

# CANLILARIN GELİŐİM SÜRECİNDE ENERJİ DÖNÜŐÜMÜ

Prof. Dr. Fulya Tekően  
Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı

# CANLILAR

OTOTROF

veya

HETEROTROF dur.

- O nedenle 'de
- Ya kendi ENERJİLERİNİ üretirler

YA DA

- Çeşitli yollar ile aldıkları besinleri kullanarak ENERJİ elde ederler.

# KOMÜNİTE

(Aynı habitatı paylaşan populasyon)

- **Canlılar;**
- 1- ÜRETİCİLER
- A- Fotoototrof
- B- Kemoototrof
- 2- TÜKETİCİLER
- Herbivor... BİTKİ ile beslenenler
- Karnivor... HAYVAN ile beslenenler
- Omnivor... Her çeşit besin ile beslenenler
- 3- PARÇALAYICILAR
- Genellikle BAKTERİ VE MANTARLAR dır.

# EKOSİSTEM

- Komünite (Aynı habitatı paylaşan populasyonlar) ve içerisinde bulunduğu fiziksel ve kimyasal sistemden (Çevre) oluşmaktadır.

Çevre'deki Cansız (ABİYOTİK) Bileşenler;

- Toprak
- Güneş ışığı
- Sıcaklık
- Nem
- Basınç
- Yağmur
- Organik Bileşikler

dir.

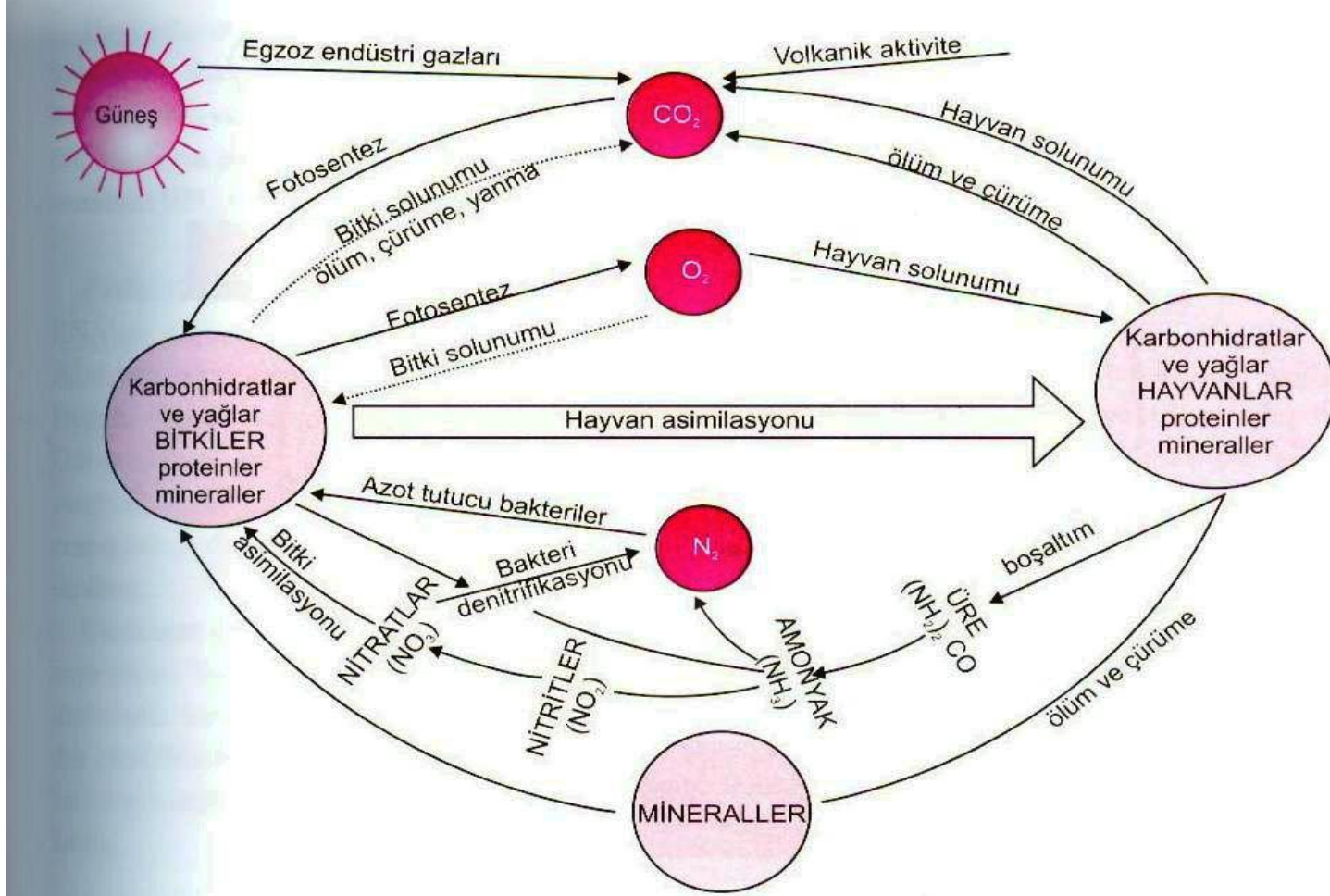
- HABİTAT: Bir popülasyonun yaşadığı bölgeye denir.
- NİŞ: Organizmaların popülasyon içerisinde yaptıkları İŞ (GÖREV) tir.

- BİYOSFER: Üzerinde canlıların yaşadığı yeryüzü parçasıdır.
- Biyosferde sürekli olarak
- ENERJİ AKIŞI VE MADDE ÇEVİRİMİ
- gerçekleşmektedir.

# DOĞADAKİ MADDE DÖNGÜSÜ

- Yeryüzünde bulunan tüm maddeler canlılardan abiyotik çevreye geçerler ve daha sonra da tekrar geri dönen bir döngüye sahiptirler.
- Dolayısıyla her MADDE'nin biyosferde kendine özgü bir DÖNGÜ'sü vardır.

# DOĞADAKİ MADDE DÖNGÜSÜ



DOĞADA MADDELERİN DÖNGÜSÜ

Şekil 1: Doğadaki Maddelerin Döngüsü



# Canlıların yapısında bulunan başlıca elementler

- \_ Karbon (C)
- \_ Oksijen (O)
- \_ Hidrojen (H)
- \_ Nitrojen (N)

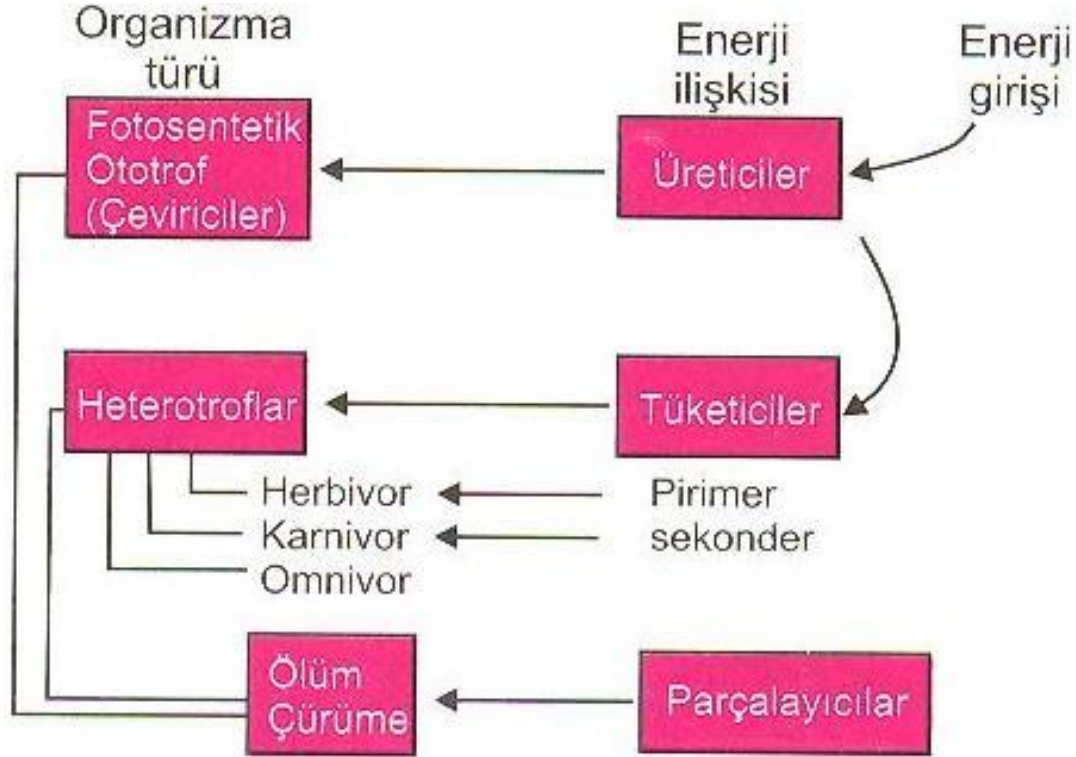
VE

- S Sülfür
- Na Sodyum
- K Potasyum
- Ca Kalsiyum
- Mg Magnezyum
- Cl Klor

## Eser elementler;

- Zn Çinko
- Cu Bakır
- Se Selenyum
- Fe Demir dir.

# DOĞADAKİ BİYOENERJİ AKIŞI



**Şekil 4.3.** Canlılar arasındaki enerji ilişkileri

Şekil 2: Canlılar arasında enerji değişimi

# Enerji kaynağı GÜNEŞ' ten

- CANLILAR... ISI VE IŞIK sağlarlar.
- Bu enerjinin organik bileşiklerde kimyasal bağ enerjisine çevrilerek saklanması FOTOSENTETİK (Ototrof) canlılar tarafından gerçekleştirilir.
- Bu nedenle fotosentetik canlılara
- ÜRETİCİLER VEYA ÇEVİRİCİLER adı verilmektedir.

# KEMOSENTEZ

- Bazı bakterilerin klorofil gibi yapıları bulunmadığından güneş enerjisinden faydalanamazlar. Dışarıdan organik besin de almazlar. Bu organizmalar yaşadıkları ortamdaki inorganik maddeleri oksitleyerek enerji kazanırlar.  
 $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2(\text{Nitrit}) + \text{H}_2\text{O} + \text{K.cal.}$  **(Enerji Eldesi)**  
Bu enerjiyi su ve karbondioksitin birleştirilmesinde kullanır, kendileri için gerekli olan organik besin maddelerini yaparlar veya doğrudan ATP sentezlerler. İşte kimyasal enerjiden faydalanarak organik besinler yapılması olayına kemosentez adı verilir. Her türün oksitlediği madde farklı olabilir. Buna göre bakteri isimleri oluşturulmuştur. En çok oksitlenen maddeler,
  - $\text{NH}_3$ , S,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2$  dir.
- $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{K.cal.} \rightarrow \text{Glikoz} + \text{O}_2$  **(Besin Sentezi)**  
 $\text{ADP} + \text{Pi} + \text{K.cal.} \rightarrow \text{ATP} + \text{H}_2\text{O}$  **(Kemosentetik Fosf.)**
- Bu tür bakteriler yaşadıkları ekosisteme oksijen bakımından katkıda bulunmazlar. Çünkü ürettikleri kadarını tüketirler.
-

# AZOT (N) DÖNGÜSÜ

## AZOT

- Baklagillerin kökünde
- Toprakta
- ve
- Havada

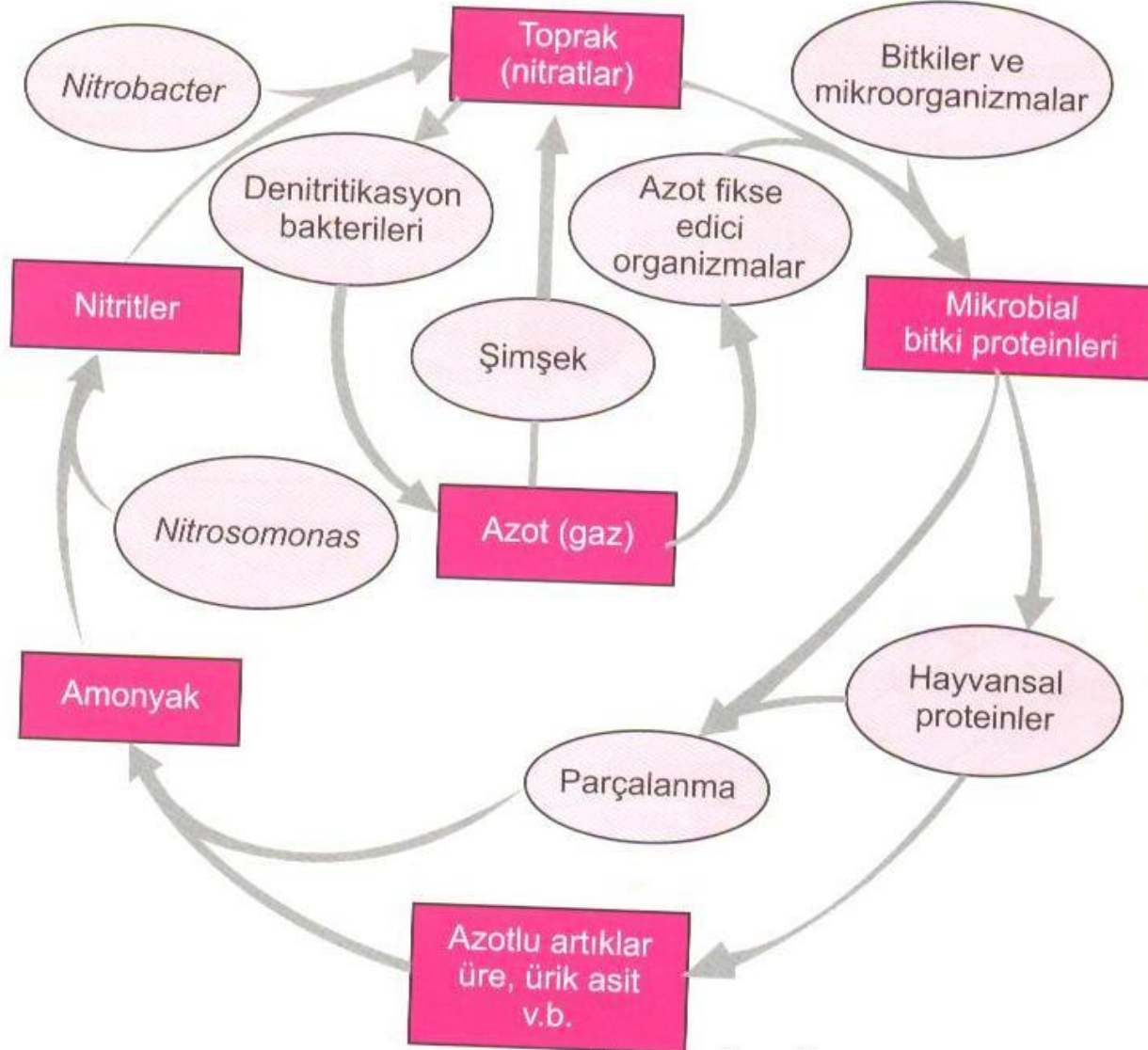
# AZOT DÖNGÜSÜ

- Çeşitli basamaklarda gerçekleşir;
  - AZOT FİKSASYONU
  - Toprakta ve baklagillerin köklerinde bulunan azot nitrifikasyon bakterileri ile kullanılabilir azot haline dönüşebilmektedir.
  - ÖR. Nitrosomonas bakterisi
  - $\text{Amonyak (NH}_3 \rightarrow \text{Nitrit (NO}_2)$   
Nitrogenaz enzimi
- İle çevirmektedir.
- NİTRİFİKASYON
  - Nitrobakter' ler ise
  - Nitrit (NO<sub>2</sub>) → Nitrat (NO<sub>3</sub>)
  - dönüşümünü gerçekleştirirler.
  - Bu olaya NİTRİFİKASYON adı verilir.
  - DENİTRİFİKASYON Bakterileri ise;
  - Nitrat (NO<sub>3</sub>) → N<sub>2</sub> Moleküler (Atmosferik) Azota dönüştürür.

- ASSİMİLASYON
- Yeşil bitkiler de ;
- NİTRAT → AMİNO ASİT dönüşümünü yapabilirler.
- Bu olaya AZOT ASSİMİLASYON adı verilir.
- BİYOSENTEZ
- HAYVANLARIN çoğu Azotlu artıklarını AMONYAK veya ÜRE şeklinde çıkarırlar.
- Bu artıklar TOPRAK 'TA  $\text{NH}_3$  VE  $\text{CO}_2$  ye parçalanırlar.
- ÖLÜ CANLILARIN PARÇALANMASI İLE DE  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  VE  $\text{H}_2\text{O}$  meydana gelir.



# Azot Döngüsü



**AZOT DÖNGÜSÜ**

# KARBON DÖNGÜSÜ

- Canlılar için hayati önem taşıyan moleküller Karbon (C) dan oluşmaktadır.
- - Karbohidrat
- - Nükleik asit
- - Protein
- - Yağ

# Doğada bulunduğu FORM

- HAVA 'da CO<sub>2</sub> OLARAK;
- - Canlıların;
- Solunumu
- Ölümü
- Çürümesi
- -Volkanik AKTİVİTE
- Doğal fosil
- Kalker kayaçların parçalanması
- ile ortaya çıkar.

# Bitkiler

- Tarafından havadan alınan
- CO<sub>2</sub>,
- FOTOSENTEZ yolu ile parçalanır  
ve
- KARBOHİDRAT 'lar içerisinde depolanır.  
ve tekrar CANLILARA Geri döner

Karbon'un ABİYOTİK ÇEVRE ve ORGANİZMALAR arasındaki bu dönüşümüne KARBON DÖNGÜSÜ adı verilmektedir.

# FOTOSENTEZ

- Yeşil bitkilerin havadan aldıkları CO<sub>2</sub> yi topraktan aldıkları su ile birleştirip glukoz molekülünü sentezlemeleri ve oksijen in meydana gelmesi olayına FOTOSENTEZ denir.
- Fotosentez;  
sadece klorofilli hücrelerde ve ışıklı ortamlarda gerçekleşir.

## FOTOSENTEZ REAKSİYONLARI

Bu reaksiyonlar iki kademedен oluşur.

Birinci kademeде ışık kullanılarak,

İkinci kademe için gerekli olan ATP ve NADPH<sub>2</sub> ler üretilir.

- **1.(Aydınlık) Işıklı Devre Reaksiyonları**
- Bu devre kloroplastın zar katmanları içinde yani granalar'da gerçekleşir. Işık mutlaka gereklidir ve iki şekilde meydana gelir.
- **Devirli fotofosforilasyonda;** sadece 2 ATP sentezlenir. Herhangi bir madde tüketimi görülmez. Elektronlar aynı klorofile geri döner.
- **Devirsiz fotofosforilasyonda;** hem klorofil-a hem de klorofil-b görev yapar. H<sub>2</sub>O parçalanır (fotoliz olayı). Devirsiz fotofosforilasyonda bir defa elektronların aktarılması sonucunda 1 ATP, 2 NADPH<sub>2</sub> ve 1 O<sub>2</sub> molekülü oluşur.

- **2. Karanlık Devre Reaksiyonları**

- Işığın kullanılmadığı, enzimatik reaksiyonlar evresidir. Bundan dolayı karanlık devre denir.
- Yine de, reaksiyonlar ışıklı ortamda gerçekleşir, çünkü ışıklı devreye bağlıdır. Kloroplastın sıvı kısmında gerçekleşen bir karbon döngüsüdür. Işıklı devreden elde edilen hidrojenlerle CO<sub>2</sub> indirgenir ve organik bileşikler sentezlenir. Gerekli aktivasyon enerjisi ise, yine ışıklı devreden gelen ATP lerle sağlanır. Karanlık devre reaksiyonlarında mutlaka CO<sub>2</sub> gerekli olup, bu evre sıcaklık değişmelerine karşı hassastır. Çünkü enzimler katalizör olarak görev yapar. Bir molekül glukozun sentezlenebilmesi için 6 molekül CO<sub>2</sub> nin tutulması gerekir.
- 1 CO<sub>2</sub> için 3 ATP ve 2 NADPH<sub>2</sub> gerekli olduğuna göre;
- 1 mol glukoz için 18 ATP ve 12 NADPH<sub>2</sub> gerekir. Bunun için ise, ışıklı devre olaylarının 6 defa tekrarlanması gerekir.

# FOTOSENTEZ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- . FOTOSENTEZ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

## 1. Dış Faktörler

**a. Işık Şiddeti :** Karanlık ortamda bitki klorofil taşısa bile fotosentez yapamaz. Işık seven bitkilerin fotosentezi ışık şiddeti arttıkça artar, gölge bitkilerinde de ışık şiddeti arttıkça fotosentez hızı biraz artar, ancak ışık bitkilerine oranla artış daha azdır.

**b. Işığın Dalga Boyu :** Beyaz ışık birden fazla ışığın birleşmesi sonucunda oluşur. Bitkiler ışığın bazı dalga boylarını emerken (soğururken) bazılarını yansıtırlar. Fotosentezde en çok kırmızı ve mor ışık, en az ise yeşil ışık soğrulur.

**c. Ortamın Sıcaklığı :** Fotosentez enzimler sayesinde gerçekleştirilir. Proteinler ısıdan etkilenirler. Bundan dolayı fotosentez sıcaklıktan enzimler gibi etkilenir.

**d. CO<sub>2</sub> Yoğunluğu :** Bitkilerde CO<sub>2</sub> yi devreye sokan fotosentez enzimleridir. Enzimlerin hız kapasitesi sabittir. Bundan dolayı CO<sub>2</sub> miktarı arttıkça fotosentez hızı artar, fakat belli bir noktadan sonra sabit kalır.

## e. Mineral Tuzlar

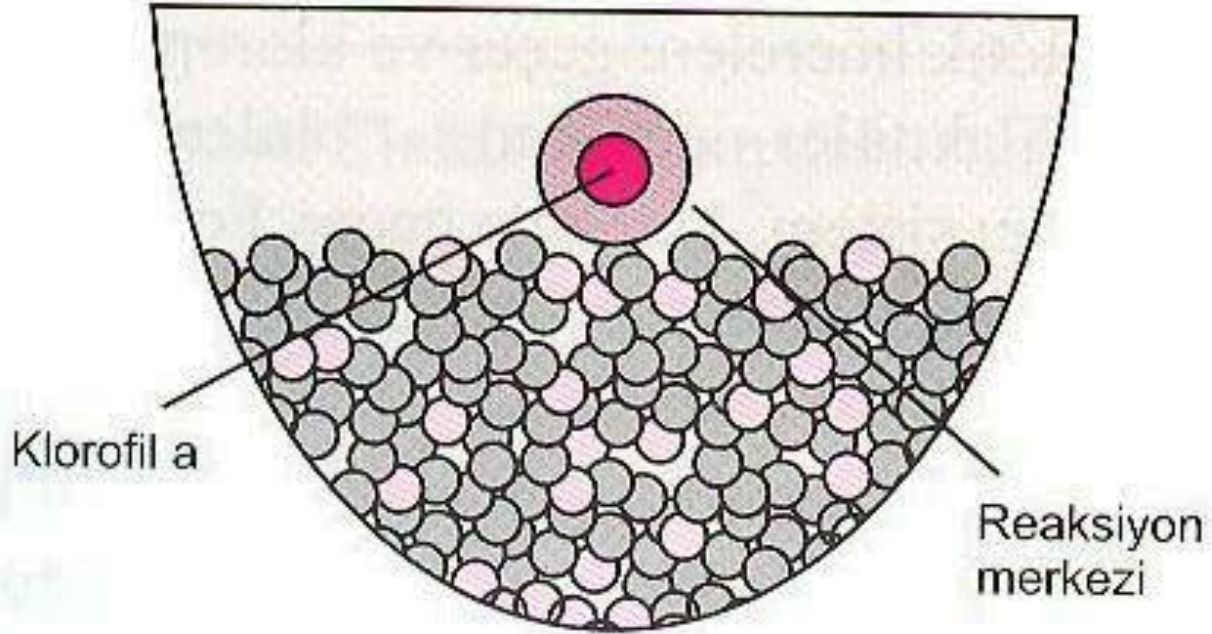
**Mg :** Klorofilin yapısında olduğundan dolayı çok fazla olması fotosentezi hızlandırır.

**P ve Ca :** Enzimleri aktive ettiklerinden dolayı bunların artması fotosentezi hızlandırır.

**Fe :** ETS elemanlarının yapısına girdiğinden ve klorofil sentezinin ara reaksiyonlarında kullanıldığından dolayı demirin çok olması fotosentezi hızlandırır. Ayrıca; amino asit, vitamin ve organik baz gibi moleküllerin sentezinde mineraller harcandığı için, yetersiz mineral ortamında bitki gelişmesi yavaşlar.

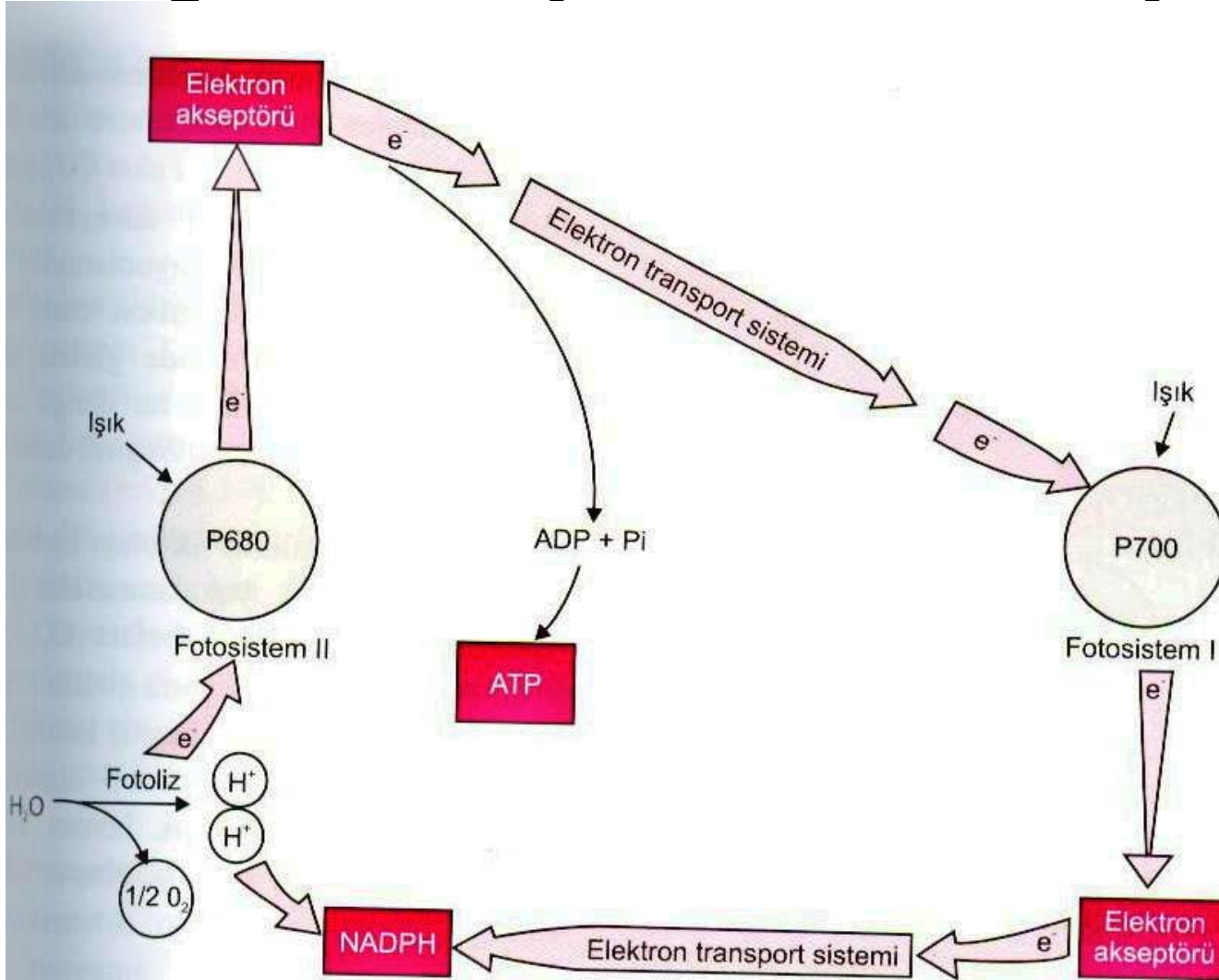


- Şekil F1



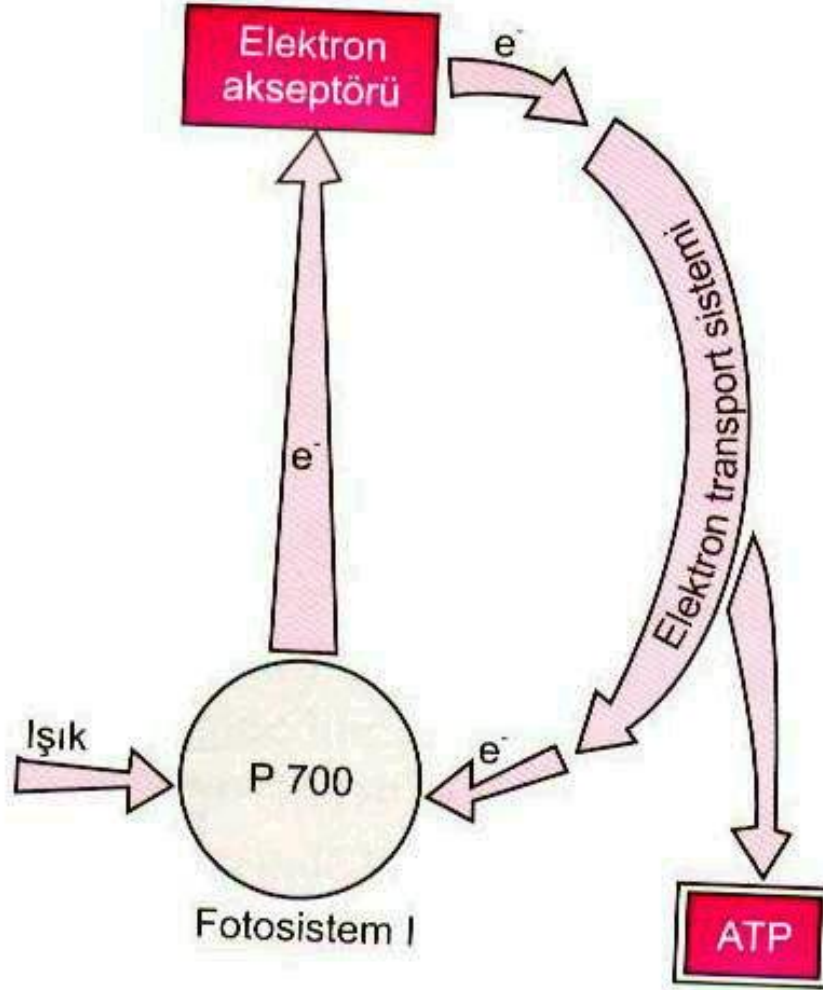
**Şekil 8.10.** Fotosistem I ve II'deki antenanın yapısı, reaksiyon merkezi ve diğer moleküllerin yerleşimi.

- Döngüsel olmayan fotofosforilasyon



11. Döngüsel olmayan fotofosforilasyon.

- Döngüsel fotofosforilasyon



**Şekil 8.13.** Döngüsel fotofosforilasyon.

# Gibbs Serbest Enerji

- Biyokimyasal reaksiyonların enerjisi termodinamik fonksiyonları terimi olan  $G$ -
- Gibbs Serbest Enerji ifadesi ile tanımlanmaktadır.

# Bir reaksiyondaki serbest enerji değişimi - $\Delta G$

- Entalpideki ve Entropideki değişikliklerin etkisini kombine eder ve reaksiyonun enerji açısından verimli olup olmadığını ifade eder.
- ENTALPİ: Bir kimyasal reaksiyon sırasında absorbe edilen veya açığa çıkan ENERJİ'dir.
- ENTROPİ: Bir reaksiyona bağlı olarak meydana gelen düzensizliğin derecesi.

# Bütün kimyasal reaksiyonlar;

- Spontan olarak (kendiliğinden) enerji açısından uygun olan (VERİMLİ- AVANTAJLI) yöne doğru ilerler ve buna serbest enerjideki azalma ( $\Delta G < 0$ ) eşlik eder.

# Örneğin,



- Reaksiyonunda;
- $\Delta G < 0$  ise,
- reaksiyon ileri doğru gidecek ve
- A maddesinden B maddesi oluşacaktır,
- $\Delta G > 0$  ise,
- Reaksiyon ters yönde devam edecek, ve
- B maddesinden A maddesi oluşacaktır.

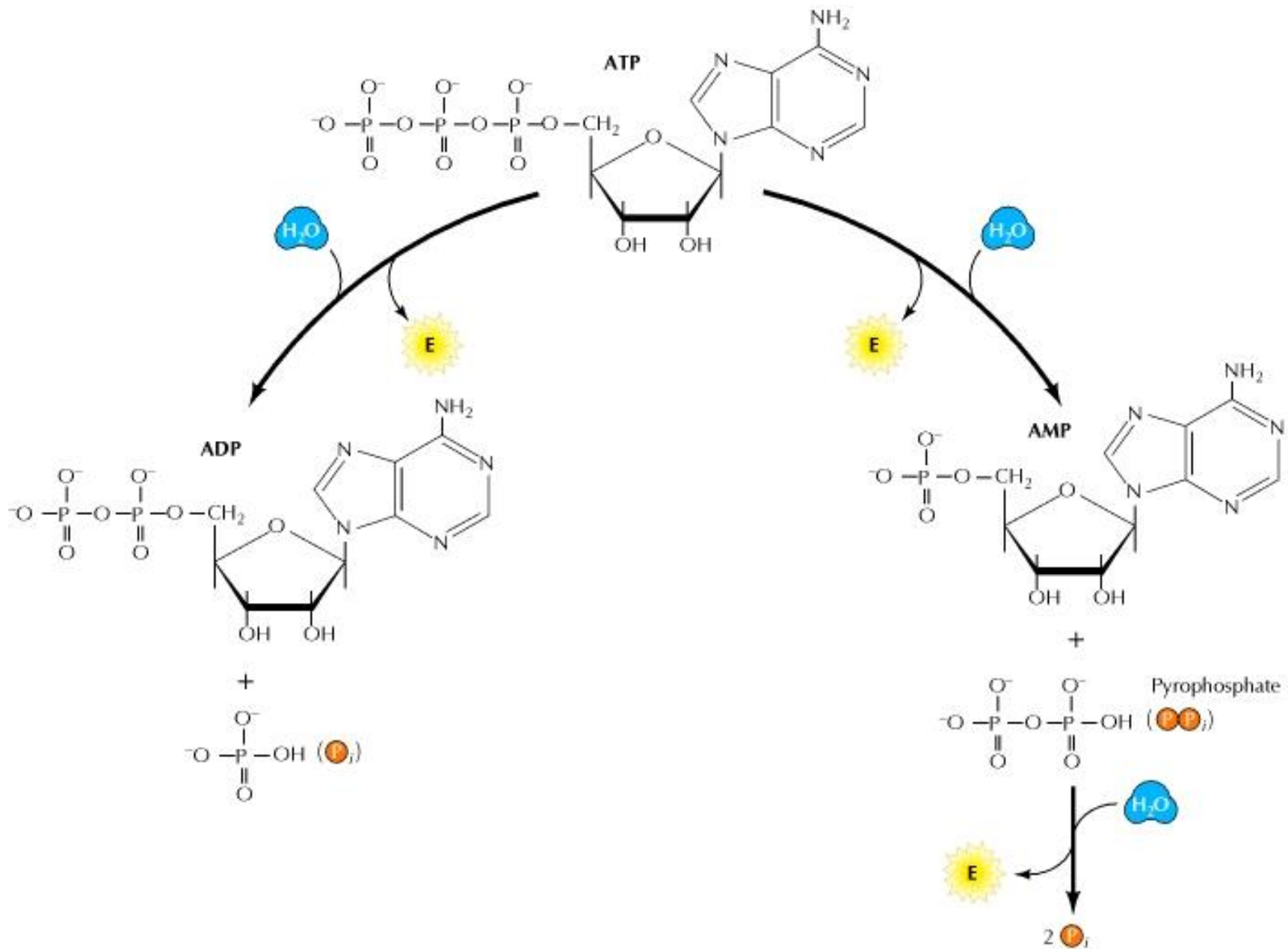
# ENZİMLER

- Tüm reaksiyonların yürütülmesini koordine ederler (Katalizlerler).



# Hücrede,

- Makromoleküllerin sentezi gibi birçok reaksiyon hücre koşullarında termodinamik olarak elverişli değildir ( $\Delta G > 0$ ). Bu reaksiyonların devam edebilmesi için ilave enerji kaynağı gereklidir.
- Burada kritik rol oynayan molekül, hücredeki serbest enerji kaynağı olan ATP- Adenozin tri fosfat'tır.



# ATP

- Bu molekülde yüksek enerji veren Fosfat molekülleri arasındaki YÜKSEK ENERJİ BAĞLARI dır.
- Hücre içerisinde hidrolize olduklarında,

7.3 kkal/mol

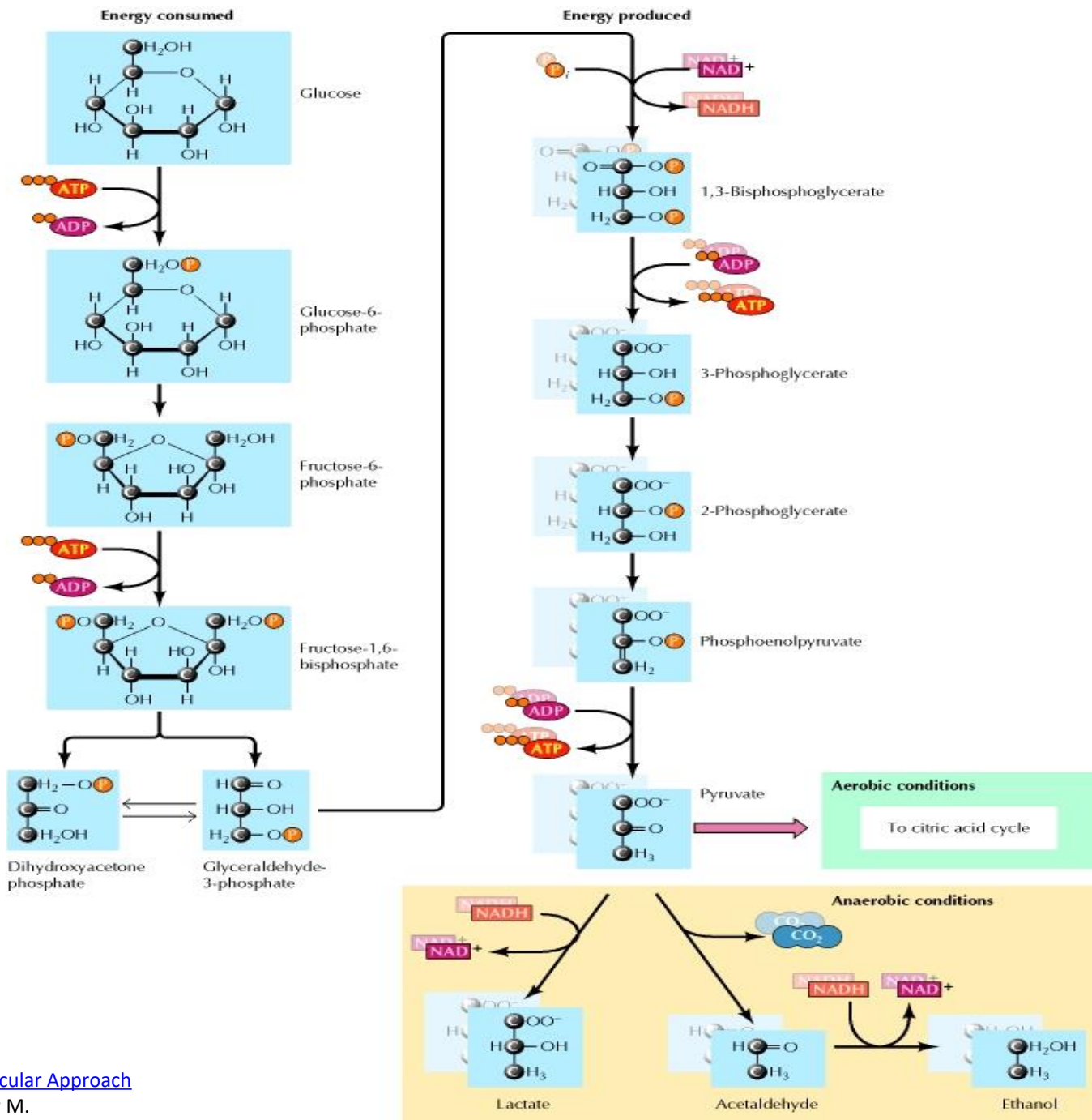
kadar enerji açığa çıkmaktadır.

# Hücresel enerjinin,

- Başlıca kaynağı karbohidratların ve de özellikle GLUKOZ'un yıkımıdır.
- İlk metabolik yol olan glikoliz; glukozun başlangıç yıkım işlemleri olup, tüm canlılardaki hücreler için ortaktır.
- Glikoliz reaksiyonları, glukozun piruvat molekülüne parçalanması ile sonlanır ve sonuçta net 2 ATP molekülü elde edilir.

# Glikolizin ilk reaksiyonlarında;

- ATP KULLANILARAK
- Glukoz 6 fosfat
- Ve fruktoz 1,6 bifosfat
- elde edilir, bu reaksiyonları katalizleyen enzimler olan;
- HEKZOKİNAZ ve FOSFOFRUKTOKİNAZ
- Glikolitik yolun önemli düzenleyici noktalarındır;  
ŞÖYLE Kİ,
- ATP konsantrasyonu yükseldiğinde inhibe olurlar ve glukoz yıkımı durur.



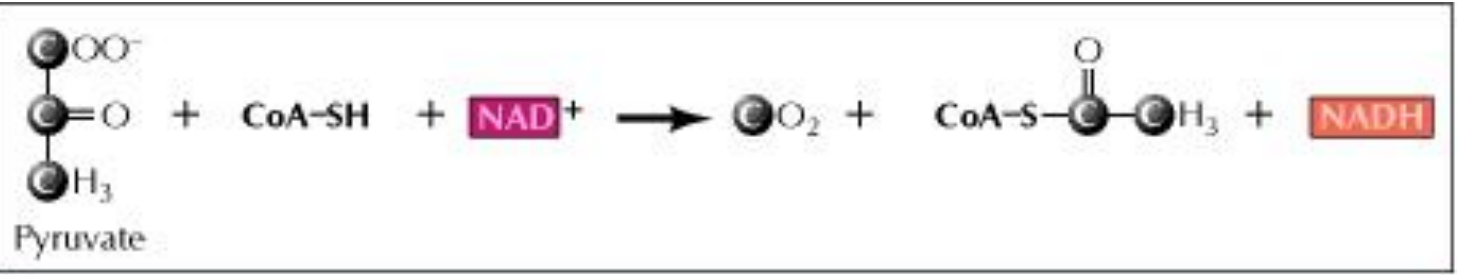
# ANAEROBİK (OKSİJENSİZ) KOŞULLARDA;

- KAS' ta .....Laktik asit  
Fermentasyon yapan canlılarda ise; ETANOL  
meydana gelmektedir.

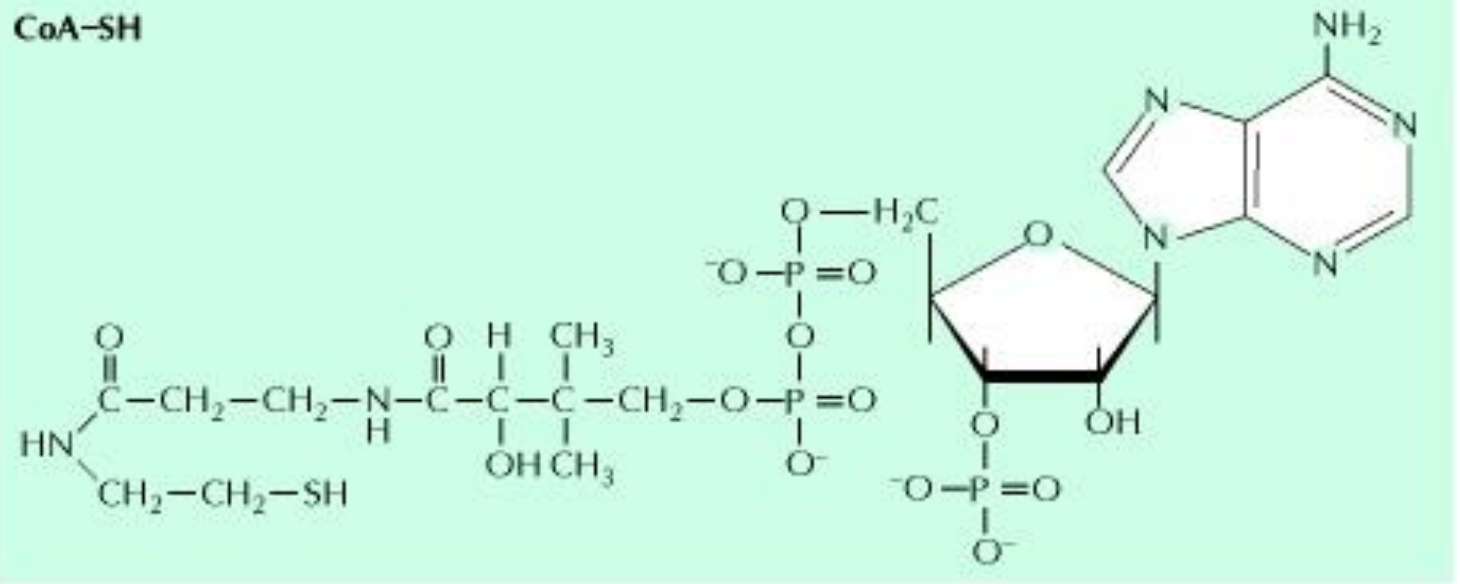
# AEROBİK KOŞULLARDA (Oksijenli)

- Piruvik asit Asetil koenzim-A molekülüne dönüşür ve SİTRİK ASİT (Krebs ) Siklusuna girer.



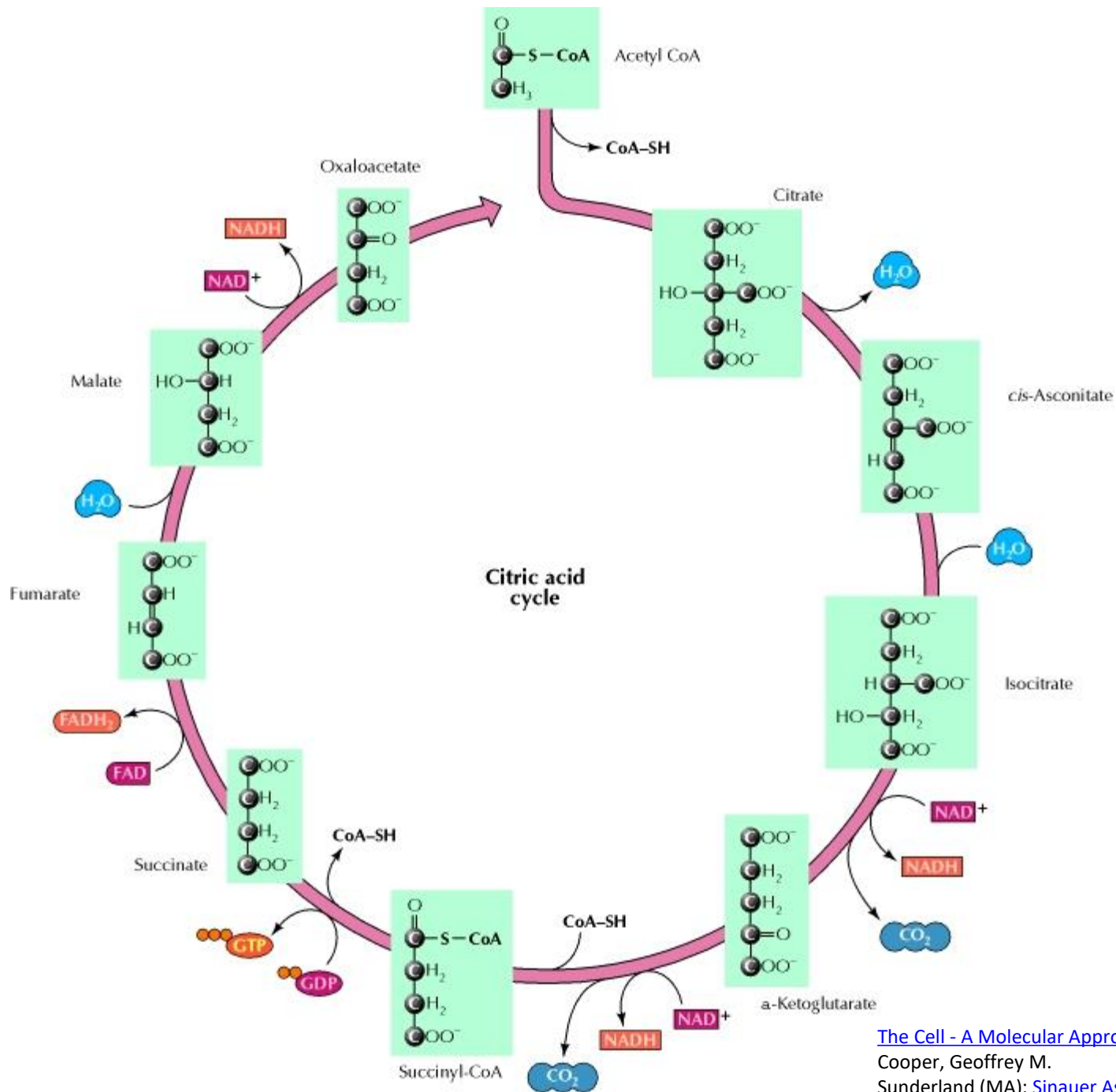


**CoA-SH**



# Ökaryotik hücrelerde

- Glikoliz..... Sitoplazmada meydana gelir,  
PİRUVAT.....Mitokondriye geçer,  
ve burada
  - SU
  - KARBONDİOKSİT
  - ÇOK sayıda ATP oluşur.



[The Cell - A Molecular Approach](#)

Cooper, Geoffrey M.

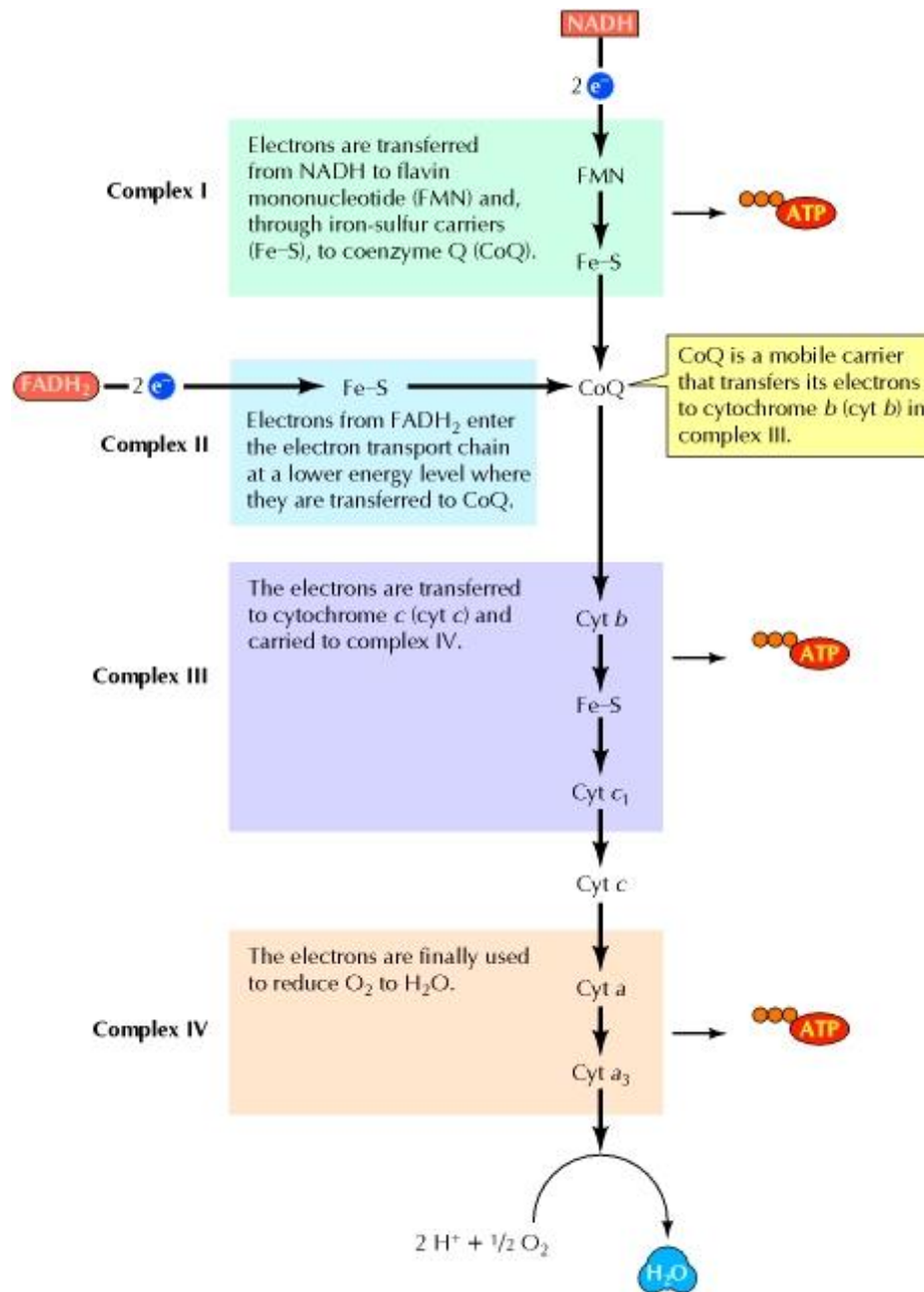
Sunderland (MA): [Sinauer Associates, Inc.](#); c2000

# PİRUVAT METABOLİZMASINDA

- Sonraki BASAMAK; Piruvattan , KOENZİM-A İLE Asetil Koenzim-A'nın oluşmasıdır ve işlem sırasında ;
- 1 mol Karbondioksit oluşur ve yanısıra,
- 1 mol  $\text{NAD}^+$  ..... $\text{NADH}$  ' a redükte olur

# GLUKOZUN PARÇALANMASI SIRASINDA

- NADH ve  $\text{FADH}_2$  nin ELEKTRON TRANSPORT SİSTEMİNDEN (ETS) transport edilerek Oksijen ve Su oluşması sırasında da ENERJİ ortaya çıkmaktadır.
- ETS mitokondrinin iç membranında yerleşmiştir.



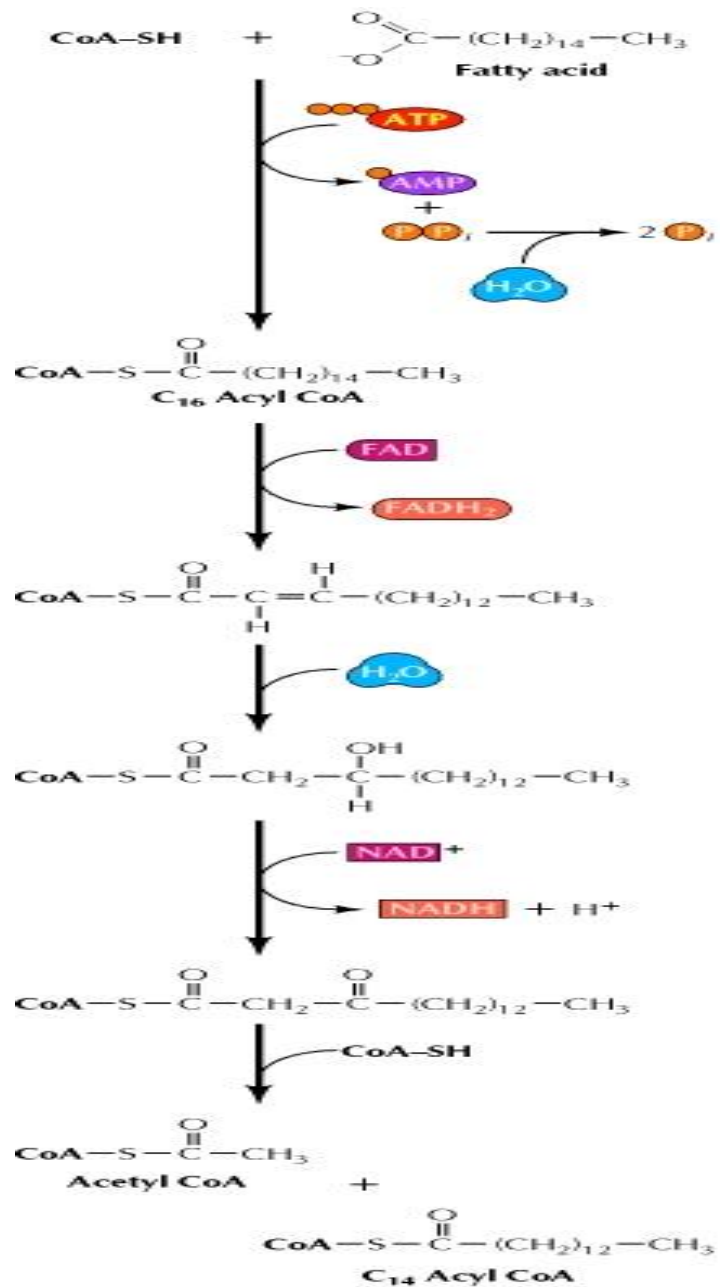
# Sonuçta;

- 1 Mol glukozdan net olarak 38 ATP elde edilmiş olur.

# Karbohidratların dışında;

- - Yağlar
- - Proteinler
- - Nükleik asitler
  
- de parçalanmak suretiyle ENERJİ veririler.





# Besinler enerji vermek üzere 3 basamakta parçalanırlar

- I. EVRE : Büyük moleküller kendilerini oluşturan yapı taşlarına parçalanırlar.  
Ör. Polisakkaritler... Hekzos ve Pentoz' lara  
Lipidler..... Yağ asidi ve Gliserole  
Proteinler... Aminoasitlere dönüşürler.

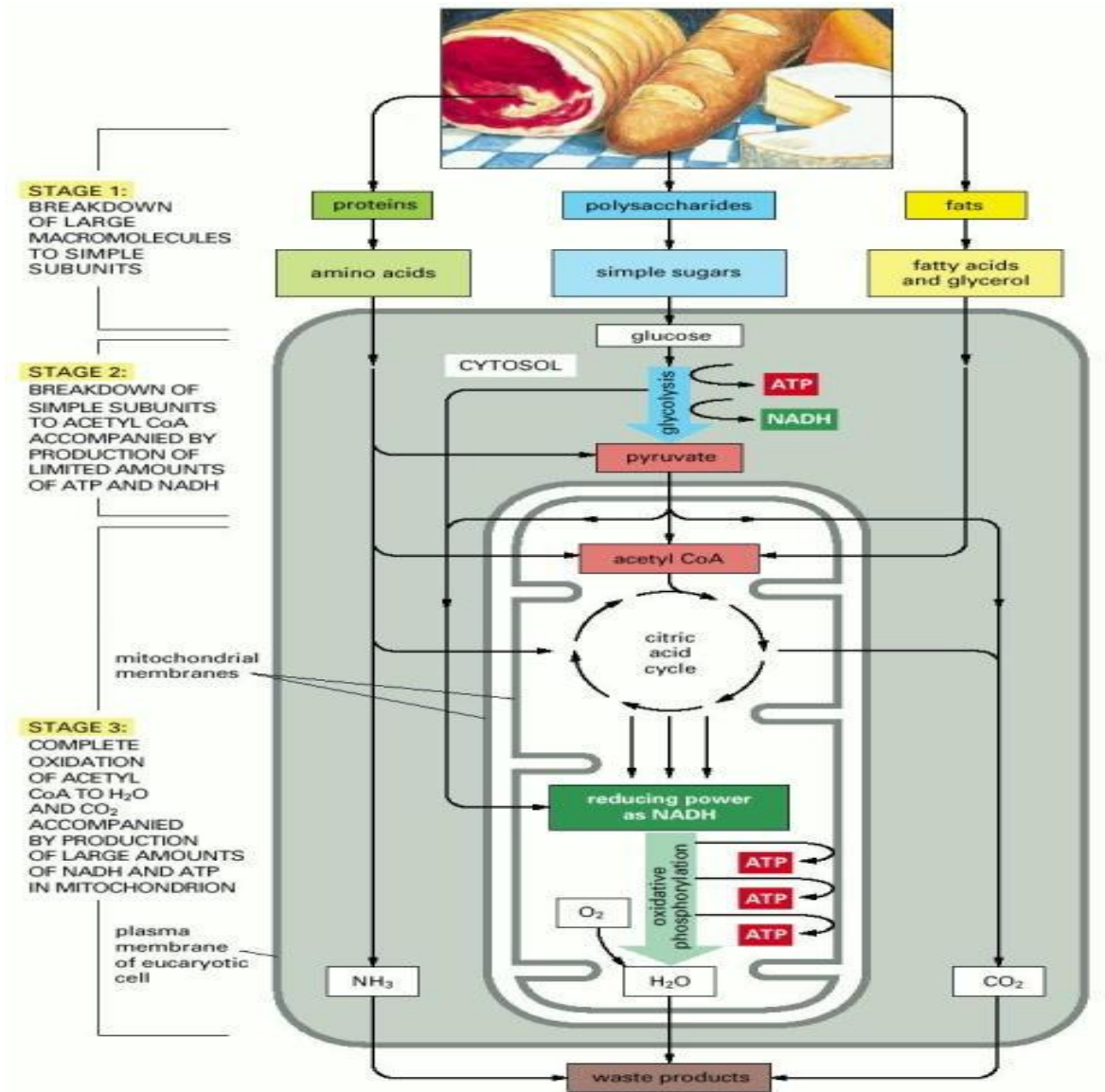
Bu evre SİNDİRİM adını alır ve salgılanan enzimlerin varlığında Bağırsak'ta gerçekleşir.

## II. Evre

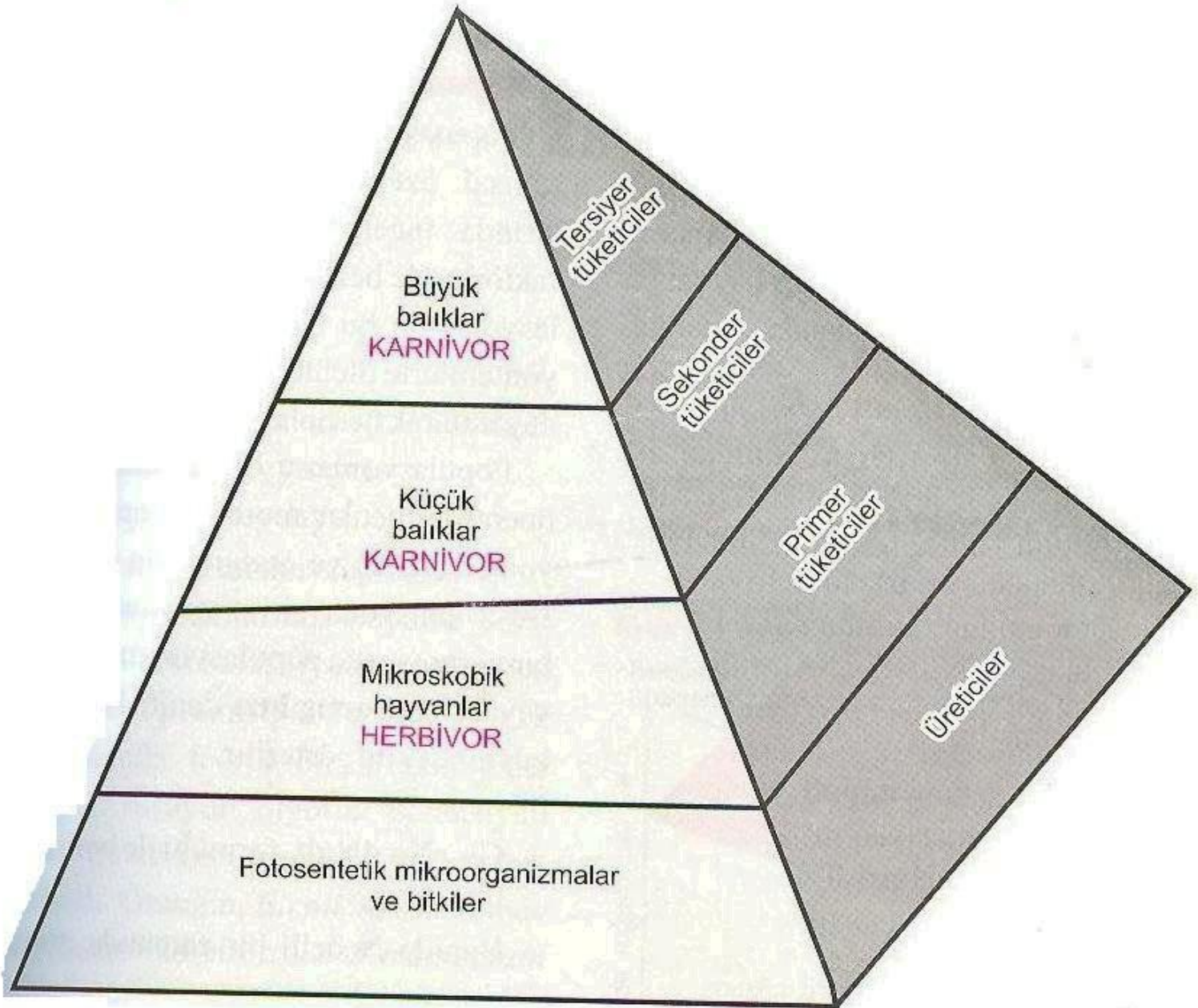
- I. Evrede meydana gelen küçük moleküllerin hücrelere girmesi ile başlar ve sitoplazmada gerçekleşir.
- Şekerlerdeki Karbon ve Hidrojen atomlarının çoğu PİRUVAT'a dönüşür ve MİTOKONDRIYE geçer. Burada Asetil-Koenzim A ya dönüşür.

# III.EVRE

- MİTOKONDRİDE; Asetil-Koenzim A' nın
  - ASETİL GRUBU tamamen
- ↓
- KARBON DİOKSİT ve SU ya parçalanır.
  - Bu son evrede en fazla ATP sentezi gerçekleşmektedir.



Molecular Biology of the Cell :Alberts, Bruce; Johnson, Alexander; Lewis, Julian; Raff, Martin; Roberts, Keith; Walter, Peter. New York and London: Garland Science; c2002



**SU EKOSİSTEMİNDE BESİN PRAMİDİ**