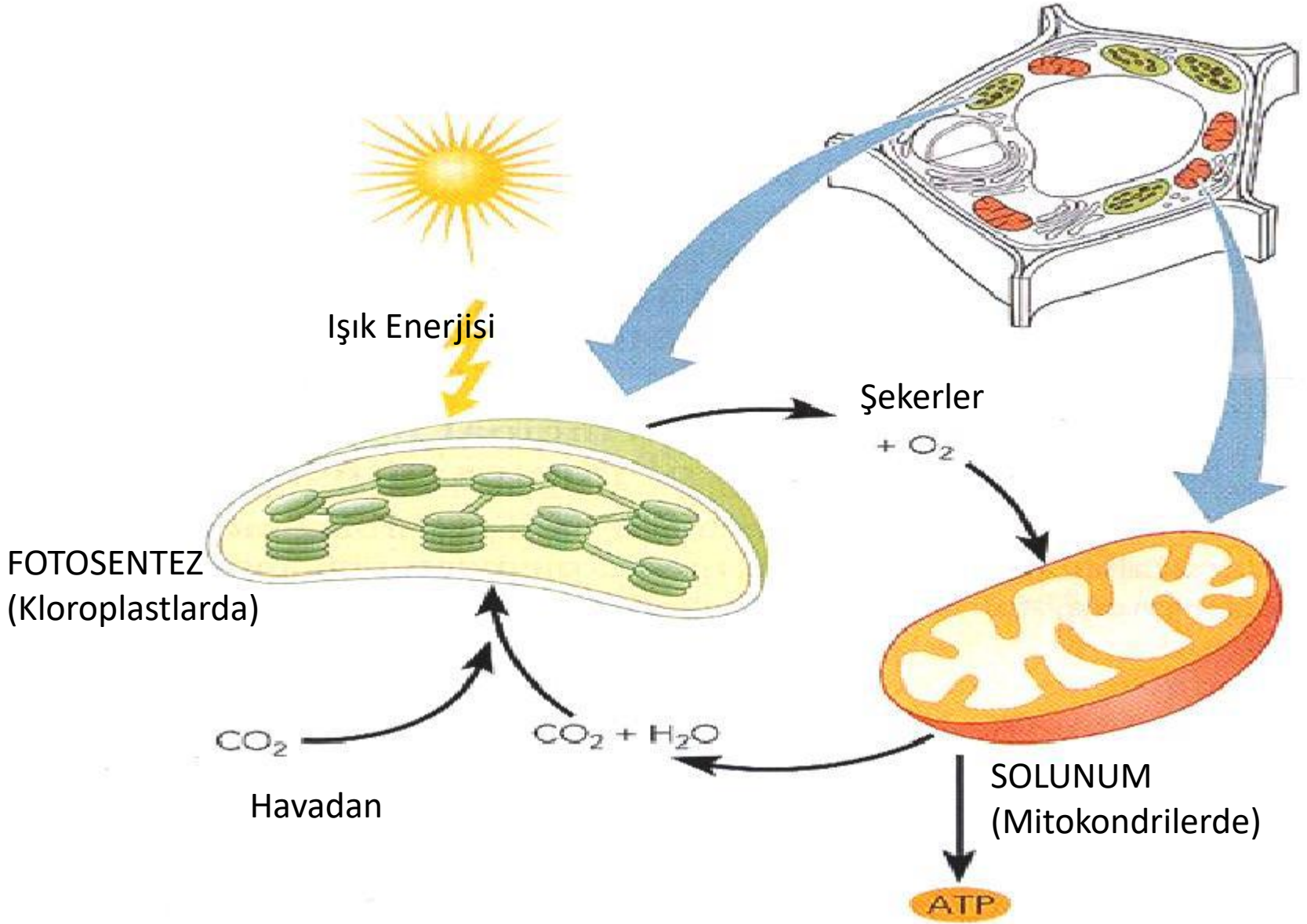
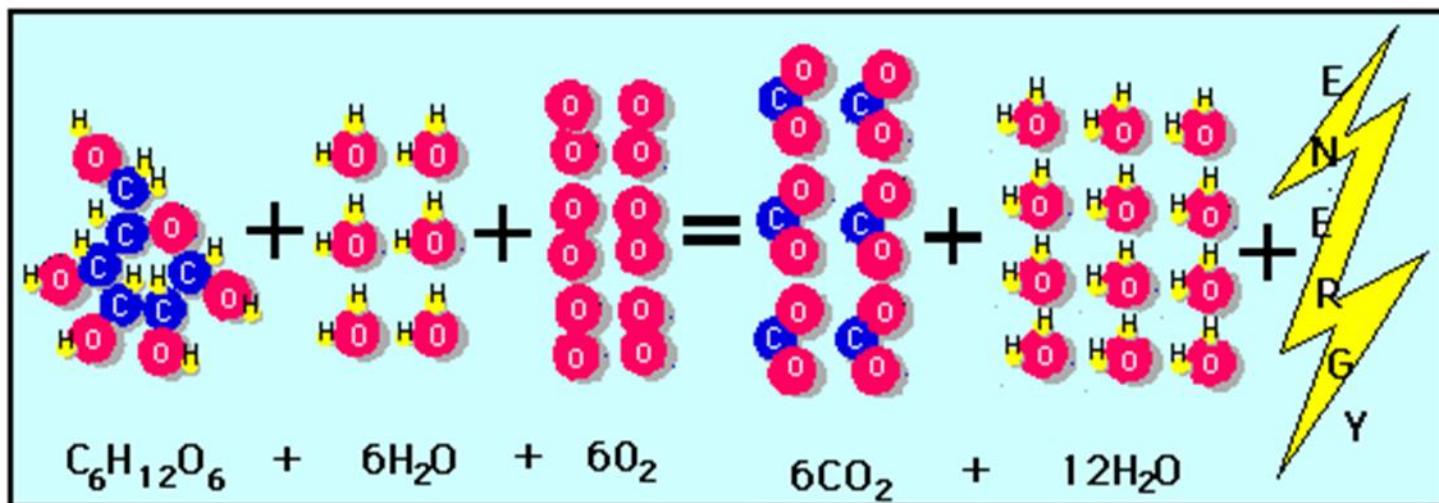


BİTKİLERDE SOLUNUM REAKSİYONLARI

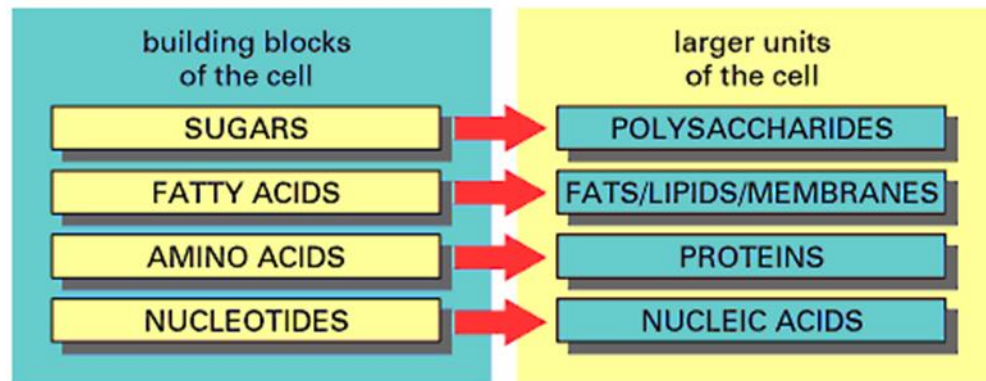
- Prof. Dr. Necmi İŞLER
- Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi

- Havanın serbest O₂ kullanarak bitki hücrelerinde şekerlerin, yağların ya da diğer organik moleküllerin oksitlenmesi olaylarına aerobik solunum denir.





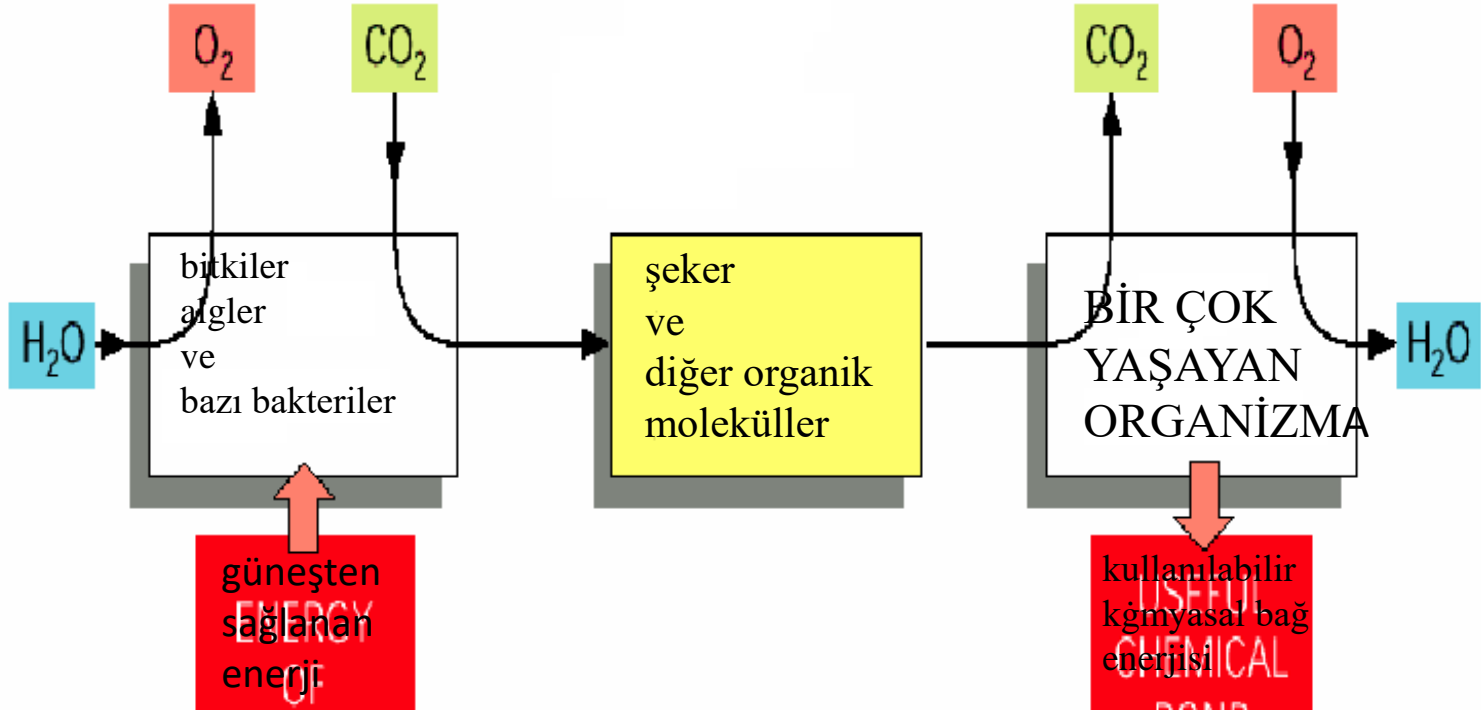
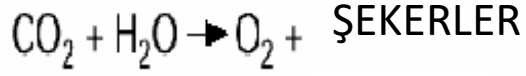
Glucose molecule + 6 water molecules + 6 oxygen molecules = 6 Carbon Dioxide + 12 water molecules + Energy for life processes



- Canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli enerjiyi organik maddeyi yakarak parçalamakla sağlarlar.
- Bitkiler ve hayvanlar aleminde bu şekilde enerji açığa çıkaran olay O₂ varlığı ile meydana gelmekte ve ortama CO₂ verilmektedir.
- Madde parçalanmasının sonucunda kuru ağırlık kaybı da olmaktadır. Solunum adı verilen bu olay sadeleştirilerek:
- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \text{ -----} 6CO_2 + 6H_2O + 673KCal$

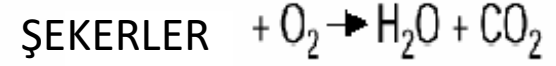
FOTOSENTEZ

PHOTOSYNTHESIS

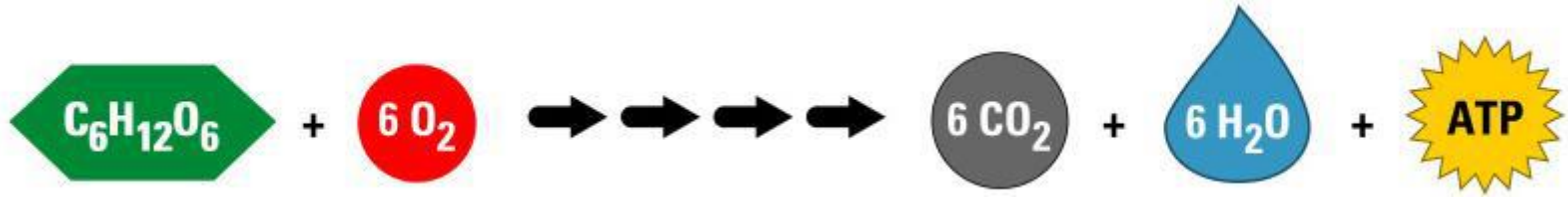


SOLUNUM

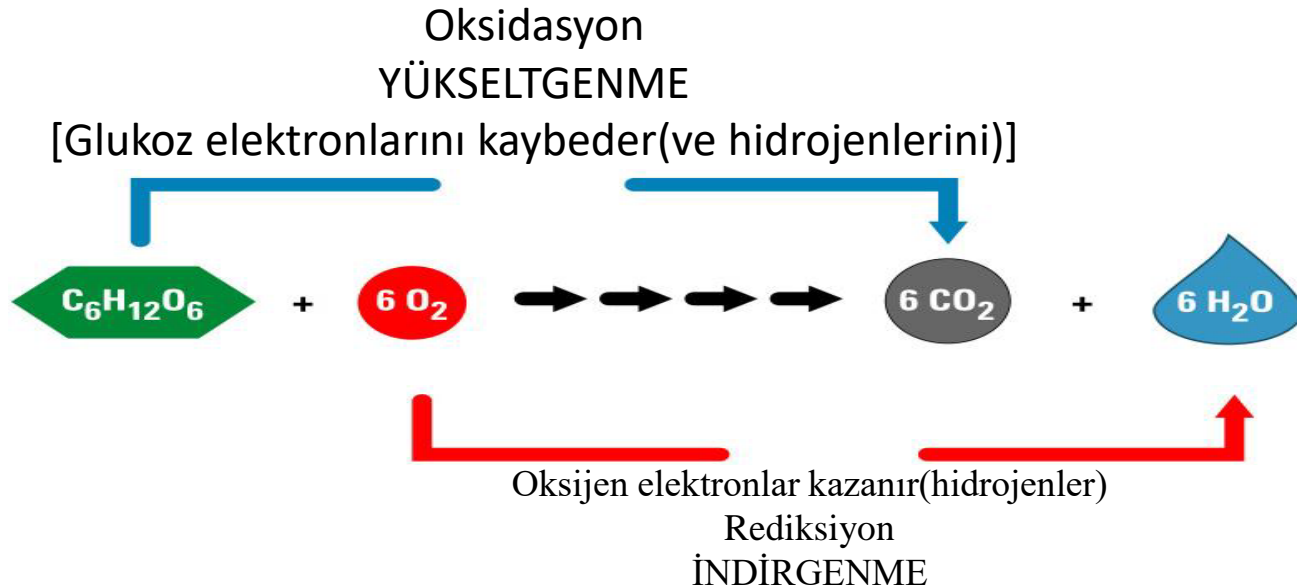
RESPIRATION



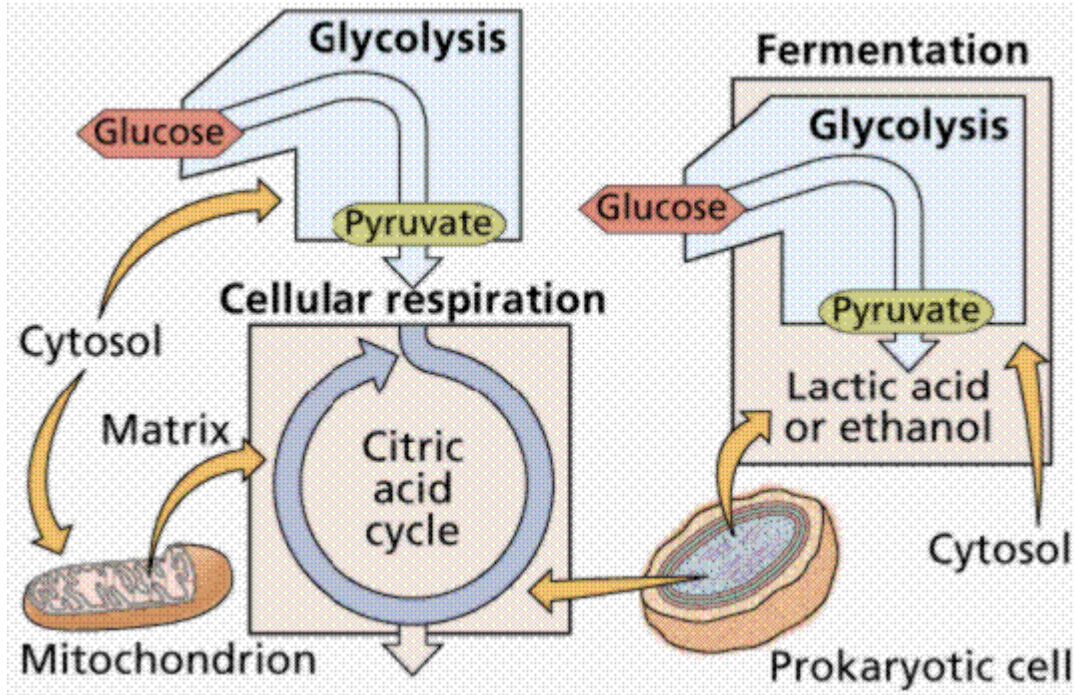
- bir şeker molekülünün O₂ karşısında CO₂ ve suya ayrışmasıyla ortama 673 k cal'lik bir enerji verilmektedir.



Birbirini izleyen indirgenme ve yükseltgenme olayları sonucunda ortaya çıkan solunumla şekerler CO₂'e yükseltgenirken, O₂ suya indirgenmektedir.



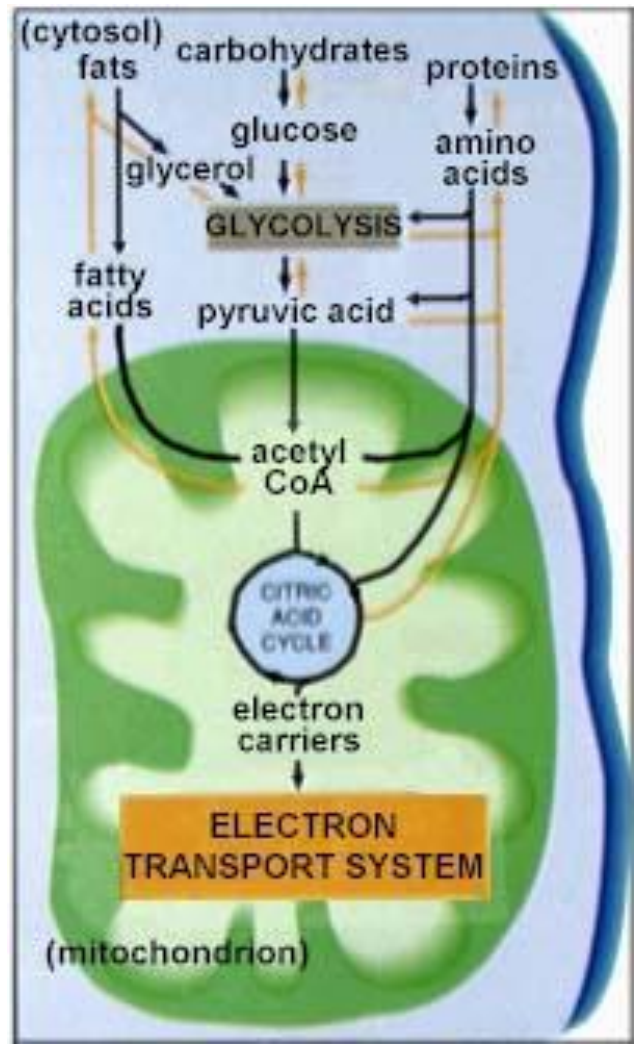
Bitkilerde, sözü edildiği gibi atmosfer O₂' i karşısında oluşan aerobik solunumun yanında, bağlı O₂'nin kullanılmasıyla oluşan anaerobik solunuma da rastlanmaktadır. Fermantasyon yada intramoleküler solunum olarak da isimlendirilen anaerobik solunumda CO₂ ve H₂O'dan farklı olarak daha yüksek molekül ağırlığına sahip ürünler açığa çıkmaktadır. Bunlar yüksek bitkilerde oksalik asit, tartarik asit, malik asit, sitrik asit gibi, mantar ve bakteriler de alkol, laktik asit ,asetik asit gibi maddelerdir.



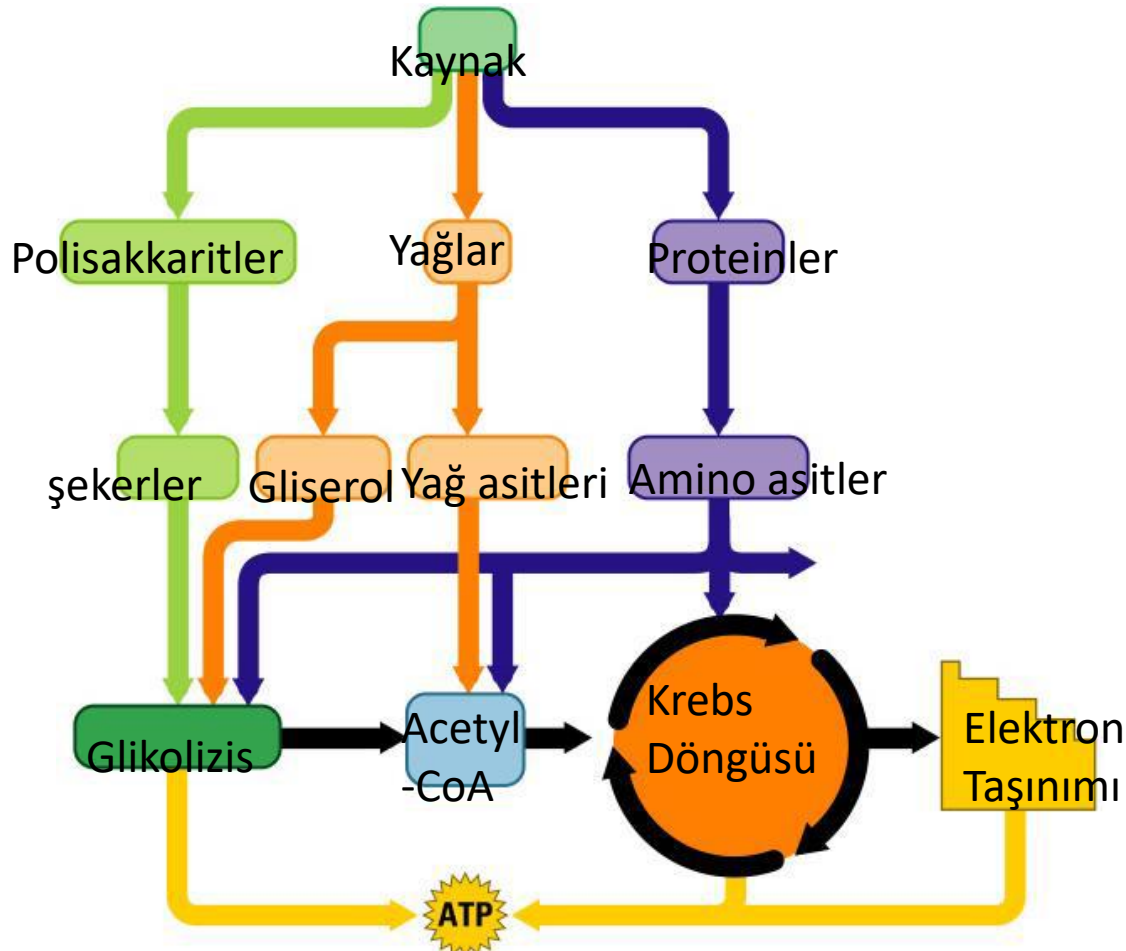
- Aerobik Solunum Ana evreleri:
- 1. Glikolizis
- 2. Piruvik asidin aerobik yükseltgenmesi (Krebs döngüsü)
- 3. Serbest enerjinin sitokrom sistemine aktarılması oluşturmaktadır.

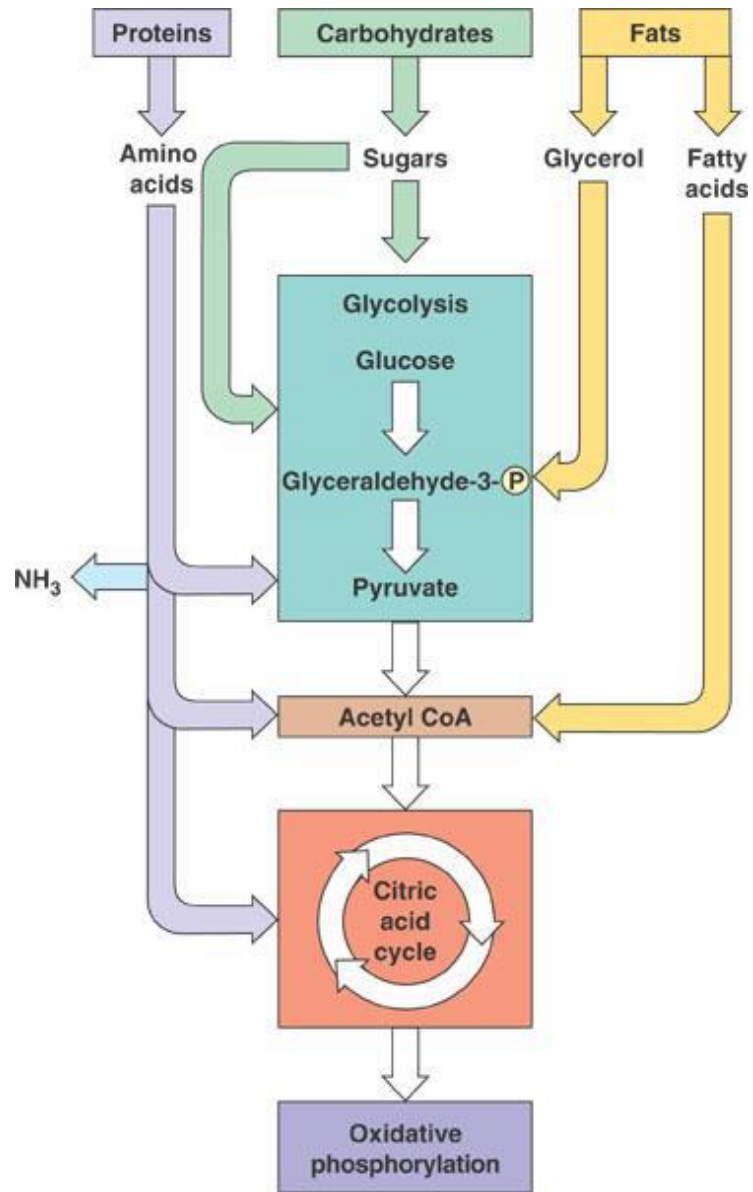
• Aerobik Solunum

- Organik bileşiklerde depo edilmiş olan kimyasal enerjinin serbest hale geçmesiyle sonuçlanan solunum çeşitli aşamalardan geçerek tamamlanmaktadır.
- Çoğunlukla glikoz olmakla birlikte diğer şekerler, nişasta, yağlar, organik asitler ve proteinler solunumda kullanılarak CO₂ vermektedirler.
- Açığa çıkan enerjinin bir kısmı ısı olarak kaybedilmekle birlikte hücre önemli bir bölümünü daha sonra büyüme, iyon birikimi gibi çeşitli yaşamsal olaylarda kullanma üzere kimyasal formda depo etmektedir.
- Bu olayın ana evrelerini glikolizis piruvik asidina erobik yükseltgenmesi (Krebs döngüsü) ve serbest enerjinin sitokrom sistemine aktarılması oluşturmaktadır.



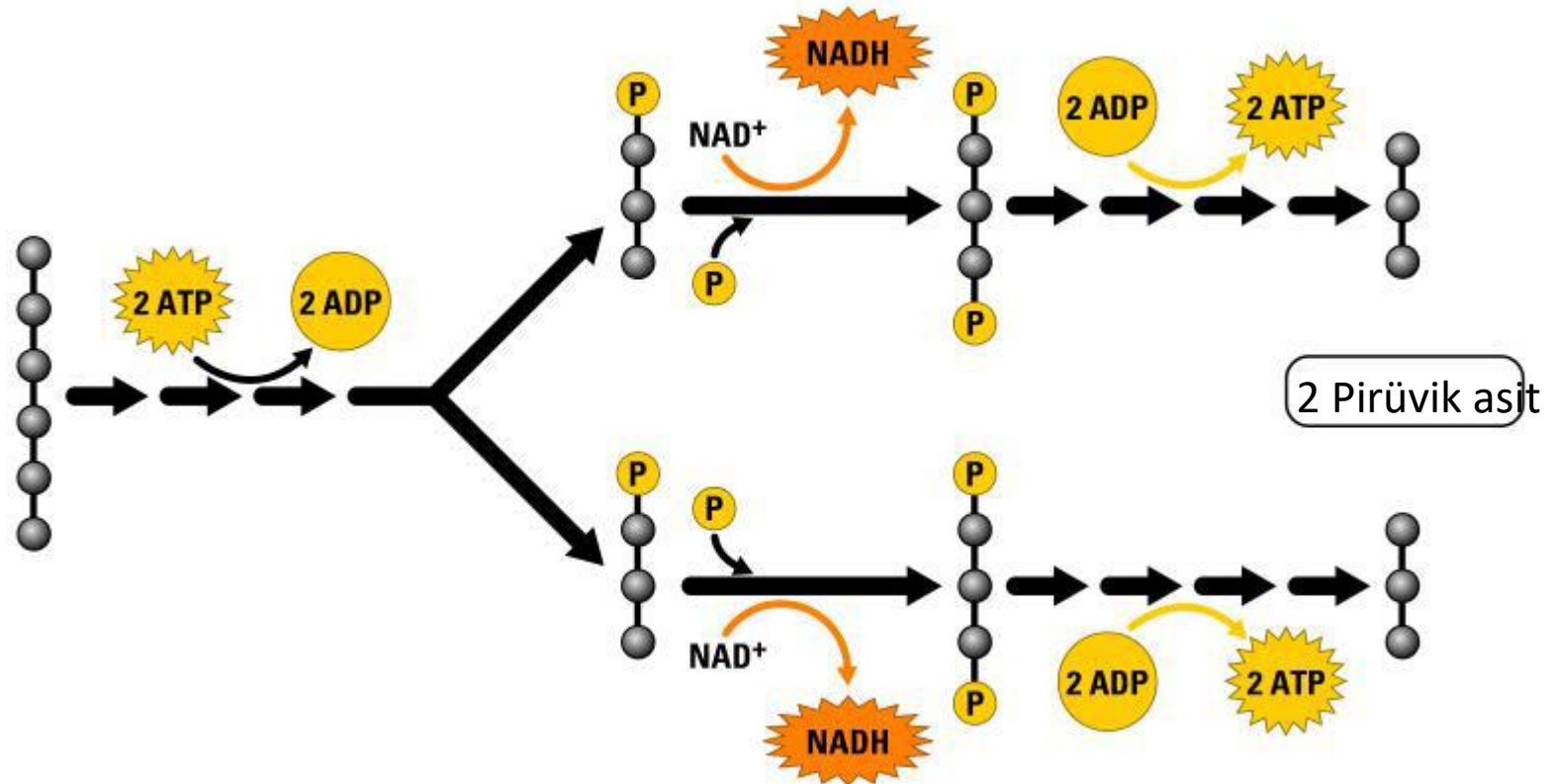
Aerobik Solunumda çoğunlukla glikoz olmakla birlikte diğer şekerler, nişasta, yağlar, organik asitler ve proteinler solunumda kullanılarak CO₂ vermektedirler.



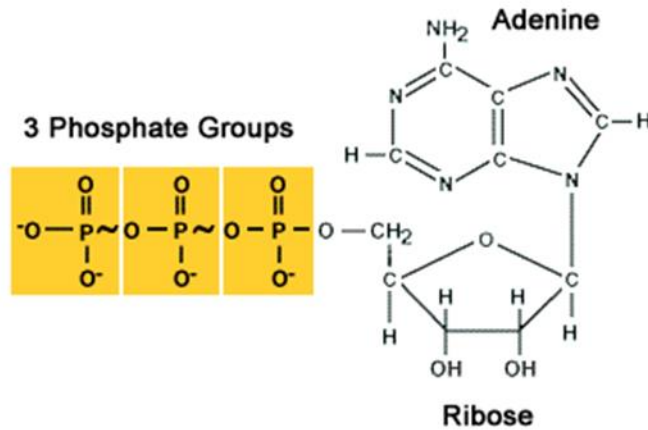


Glikolizis

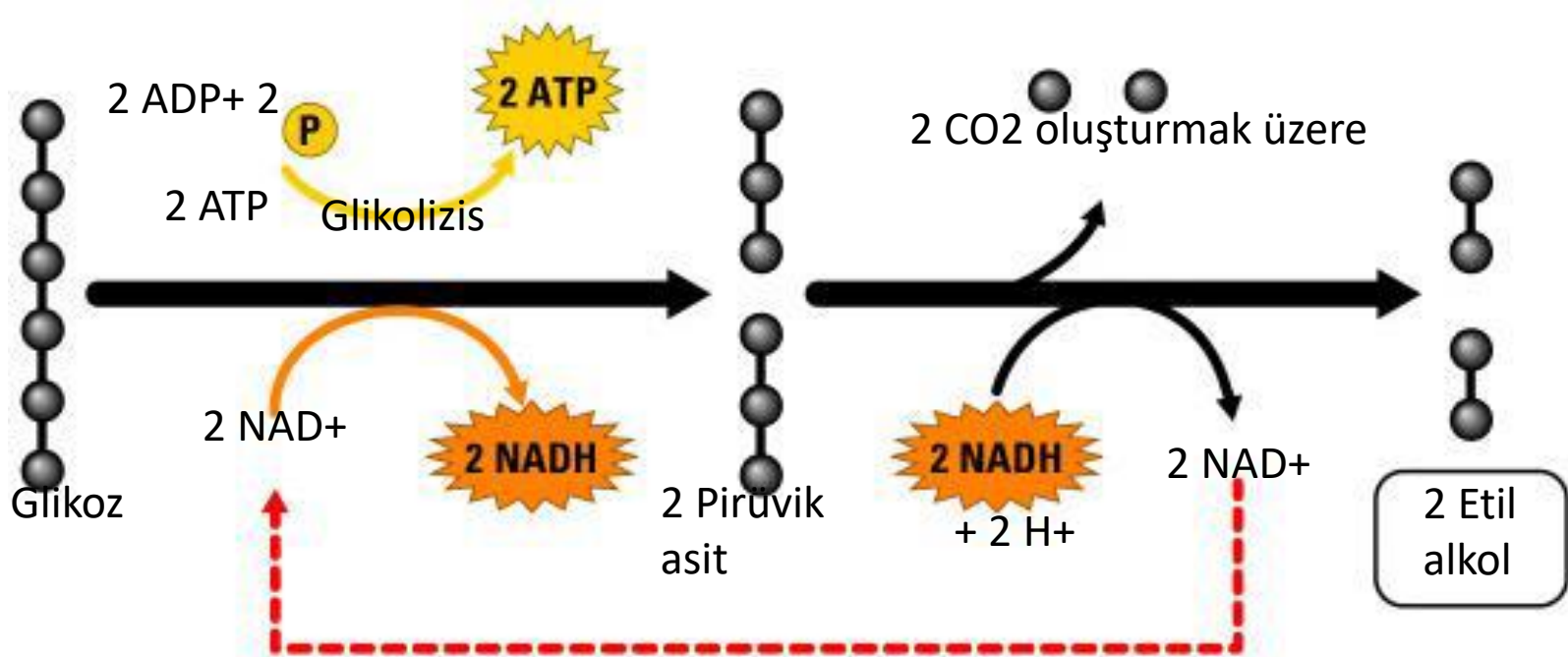
Glikozun pirüvik asite kadar parçalanmasıyla sonuçlanan tepkimeler zinciri glikolizis olarak tanımlanır. Böylece solunumun ikinci aşaması olan Krebs döngüsün de kullanılacak pirüvik asit ve beraberinde ATP oluşmaktadır.



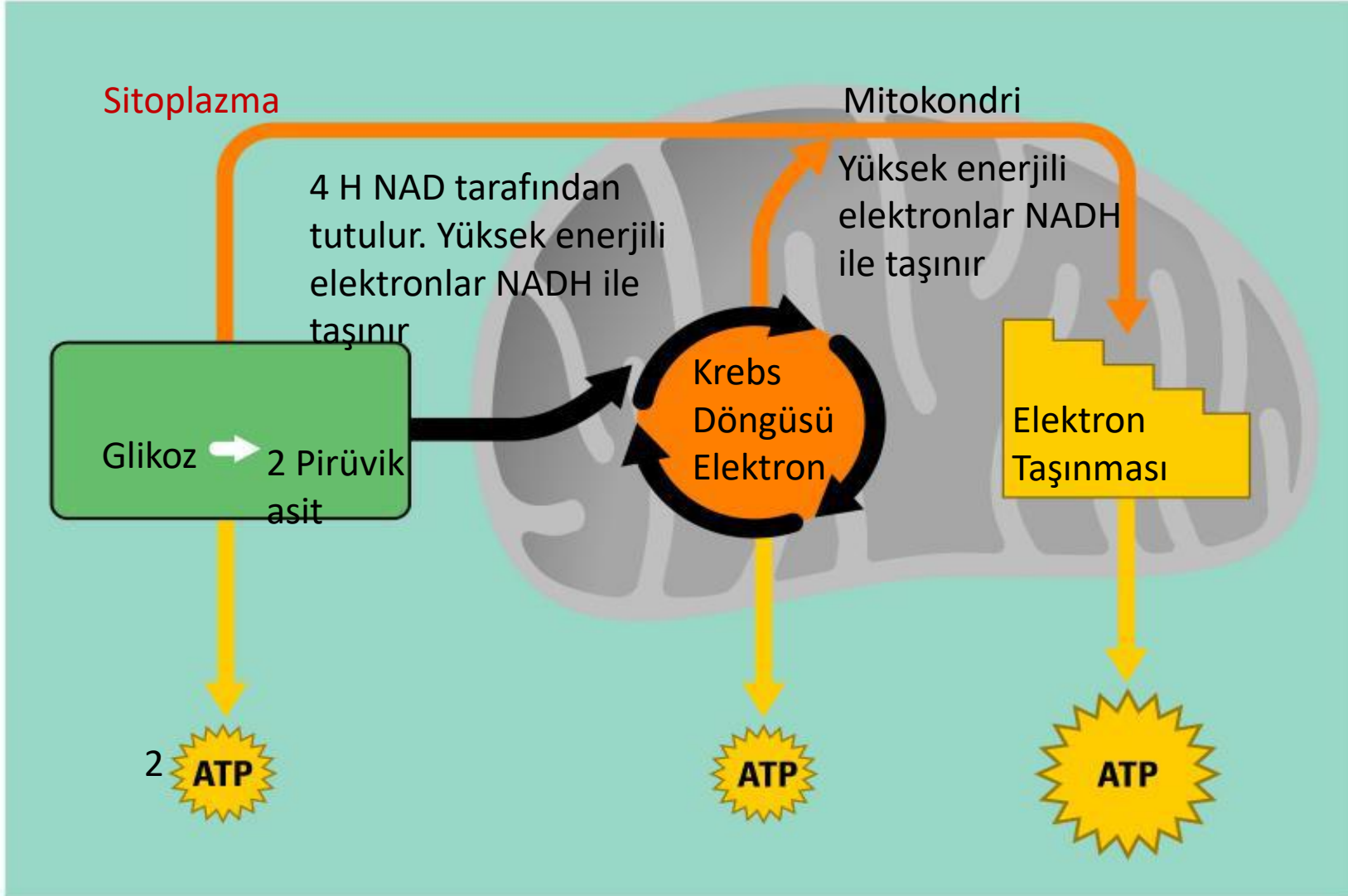
ATP Bileşiminin açık formülü



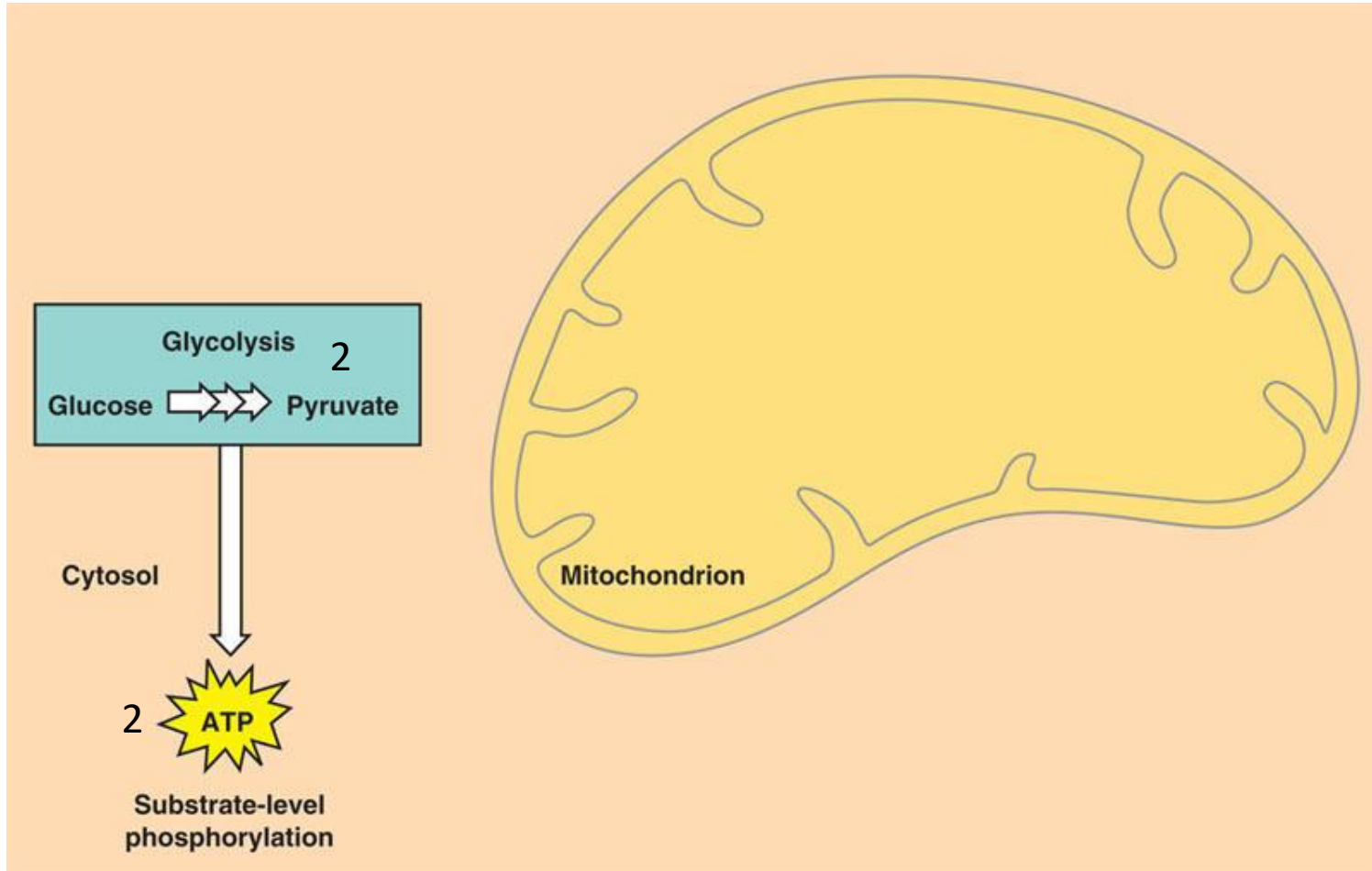
Anaerobik koşullarda ise, etil alkol ve diğer fermantasyon ürünlerini oluşturur.



Sonuç olarak bir glikolizis olayında 2 molekül ATP oluşmakta, açığa çıkan 4 H'de NAD molekülleri tarafından tutulmaktadır.



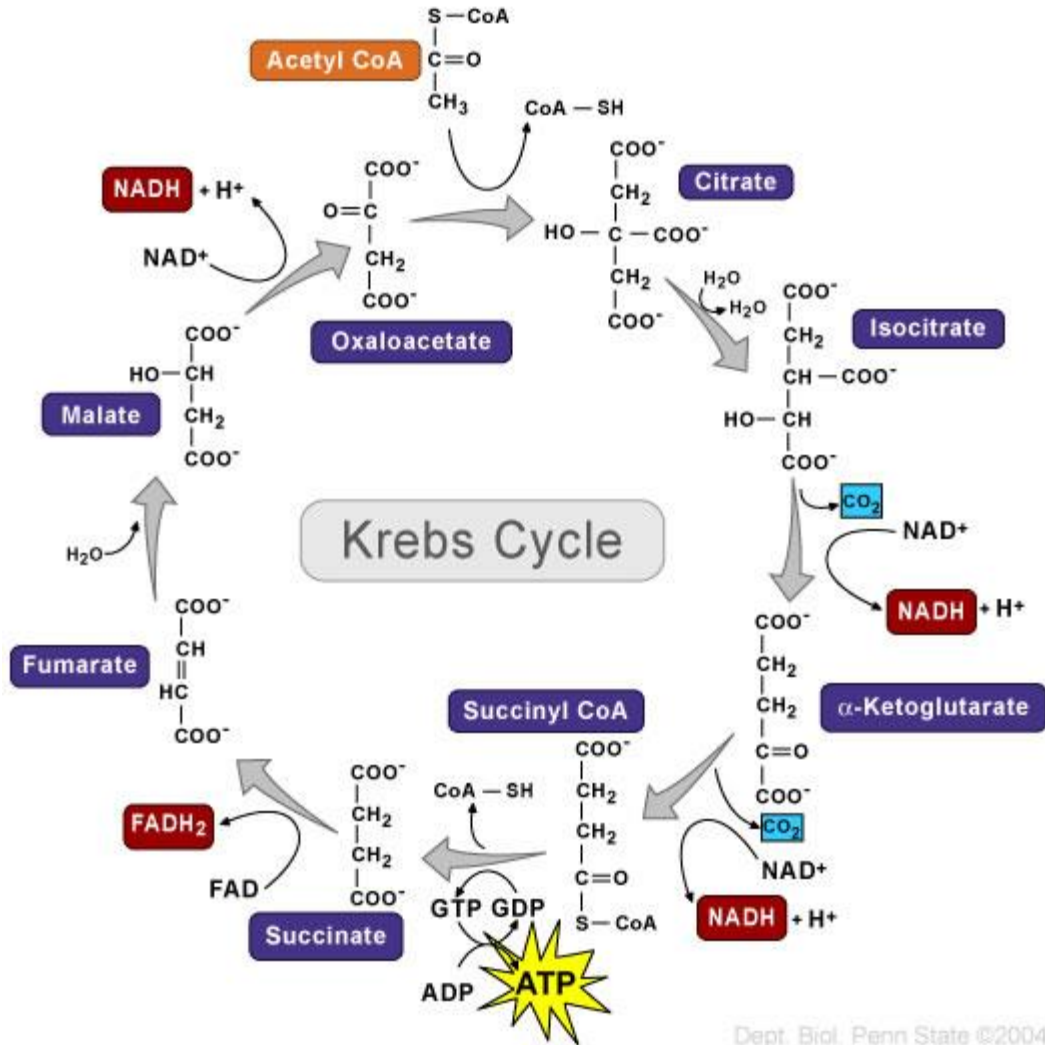
Glikolizis Olayı yaşayan tüm canlılarda (basit bakterilerden insanlara kadar) aynı şekilde meydana gelir Sonuçta: Her glikoz molekülü 3 karbonlu 2 pirüvik asite parçalanır, bu parçalanma sırasında **2 molekül ATP** oluşturulur. Her glikoz molekülünün bu parçalanması sırasında açığa çıkan **4H'de NAD** molekülleri tarafından tutulmaktadır.



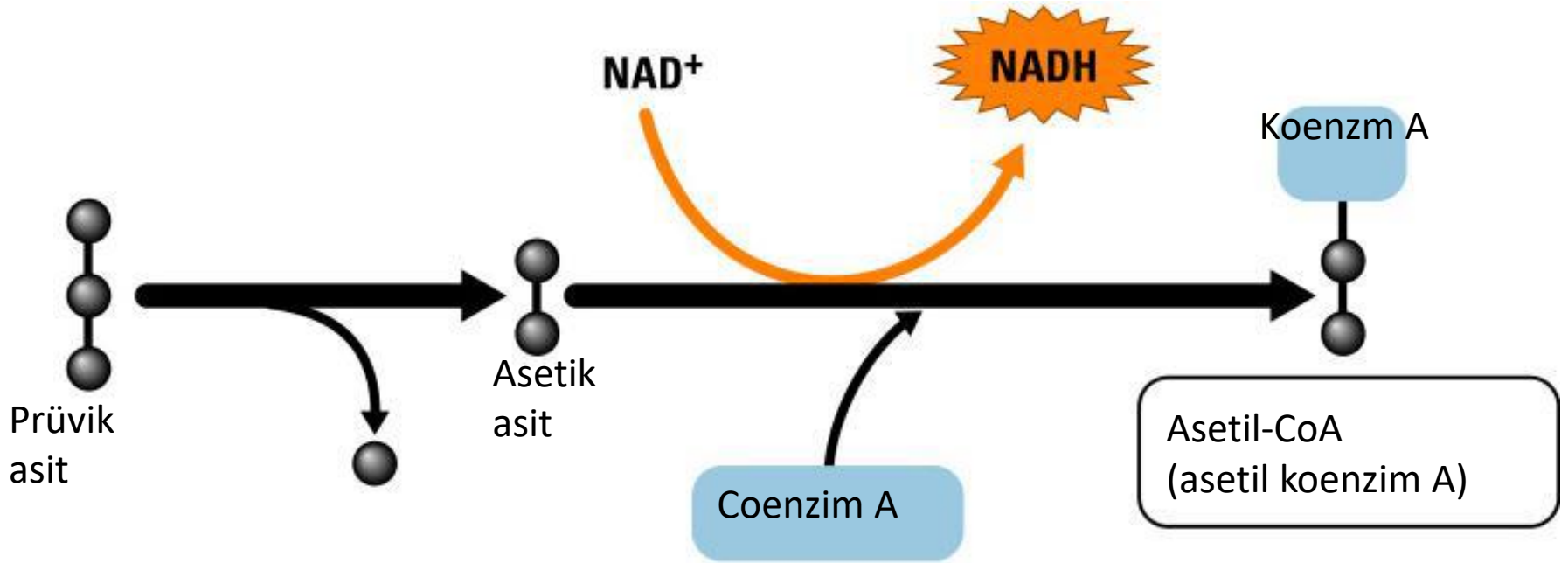
2. Pirüvik asitin aerobik yükseltgenmesi (Krebs Döngüsü)

- Solunumun birinci evresinde açığa çıkan pirüvik asit ar darda tepkimeler sonucunda $C02$ 'e kadar yükseltgenir.
- Bu olaya üç C'lu organik asitlerin tepkimeye girmesiyle ortaya çıktığı için Trikarboksilik asit Döngüsü, tepkimeler sırasında önemli bir ara ürünün sitrik asit olması nedeniyle Sitrik asit Döngüsü
- Ve bu tepkimelerin ilk defa 1937'de İngilizbiyo kimyacısı H.A.Krebs tarafından belirlenmiş olması nedeniyle de Krebs Döngüsü adı verilmektedir.

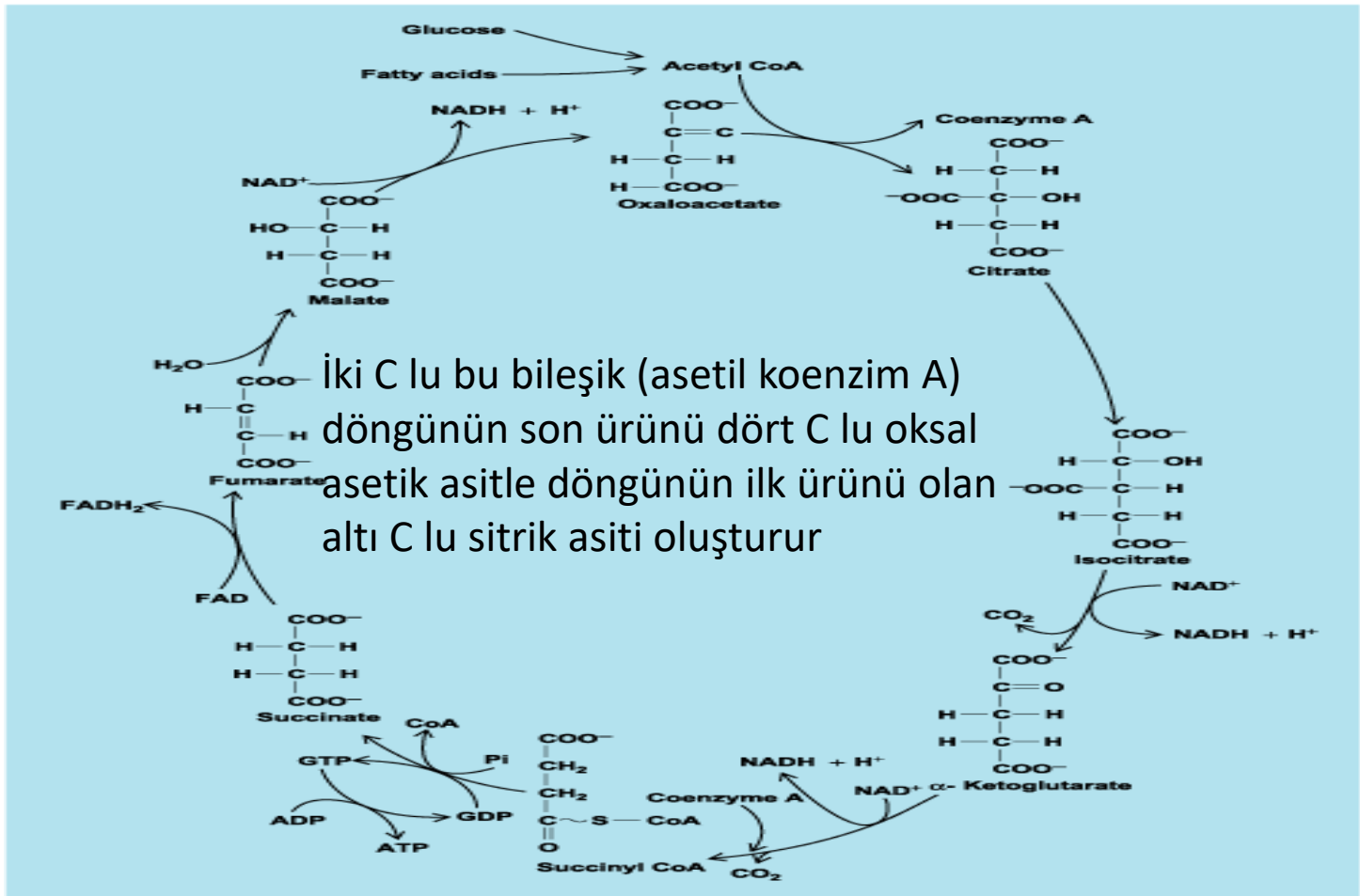
Krebs Döngüsü



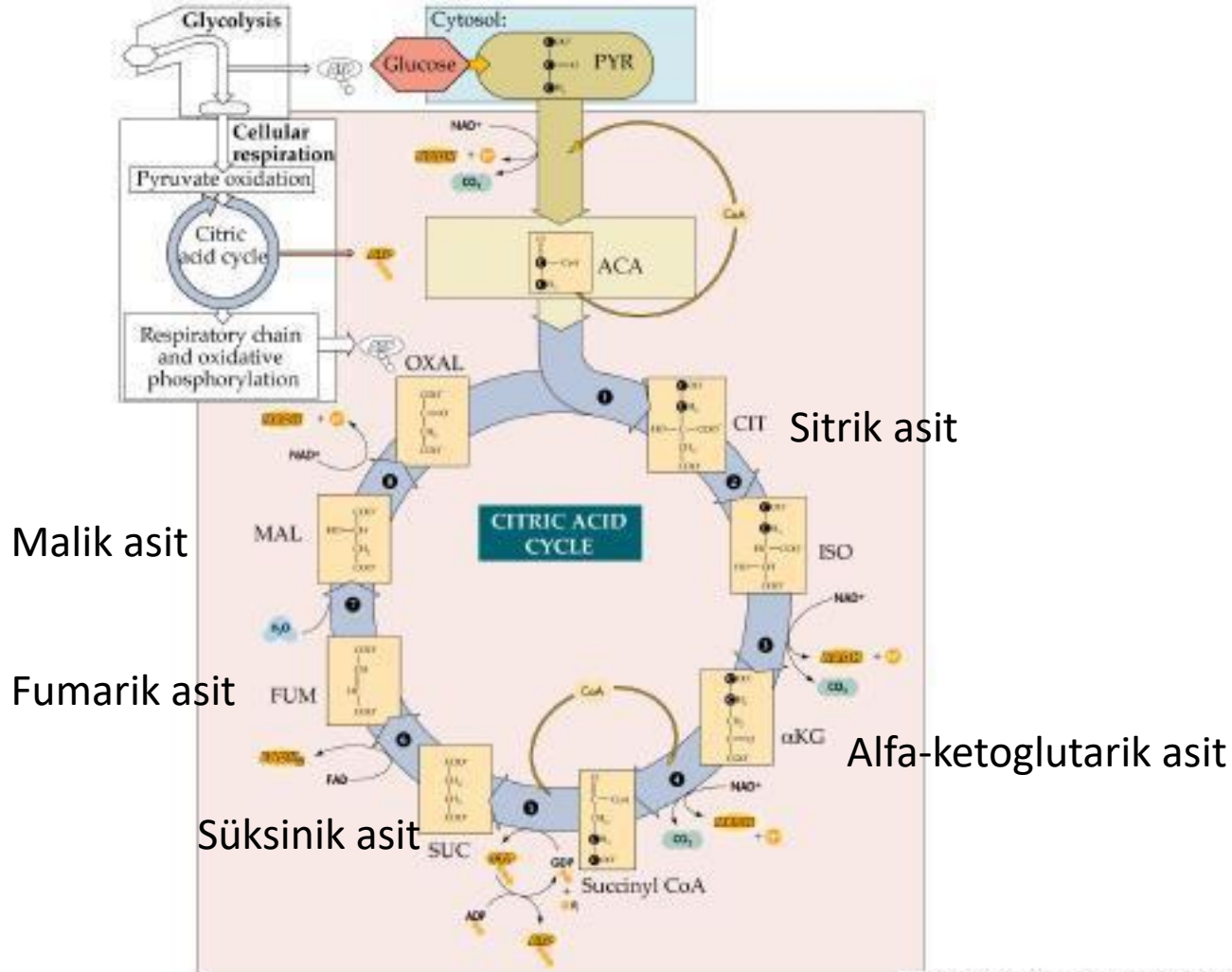
Glikolizisin ana ürünü pirüvik asit bu tepkimeler zincirinin ilk maddesi olarak H⁺ iyonları, elektronlar ve yan ürün olarak da CO₂ vermektedir. Pirüvik asitin Krebs Döngüsüne girebilmesi için ortamda bulunan O₂ ile bir CO₂ vermesi gerekmektedir. Bu durumda birbirini izleyen karmaşık tepkimeler sonucunda, kükürt kapsayan koenzim-A (Co-A) ile asetil koenzim A oluşmaktadır.



İki C lu bu bileşik (asetil koenzim A) döngünün son ürünü dört C lu oksal asetik asitle döngünün ilk ürünü olan altı C lu sitrik asiti oluşturur.

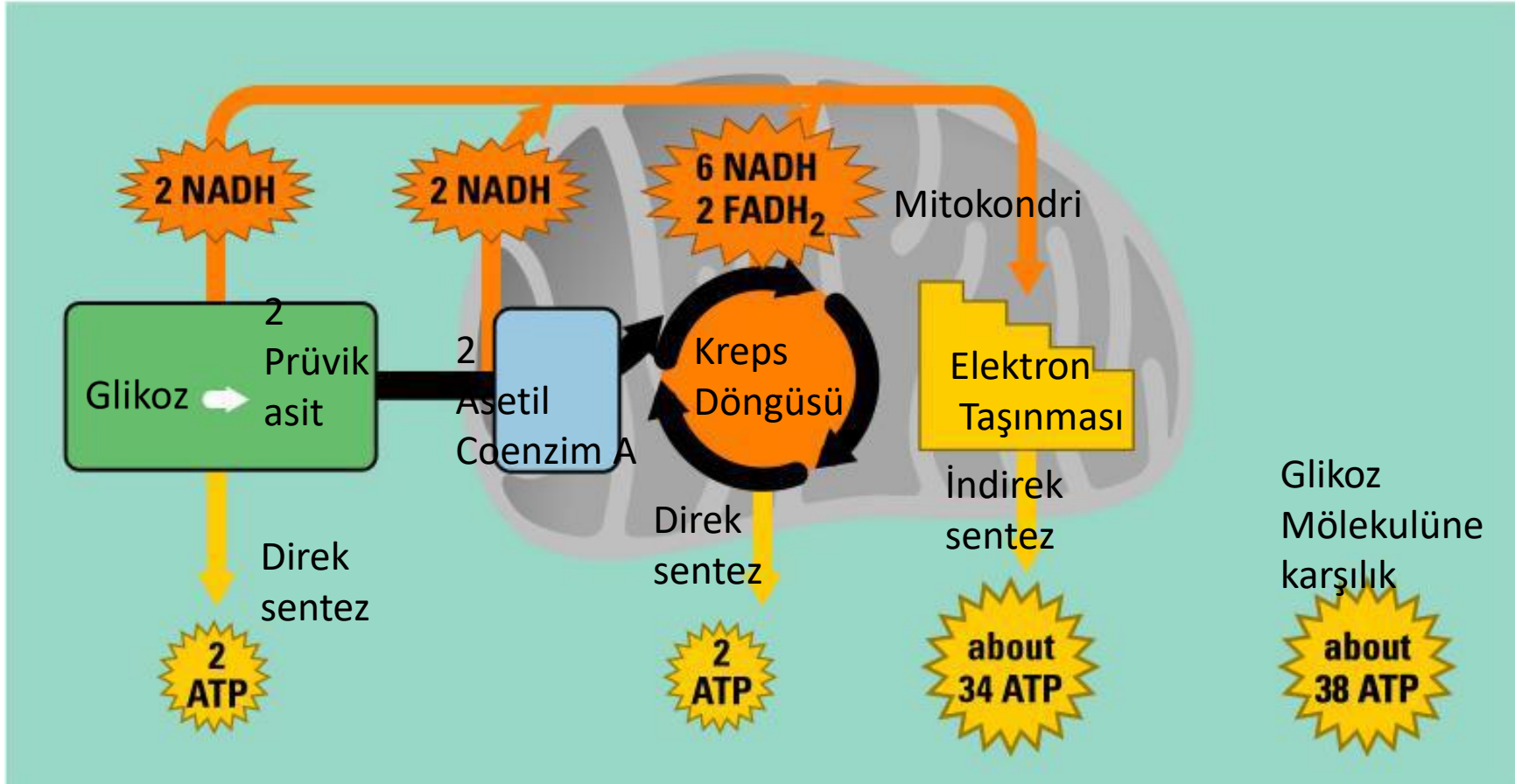


Açığa çıkan oksalasetik asit, pirüvik asitten oluşan asetil koenzim A ile yeni bir döngü başlatacaktır.



- Elektron Taşınması ve Bağımsız Enerjinin Tutulması
- Bir molekül glikozdan glikolizis tepkimeleri sonucunda $4H^+$, $4e^-$, Krebs Döngüsü tepkimeleri sonucunda da $20H^+$, $20e^-$, çıkmakta bunların toplamı $24H^+$, $24e^-$ u bulmaktadır.
- Hidrojen iyonları ve e^- 'lar oksijenle tepkimeye girerek suyu oluşturmadan önce, pridindi nükleotidler (NAD,NADP) ve FAD tarafından tutularak, bu moleküllerin indirgenmesine neden olurlar.

Bir molekül glikozun aerobik solunumu ile atmosferden 6 molekül oksijen alınarak 6 şar molekül su ve CO₂ verilirken 38 ATP molekülünde de enerji daha sonra kullanılmak üzere P bağlarıyla fosforil aktif enerji halinde bağlanmış olur.

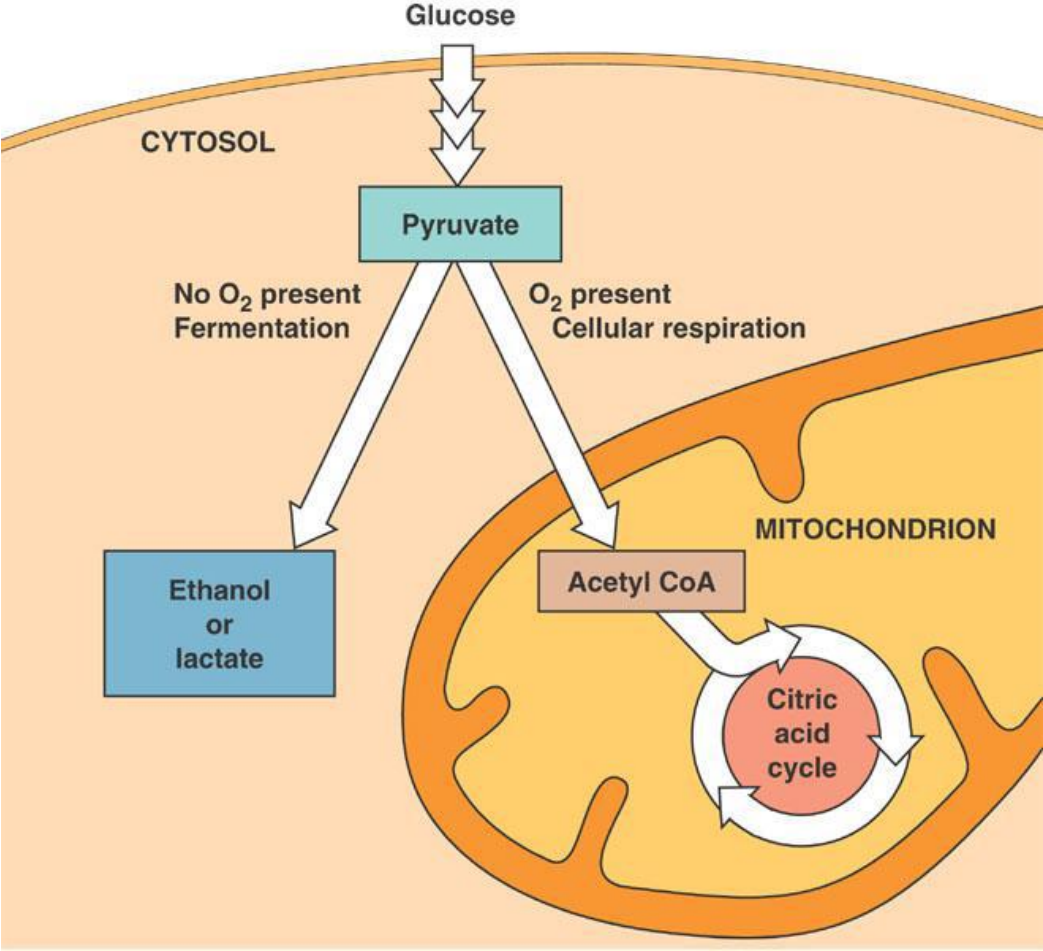


Anaerobik Solunum (Fermantasyon)

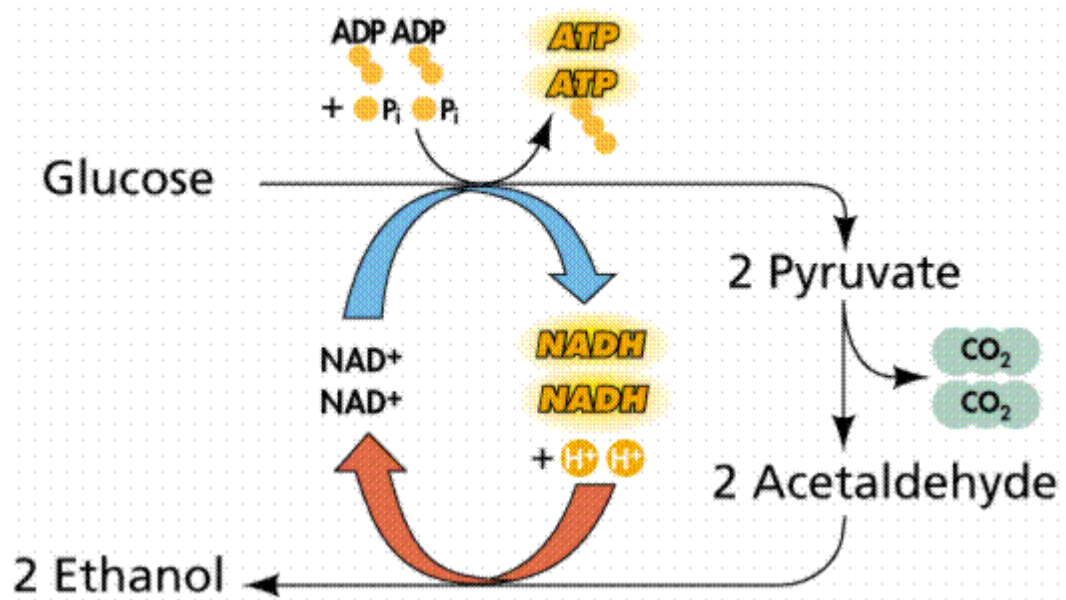
Bitki hücrelerinin yeterli oksijen bulamaması halinde pürivik asitin oluşmasını izleyen aşamada alkol yada diğer fermantasyon ürünü asitler ve CO₂ meydana gelir.

Tohum kabuğunun oksijen girişine izin vermediği koşullarda, çimlenmenin ilk aşaması ve köklerin suyla kaplanması halinde solunum anaerobik olarak gerçekleşir.

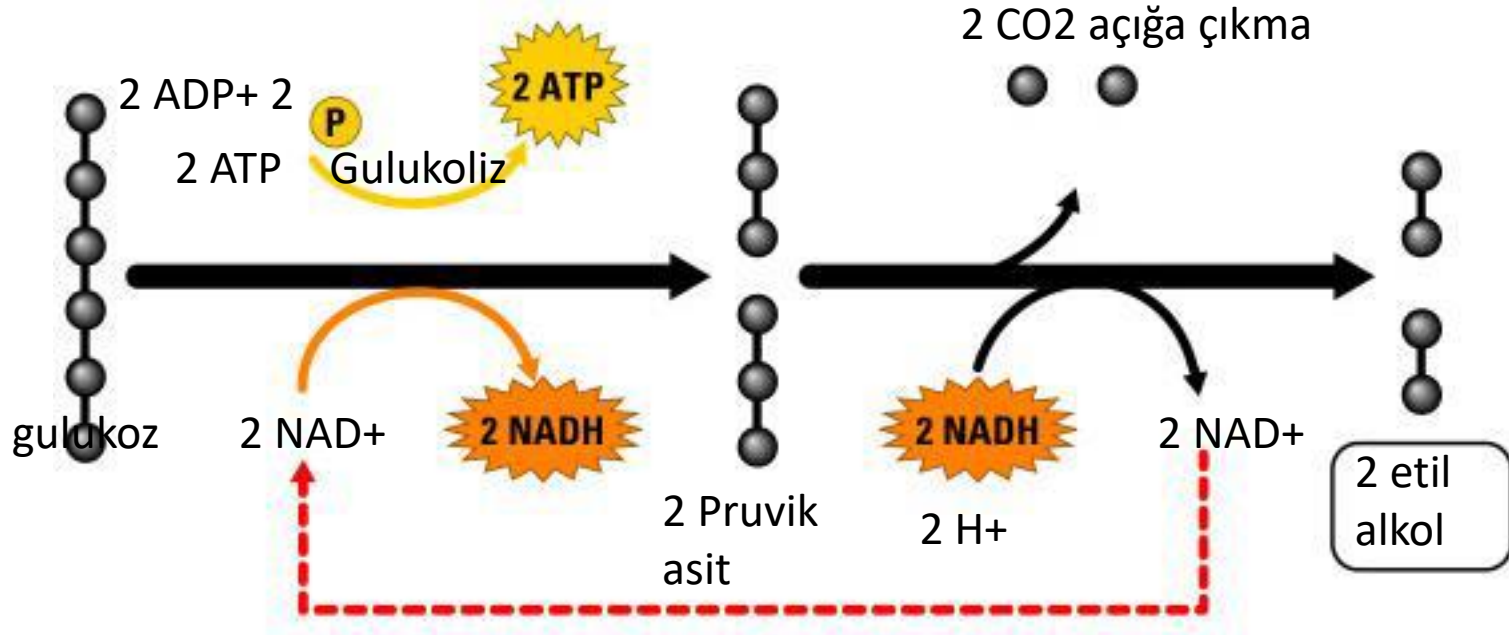
Mikroorganizmaların bir kısmının enerji kaynağını anerobik solunum oluşturmaktadır. Bu organizmalar oksijence varsıl ortamlarda yaşamlarını sürdürememektedirler.



- Anaerobik Solunum (Fermantasyon)
- Bitki hücrelerinin yeterli oksijen bulamaması halinde pürivik asitin oluşmasını izleyen aşamada alkol yada diğer fermantasyon ürünü asitler ve CO₂ meydana gelir.



Alkol Fermantasyonu

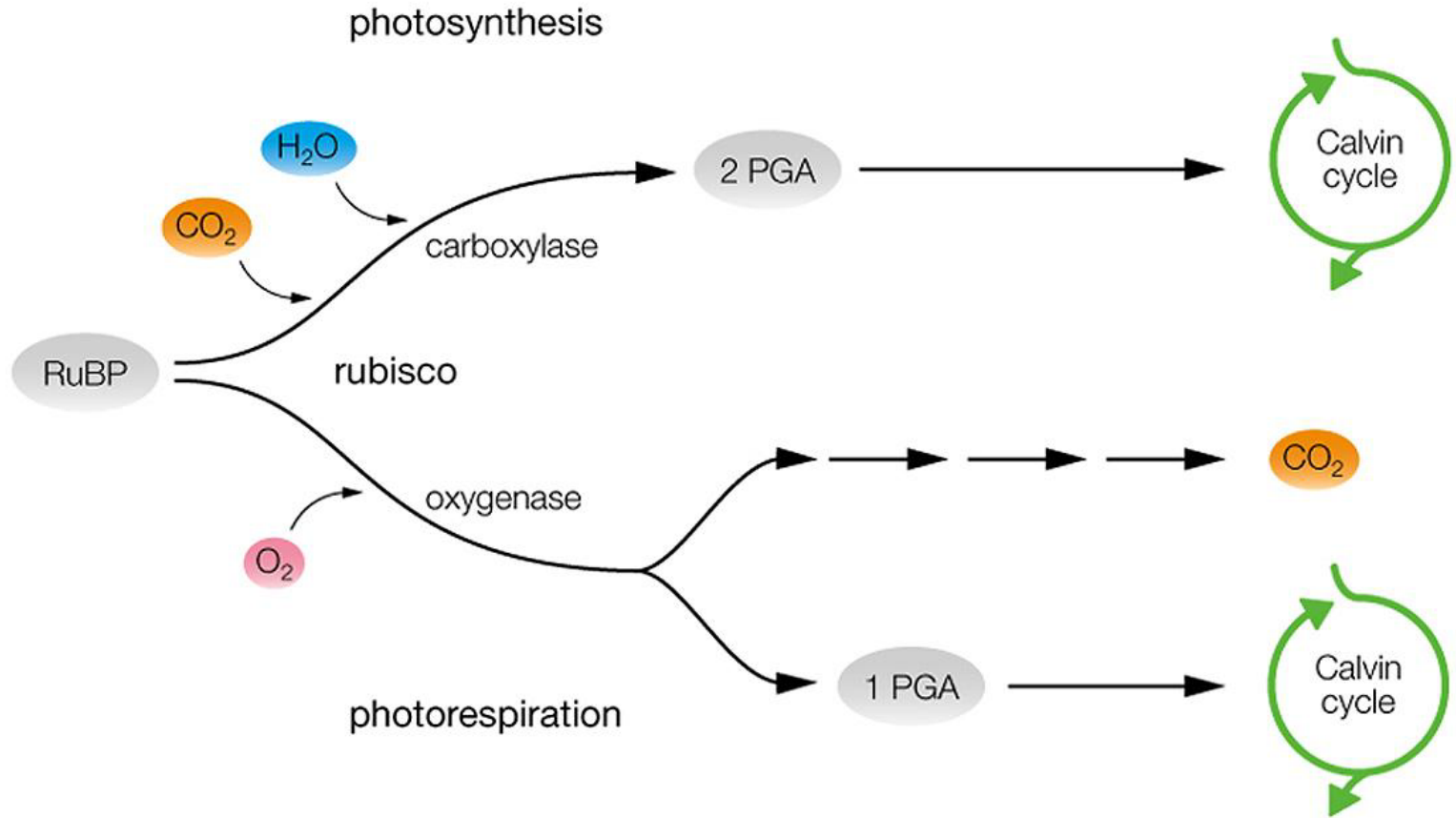


Işık

Solunumu

(Fotorespirasyon)

Fotosentez ana ürünlerinin oksitlenmesiyle CO₂ in açığa çıkmasına neden olan olay ışık solunumu veya fotorespirasyon şeklinde isimlendirilir. Bitkilerde aydınlık koşullarda karanlığa göre 4-5 kez daha yoğun solunum yapılmaktadır. Ancak gerçek solunuma benzer görünen bu olayda enerji açığa çıkmamaktadır.



- Işık C3 bitkilerinde CO₂'in alınması ve özümlemesinin arttırmanın yanında CO₂'in dışarıya verilmesinde arttırarak fotosentezi düşürmektedir. Sıcaklık bu olayı arttıran bir başka etmen olmaktadır. Ortamda CO₂in yüksek miktarda bulunması fotorespirasyonu azaltmaktadır.
- C4 bitkilerinde bu nedenle hemen hemen hiç fotorespirasyon oluşmamaktadır.
- Fotorespirasyonun moleküller arasında madde taşınmasının yanında karbonhidratlar ve azotlu bileşiklerin aktarılmasın da etkili olduğu sanılmaktadır.

Solunuma

Etki Eden Etmenler

- 1.Bitkisel Etmenler
- 1.Bitki Çeşidi ve Gelişme Dönemi
- 2.Protoplazmanın Durumu
- 3.Su ve Karbonhidrat Kapsamı
- 2.Çevresel Etmenler
- 1.Atmosferin Oksijen Kapsamı
- 2.Atmosferin Karbondioksit Kapsamı
- 3.Sıcaklık
- 4.Işık
- 5.Yaralanma ve Mekanik Etki
- 6.Kimyasal Bileşikler
- 7.Mineral Maddeler

Bitkisel Etmenler

- 1.Bitki Çeşidi ve Gelişme Dönemi
- Farklı bitkilerde ve aynı bitkinin farklı organlarında solunum miktarı farklı olduğu gibi yaşlanmayla da azaldığı gözlenmektedir.
- 2.ProtoplazmanınDurumu
- Genç ve protoplazması fazla olan hücrelerin yaşlı hücrelere göre solunum miktarı yüksektir. Bu farklılık protoplazmanın miktarı kadar, genç protoplazmanın özelliklerinden de kaynaklanmaktadır.
- 3.Su ve Karbonhidrat Kapsamı
- Su ve karbonhidrat miktarının her birinin artmasıyla solunum miktarıyla artış kaydedilmektedir. Suyun önemi özellikle tohumların çimlenmesi aşamasında dikkati çekmektedir.

Çevresel Etmenler

- 1. Atmosferin Oksijen Kapsamı
- Atmosferde oksijen miktarının azalması solunumu fermantasyon yönünde, artması da aerobik solunum yönünde değiştirmektedir. Oksijenin artışı aerobik solunumu belirli bir noktaya kadar arttırdığı halde daha sonra artış durmaktadır.
- 2. Atmosferin Karbondioksit Kapsamı
- Bitkiler arasında ve farklı dokularda farklı sonuç vermekle birlikte atmosfer karbondioksitinde ki değişimler çok önemli düzeyde değildir. Özellikle kök ortamında artışı oksijenin azalmasına neden olarak solunumu güçleştirmektedir.
- 3. Sıcaklık
- Belli sınırların altında ve üstünde sıcaklık solunum üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. En uygun sıcaklık farklı bitkiler ve bitki dokularına göre değişmektedir.
- .

Çevresel Etmenler

- 4. Işık
- Işık solunum üzerinde dolaylı etkiler göstermektedir. Fotosentezi hızlandırıp solunuma hazır şekerlerin miktarını arttırarak, dokuların ısınmasını sağlayarak solunumu arttırabildiği gibi, Krebs Döngüsü tepkimeleri üzerindeki olumsuz etkisiyle de solunumu azaltabilmektedir
- 5. Yaralanma ve Mekanik Etki
- Nedeni tam olarak açıklanamamakla birlikte yaralanma ve mekanik zararlanmalar solunumu önemli ölçüde arttırmaktadır.
- 6. Kimyasal Bileşikler
- Enzimatik ket vurucu maddeler çok düşük miktarlarda bile olsa, solunumu enzimlerin etkisini azaltarak durdurmaktadırlar. Narkotik maddelerin ise az miktarları solunumu arttırıcı, yüksek miktarları azaltıcı etki göstermektedir.
- 7. Mineral Maddeler
- Mineral maddeler solunum enzimlerinin mekanizmasını etkileyerek yada bitki metabolizması ve gelişmesini etkileyerek dolaylı biçimde solunumu kontrol etmektedirler. Farklı mineral maddelerin ve farklı konsantrasyonlarının etki yönleri birbirinden farklı olabilmektedir