngüsü

- Atmosferde CO<sub>2</sub> oranı oldukça düşüktür (%0.03 CO<sub>2</sub> , 12 µmol/l).
- Yeşil bitkiler ve fotosentez yapan organizmalar sürekli olarak atmosferdeki CO<sub>2</sub> 'i kullanırlar.
- CO<sub>2</sub>'in tekrar atmosfere geri dönüşümü olmasa idi atmosferdeki karbondioksit deposu fotosentez reaksiyonlarına ancak 20 yıl süre ile hizmet edebilirdi.
- Denizler ve okyanuslar CO<sub>2</sub>'in depolandığı en geniş ortamlardır.

# Karbon Döngüsü

- CO<sub>2</sub> burada % 90 oranında bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) halinde bulunur.
- Atmosferik CO<sub>2</sub> ile denizlerdeki CO<sub>2</sub> karşılıklı değişim içindedir.
- Ancak karbondioksitin karşılıklı değişim hızı çok düşüktür.
- Bir yılda havada bulunan CO<sub>2</sub>'in yalnızca 1/10'u denizlerdeki CO<sub>2</sub> ile değişmiş olur.
- Denizlerden başka göllerin ve iç suların hipolimnion (alt katmanı) tabakası da CO<sub>2</sub> içeriği bakımından çok zengindir.

# Karbon Döngüsü

- Katmanlarda sıcaklık ve fotosentez nitelikleri farklı olduğundan, kimyasal özellikleri ve canlı popülasyonu farklılık gösterir.
- Suda çökebilin maddeler hipolimnion katmanına doğru hareket eder.
- Akarsular organik ve anorganik azot fosfor bileşiklerini göllere taşırlar. Algler sulardaki C,P,N u kullanarak ve göl suyuna giren güneş ışığının şiddetine bağı olarak fotosentez yaparlar.

# Karbon Döngüsü

- Algler zooplanktonların besinini oluştururlar. Sucul yaşamın diğer tüketicileri örneğin balıklar yararlanırlar. Bu tür işlevler sonucunda suda çözünmüş organik C kapsamı artar.
- Mikroorganizmalar organik C unu kullanarak CO<sub>2</sub> üretirler. Üretilen CO<sub>2</sub> algler tarafından kullanılır.
- Zooplankton ve diğer fauna solunumu da, havadan doğrudan çözünen CO<sub>2</sub>, sudaki CO<sub>2</sub> kaynaklarıdır.



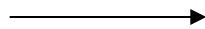
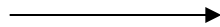
# Karbon Döngüsü

- Atmosferdeki CO<sub>2</sub> 'in fiksasyonu ile fotosentez sonucunda şekerler ve benzer organik bileşikler oluşur.
- CO<sub>2</sub> 'in fikse edilmesi ile oluşan karbonhidrat polimerleri bitkilerde depolanır.
- Ağaçların dokusunda % 75 olan polisakkaritler, ot ve sebzelerde daha yüksektir.
- Fotosentez ile atmosferik CO<sub>2</sub>'in yaklaşık olarak yarısından fazlası ağaçların ve otların polisakkaritlerine çevrilir.

# Karbon Döngüsü

## Atmosferden çekilen karbondioksitin tekrar atmosfere kazandırılması:

- Fotosentez yapan bitkilerin solunum yapması,
- Yeryüzündeki yüksek canlıların solunumları,
- Heterotrof aerob mikroorganizmaların monomerleri (şekerleri) parçalaması ve CO<sub>2</sub>'e kadar okside etmeleri,
- Organik materyalin minerilizasyonu ile (anaerobik koşullarda fermantasyonlarla, asetogenik ve metanogenik reaksiyonlarla),
- Organik polimerlerin minerilizasyonu sonucunda karbonun % 1.0 ve 1.5 kadarının atmosfere CH<sub>4</sub> olarak dahil olduğu,



# Karbon Döngüsü

**CO2 gazı yavaş bir şekilde atmosferde sürekli artmaktadır.**

Bunda iki önemli faktör etkindir:

- Yeryüzünde petrol ve kömürün yakıt olarak kullanılması,
- Büyük orman alanlarınınin yok edilmesi.

# Karbon Döngüsü

- Metan gazı temiz yanan bir yakıt olduğundan mükemmel enerji kaynağıdır.
- Isı ve elektrik üretiminde kullanılan metan kanalizasyon atıklarının işlendiği tesislerde elde edilmektedir.
- Parçalanamayan organik bileşikler anaerobik katabolizmaya sahip bakteri ve diğer mikroorganizmalarla  $H_2$ ,  $CO_2$  ve asetata kadar parçalanırlar.

# Karbon Döngüsü

- Metan bakterileri (Metanogenler ) ve asetogenler **KARBONAT SOLUNUMU** yapan grup içinde yer alırlar.
- Metanogenler (metan bakterileri), desülfürükantlar gibi zorunlu ve kuvvetli anaerob bakterilerdir.
- Metan bakterilerinin hidrojen donörü olarak kullandığı substratlar çok sınırlıdır.
- İki temel substrat, hidrojen ve asetat yanında formiyat ( $\text{HCOOH}$ ), metanol ( $\text{CH}_3\text{-OH}$ ) ve metilamini ( $\text{CH}_3\text{-NH}_2$ ) de kullanabildikleri saptanmıştır.

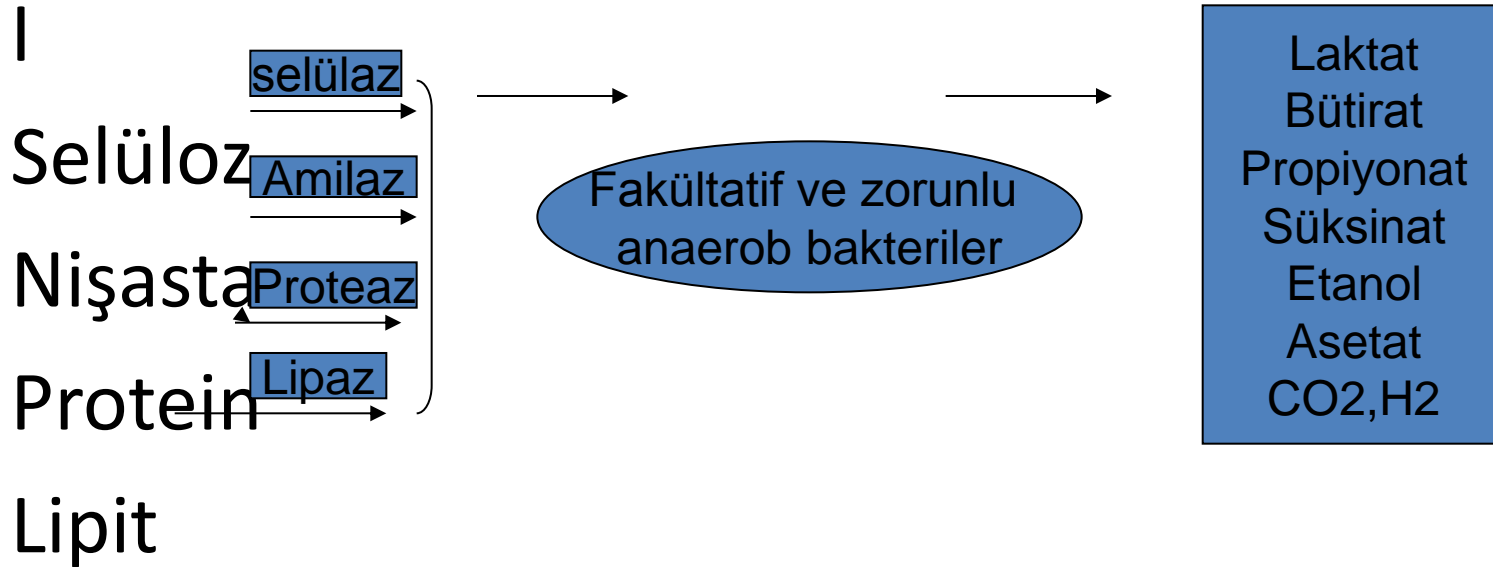
# Karbon Döngüsü

- Metan bakterilerinin yeryüzünde ürettiği metanın yaklaşık;
- % 70'i asetatdan ,
- % 30'u H<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> ' den meydana gelmektedir.

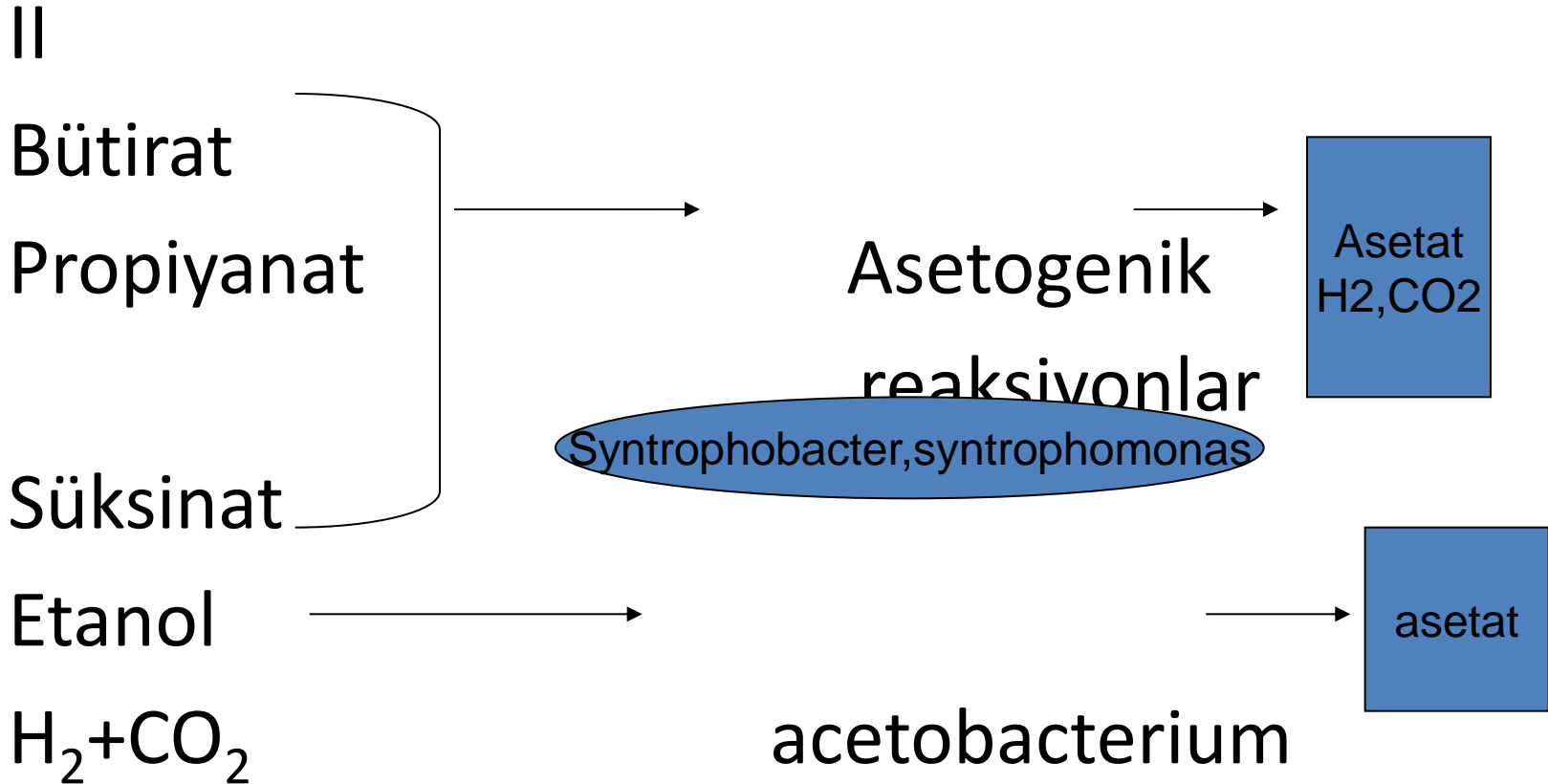
# Doğada organik polimerlerin anaerobik koşulda parçalanmaları

Organik polimerler

son ürünler



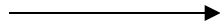
# Doğada organik polimerlerin anaerobik koşulda parçalanmaları



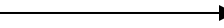


III

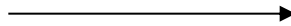
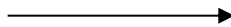
Asetat



Metanogenik



CH<sub>4</sub>+CO<sub>2</sub>



H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>

reaksiyonlar

CH<sub>4</sub>

methanogenler

# Metanın oluřtuđu ekosistemler

- Sođuk stepler (tundralar)
- Suyla doymuş ve su altında kalmış topraklar( eltik ekim alanları,bataklıklar, çamurlu topraklar)
- Göl, deniz ,çay ,ırmak ve birikinti su sedimentleri,

Evsel atıklarda, lağım çukurlarında,kanalizasyon atıklarında metan bakterileri bulunur.

Metan bakterileri geviş getiren hayvanların işkembe ve bağırsak sistemlerinde dominant flora arasında yer alır.

- Metan bakterileri aktifleştirdikleri  $H_2$  molekülleriyle  $CO_2$ 'i metana redükte etmekte ve  $CO_2$  moleküllerini C kaynağı olarak hücre materyalinin sentezinde kullanırlar.
- Kemolitotrof-ototroftur.
- Anaerob, ototrof ve  $H_2$  oksidasyonu yapan bakterilerdir.
- Hidrojeni okside ederek metan oluşturur.
- Bazı metan bakterileri CO de metana dönüştürür.

- CO, metan oluşumunda kullanılırsa ürün olarak CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> meydana gelir ve metan oluşumu için kullanılır.

→

- $4\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2$
- $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $4\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{CO}_2 + \text{CH}_4$

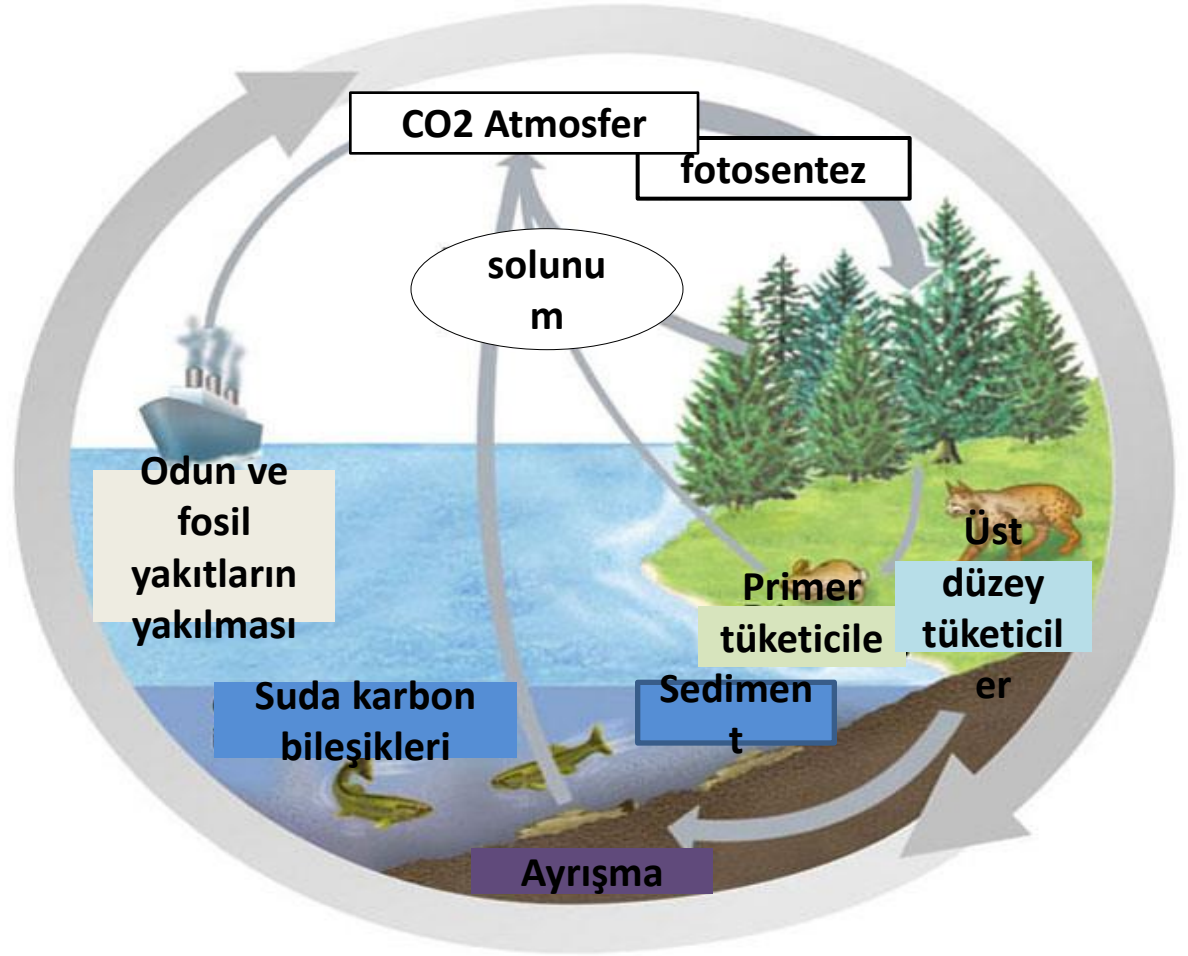
# The carbon cycle relies on photosynthesis, respiration, and decomposition

Karbon bileşikleri (organik) tüketilir.

Solunum ile CO2 atmosfere geri döner.

Fotosentez = Solunum

Yanmış fosil yakıtları CO2 seviyesini yükselterek küresel ısınmaya neden olurlar.



## Karbonat solunumu (metanogenler ve asetogenler)

- Bir grup bakteri  $\text{CO}_2$  ve  $\text{HCO}_3^-$  'ı elektron akseptörü olarak kullanır.
- Hidrojen doneri olark  $\text{H}_2$  ve asetati, elektron akseptörü olarak da karbonati kullanan ve metan oluşturanlar METANOGENLER,
- Hidrojeni donör ve karbonati akseptör olarak kullanıp asetat ( $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ) oluşturanlar ASETOGENLER olarak tanımlanır.

- H<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>'i indirgeyebilen metanogenlerle CH<sub>4</sub> oluşturulurken , asetoklastik metanogenler de asetat, CH<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub>'ide ayrılır.
- 1 kg organik matelyalden 600L metan üretmek mümkün olmaktadır.
- Atmosferde CH<sub>4</sub> gazının artması ile sera gazı etkisi ortaya çıkmaktadır.
- Metan kızıl ötesi ışınları absorbe ederek sera gazı etkisi yaratarak küresel ısınmayı olumsuz