

KİM 458

Biyoteknolojinin Temelleri

# **Mikrobiyal Biyoteknoloji, Mikroorganizmaların Metabolizması**

Prof. Dr. Y. Murat ELÇİN

# Mikroorganizmalar

- Mikroskop altında görülebilen ve çoğunlukla tek hücreli olan küçük canlılar mikroorganizma olarak adlandırılır.
- Bakteriler, virüsler, küfler ve mayalar bu grup içerisindedir.
- **Mikroorganizmalar** doğada, su ve toprakta, bazı gıda maddelerinde, gelişmiş canlıların deri ve bağırsaklarında, organik maddelerde hemen her yerde bulunurlar.
- **Mikroorganizmalar** yaşamaları için gerekli beslenme ortamında ve uygun koşullarda hızla çoğalırlar

# Bakteriler

- Bakteriler, tek hücreli prokaryotik mikroorganizmalardır. Büyüklükleri 0.1 - 10  $\mu\text{m}$  arasında değişir.
- Hava, toprak, su ile canlı dokularında yaşarlar ve biyolojik olarak hayatın devam etmesi için çok önemlidirler

# Mayalar

- Mayalar tek hücreli mantarlardır.
- Ekmek mayası ekmek imalatında, bira mayası bira fermantasyonunda kullanılır. Maya şarap yapımında da kullanılır.
- Biyoteknolojide insülin, interferon gibi insan proteinleri, hepatit B virüsünün kabuk proteinleri (aşı üretimi için) maya tarafından üretilebilmektedir

# Protistler

- Protistler (Protista, bazen Protoctista), ayrışık (heterojen) bir canlı grubudur ve hayvan, bitki ya da mantar olarak değerlendirilemeyen ökaryot canlılardan oluşur.

# Bakteri Kùltùrleri

Biyoteknolojik çalışmalarda, üretimlerinin hızlı ve maliyetin düşük olması gibi avantajlarından dolayı en çok **bakteriler** kullanılır.

## Biyoteknolojide Mikroorganizmaların Kullanımı

- Değişik teknikler kullanılarak hücre DNA' sına istenen genler yerleştirilerek modifiye edilmekte ve istenilen proteinler bu canlılara ürettilerilebilmektedir. Bu teknikler:
  - Transformasyon
  - Elektroporasyon

# Genetik Modifikasyonların Uygulama Alanları

- Bitki tohumlarından üretim için en iyi olanların seçimi.
- Gıda mayalamada kullanılan mikroorganizmaların iyi seçimi (örneğin yoğurt ve peynir üretimi için)
- Bakterilere istenen maddelerin ürettirilmesi (antibiyotik, kanser hastaları için interferon, şeker hastaları için insülin gibi)
- Endüstriyel veya evsel atıkların temizlenmesinde kullanılan bakterilerin üretimi
- Aşı olarak kullanılabilen bakteri üretimi
- Tıbbi uygulamalar için virüs üretimi

## Mikroorganizmaların Önemi

- Mikroorganizmaların insan sağlığına yararlı ve zararlı etkileri vardır.
  - Bazı yiyecek, içecek ve tedavi amacıyla kullanılan ilaçlar ve aşılar bakteri ve mayalar kullanılarak üretilir.
  - Zararları da vardır. Birçok salgın hastalığa mikroorganizmalar neden olmaktadır.

# Mikroorganizmalar Kullanılarak Üretilen Bazı Ürünler

- Şarap ve bira üretimi
- Yiyecek katkı maddesi üretimi
  - amino asidler
  - vitaminler
- Klonlama

# Mikrobiyal Biyoteknoloji

- Amino asidler
- Vitaminler
- Yiyecek katkı maddeleri
- Enzimler
- Rekombinant protein ilaçları
- Antibiotikler
- Yakıt
- Plastikler

# Gıda Sanayisinde Mikroorganizmaların Kullanımı

- Bira üretimi
- Ekmek üretimi
- Şampanya üretimi
- Peynir üretimi
- Turşu üretimi
- Soya sosu üretimi
- Yoğurt üretimi



# MİKROORGANİZMALARIN ENERJİ İHTİYACI

Fototrof: ışık enerjisinden yararlananlar

Kemotrof: kimyasal enerjiden yararlananlar  
(organik ve anorganik madde oksidasyonu)

## C KAYNAĞI KULLANIMI

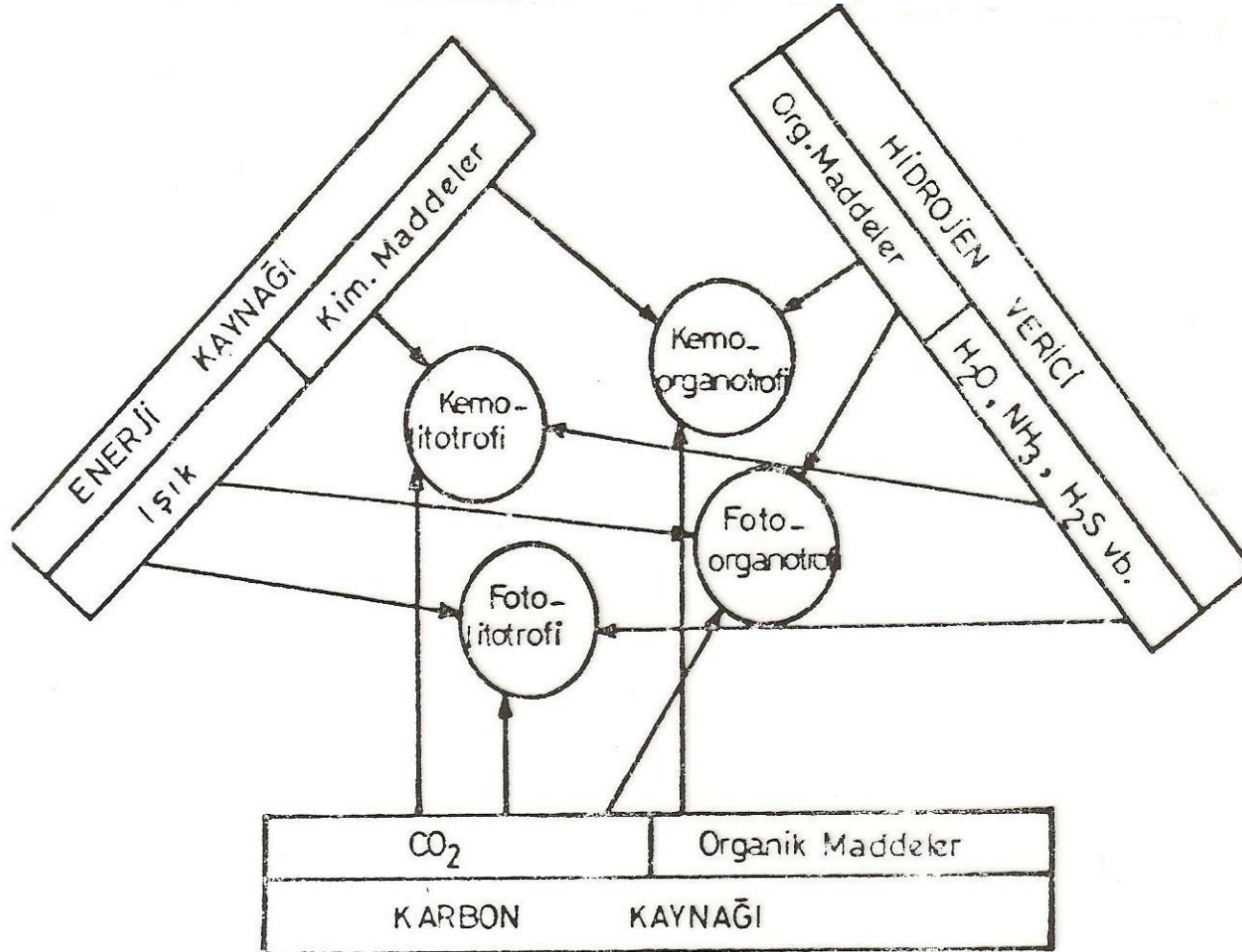
Ototrof: Yalnız CO<sub>2</sub>' i kullananlar (fotosentez hücreleri)

Heterotrof: İndirgenmiş formdaki C bileşiklerini (ör. karbohidratlar) kullananlar  
(hayvan hücreleri çoğu bitki hücreleri ve mikroorganizmalar)

Kemoorganotrof: Elektron verici olarak kompleks organik bileşiklerini kullananlar

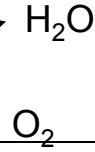
Kemolitotrof: Elektron verici olarak basit anorganik bileşiklerini (ör. H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, S gibi) kullananlar

# Beslenme Şekillerine Göre Organizmaların Sınıflandırılması



## Hidrojen Vericiler

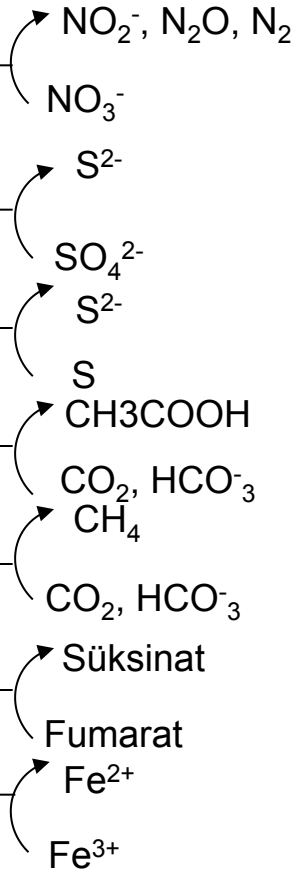
Aerobik  
Koşullar



## AEROBİK SOLUNUM

Oksijen varlığında tüm aerobik ve fakültatif anaerobik organizmalar yaparlar.

Anaerobik  
Koşullar



## AEROBİK SOLUNUM

### “Nitrat Solunumu”

Fakültatif anaerobik bakteriler yaparlar.

### “Sülfat Solunumu”

Obligat anaerobik bakteriler yaparlar.

### “Kükürt Solunumu”

Fakültatif ve obligat anaerobik bakteriler

### “Karbonat Solunumu”

Asetojen bakteriler

### “Karbonat Solunumu”

Metanojen bakteriler

### “Fumarat Solunumu”

Süksinojen bakteriler

### “Demir Solunumu”

Fakültatif Anaerobik: Hem aerobik, hem anaerobik

Obligat Anaerobik: Oksijeni hiç kullanmayanlar

# Biyoteknolojik Önemi Olan Bakteri Familiaları (Biotechnologie, H. Dellweg, 1987)

<b>Familya</b>	<b>Kısa tanımlama</b>	<b>Türlerin katıldığı prosesler</b>
Pseudomonadaceae	Gram (-), doğrusal veya hafif bükülmüş çubuk şeklinde	<i>Pseudomonas</i> : Hidrokarbanların değerlendirilmesi, SCP, Steroid oksidasyonu, Hidrojen oksidasyonu <i>Acetobakter</i> : Alkol oksidasyonları
Micrococcaceae	Gram (+), küresel yapılı	<i>Micrococcus</i> : Hidrokarbonların değerlendirilmesi ve steroid oksidasyonu
Lactobacteriaceae	Gram (+), Süt asidi oluştururlar. Streptococcus ve Leuconostoc Streptokok-Lactobacillus ise çubuksu yapıda	<i>Streptococcus</i> : Süt asidi ve diasetil oluşumu <i>Leuconostoc</i> : Dextran oluşumu <i>Lactobacillus</i> : Süt asidi eldesi, süt ürünleri, asidik mayalanma, gıdaların bozunması
Propionibacteriaceae	Gram (+), anaerobik çubuksu yapıda	<i>Propionibacterium</i> : Vitamin B12, propiyonik asit üretimi
Enterobacteriaceae	Gram (-), kısa çubuk yapısında	<i>Escherichia</i> ve <i>Aerobacter</i> : Nükleotit $\alpha$ -ketoglutarat gibi maddelerin oluşumu
Bacillacea	Spor oluşturan Gram (+), çubuksu yapıda, Bacillus aerobik	<i>Bacillus</i> : Polipeptitler, Antibiyotikler, toksik maddeler ve enzimlerin üretimi

# Biyoteknolojide Önemli Mantar Familyaları

<b>Familya</b>	<b>Kısa tanımlama</b>	<b>Türlerin katıldığı prosesler</b>
Saccharomycetaceae	Spor oluşturur ve oldukça iyi bir mayalanma yeteneği vardır.	<i>Saccharomyces</i> : Ekmek, şarap, bira, alkol üretimi.
Cryptococcaceae	Spor oluşturmaz, misel oluşturabilir.	<i>Candida</i> ve <i>Torulopsis</i> : Hidrokarbon ve karbohidratları C-kaynağı olarak kullanıp protein oluşturur.
Mucoraceae	Phycomycetes	Mucor ve Rhizopus: Asetik, fumarik, süksinik ve glukonik asitlerin eldesi

## Biyoteknolojide Önemli Algler

<b>Familya</b>	<b>Kısa tanımlama</b>	<b>Türlerin katıldığı prosesler</b>
Chlamydomonodaceae	<i>Chlamydomonas</i>	Bitkisel üreme, zigot oluşturma
Chlorococcales	<i>Chlorella</i>	Küresel yapılı bitki hücreleri
Oscillatoriaceae	<i>Scenedesmus</i> <i>Spirulina</i>	Hücre agregatları oluşturur. Mavi algler, protein ve vitamin içerikleri yüksektir.

# Bakteri ve Maya Hücrelerinin Ortalama Moleküler Bileşimleri (Kuru Madde Bazına Dayalı)

<b>%</b>	<b>Bakterilerde</b>	<b>Mayalarda</b>
Protein ve Amino asitler	52.4	39
Karbohidrat	16.6	39.1
RNA	15.7	10.8
DNA	3.2	10.8
Lipid	9.4	7.0
Kül	3.5	4.1

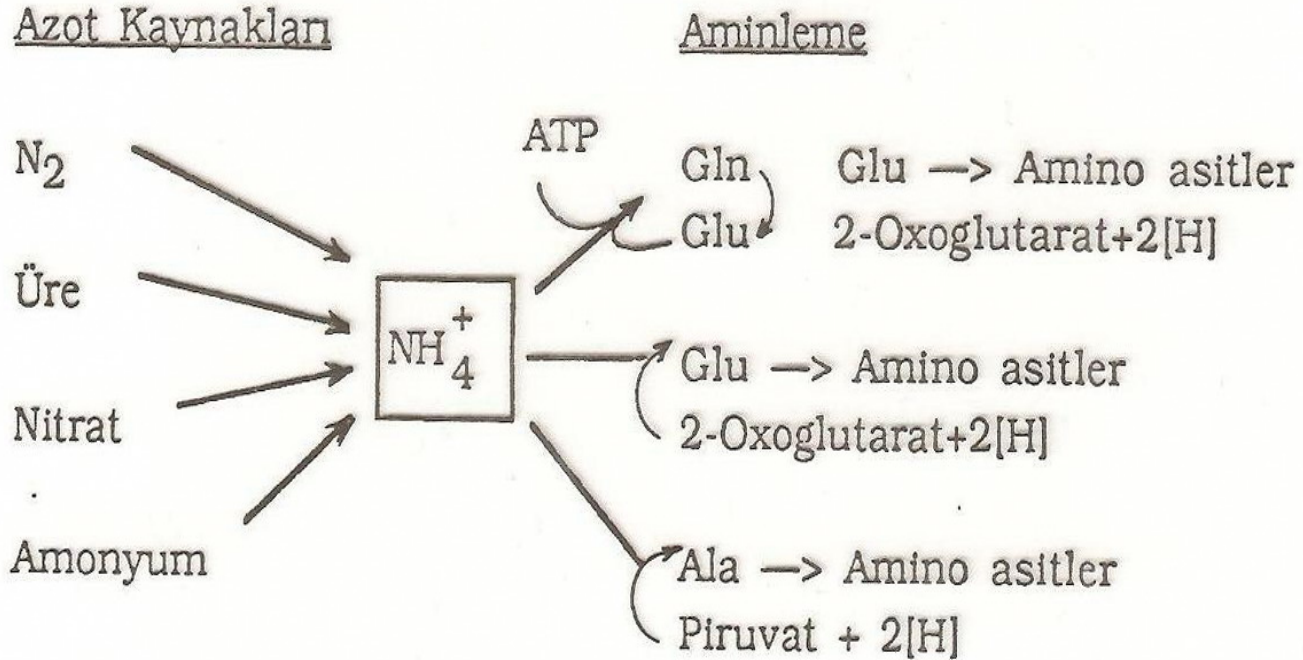
# Mayanın Moleküler Bileşiminin Üreme Hızına Bağımlılığı (Kuru Madde Bazına Dayalı)

<b>Üreme hızı (h<sup>-1</sup>)</b>	<b>Protein (%)</b>	<b>Karbohidrat (%)</b>
0,025	32,4	47,8
0,11	44,5	39,2
0,22	54,1	24,7



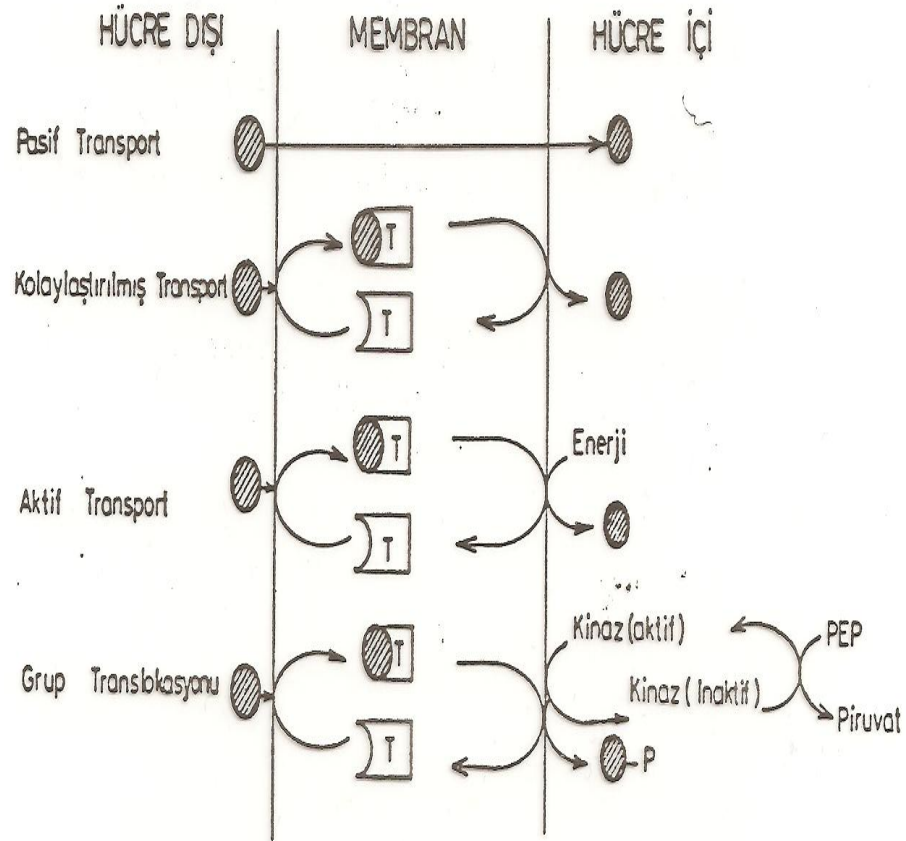
# Mikroorganizma Substratları

## OKSİJEN-AZOT-KARBON-DİĞER ELEMENTLER



**Moleküler  $N_2$  İnert:** Az sayıda mikroorganizma kullanabilir.

# Substratların Hücre İçine Transportu



# Karbohidrat Metabolizması

1. Embden–Meyerhof–Parnas (EMP) metabolik yolu, glikoliz
2. Entner–Doudoroff (ED) metabolik yolu
3. Pentoz fosfat (PP) metabolik yolu
4. Trikarboksilik asit çevrimi, TCA çevrimi, Krebs çevrimi, sitrik asit çevrimi

## Mikroorganizma Türüne Bağımlı Olarak Çeşitli Metabolik Yolların Heksoz Yıkımına Katılma Oranları (%)

Tür	Glikoliz (EMP-yolu)	Pentozfosfat yolu	Entner-Doudoroff yolu
<i>Candida utulis</i>	70-80	30-20	-
<i>Streptomyces griseus</i>	97	3	-
<i>Penicillum chrysogenum</i>	77	23	-
<i>Escherichia coli</i>	72	28	-
<i>Bacillus subtilis</i>	74	26	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	29	71
<i>Acetomonas suboxydans</i>	-	100	-
<i>Pseudomonas saccharophila</i>	-	-	100
<i>Hydroginomonas</i>	-	-	100

# Lipit Metabolizması

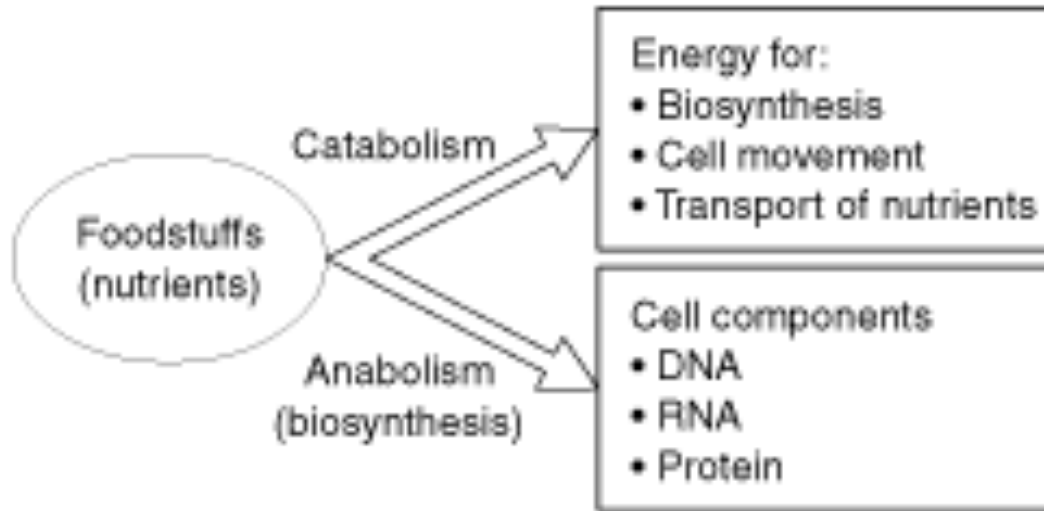
- Lipitler hücre zarlarının temel bileşenleridir.
- Enerji değerleri karbonhidrat ve proteinlere oranla daha yüksektir
- % 90' triaçilgliserollerdir.



- Temel lipit metabolizması yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonudur.

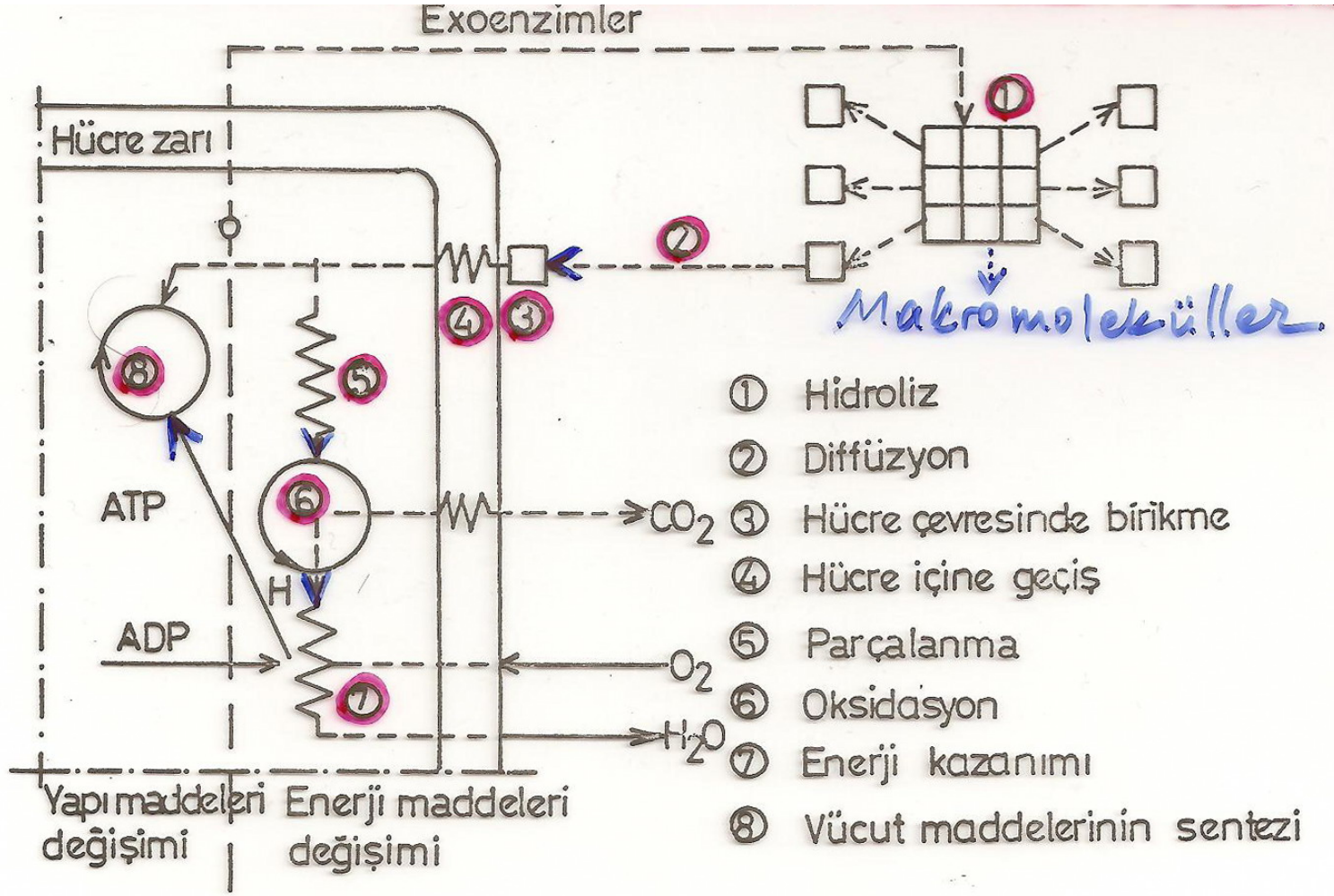
# Azot Metabolizması

- Azot, amino asit, nükleotit, protein ve DNA gibi biyolojik maddelerin yapısında bulunan bir elementdir

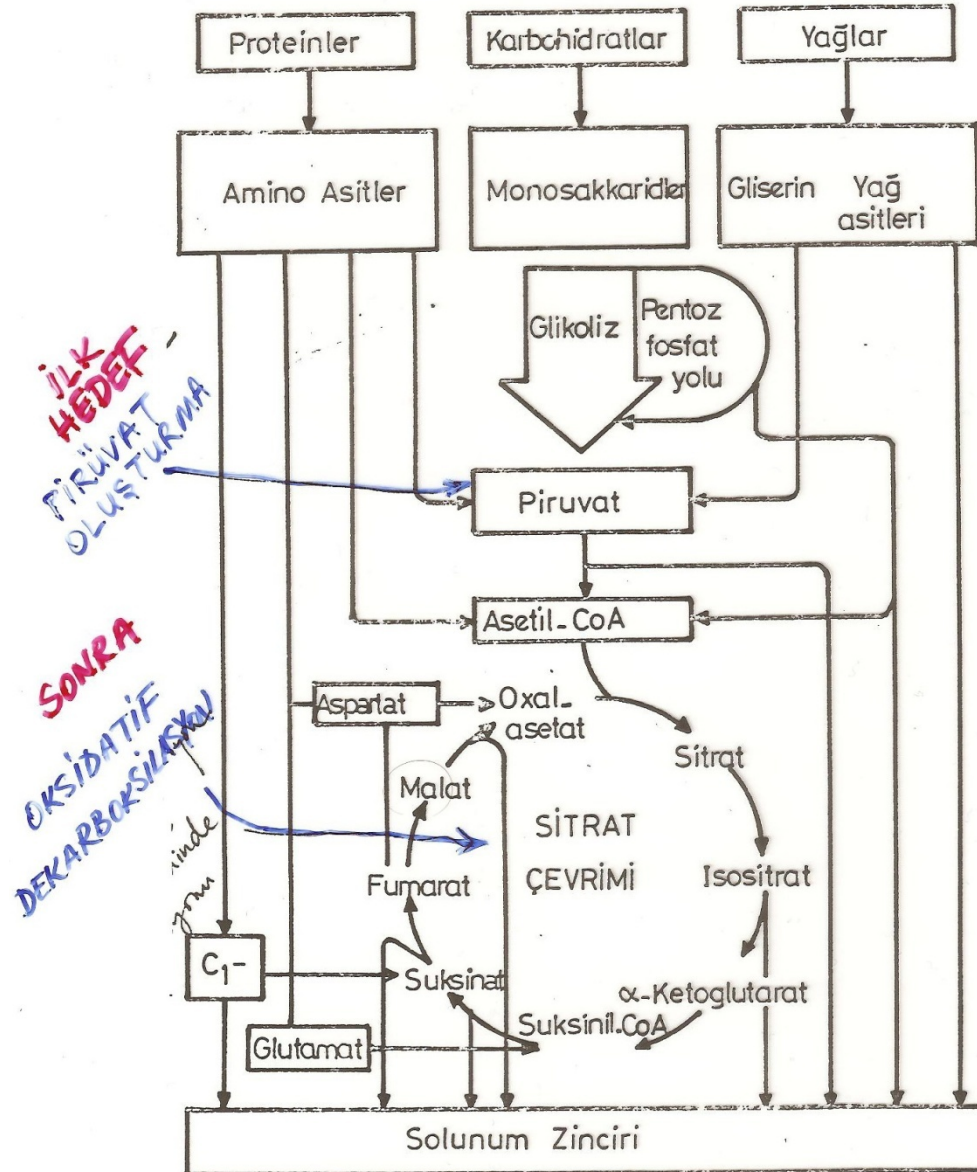


Azot metabolizmasının genel şeması

# Katabolik ve Anabolik Reaksiyonlar

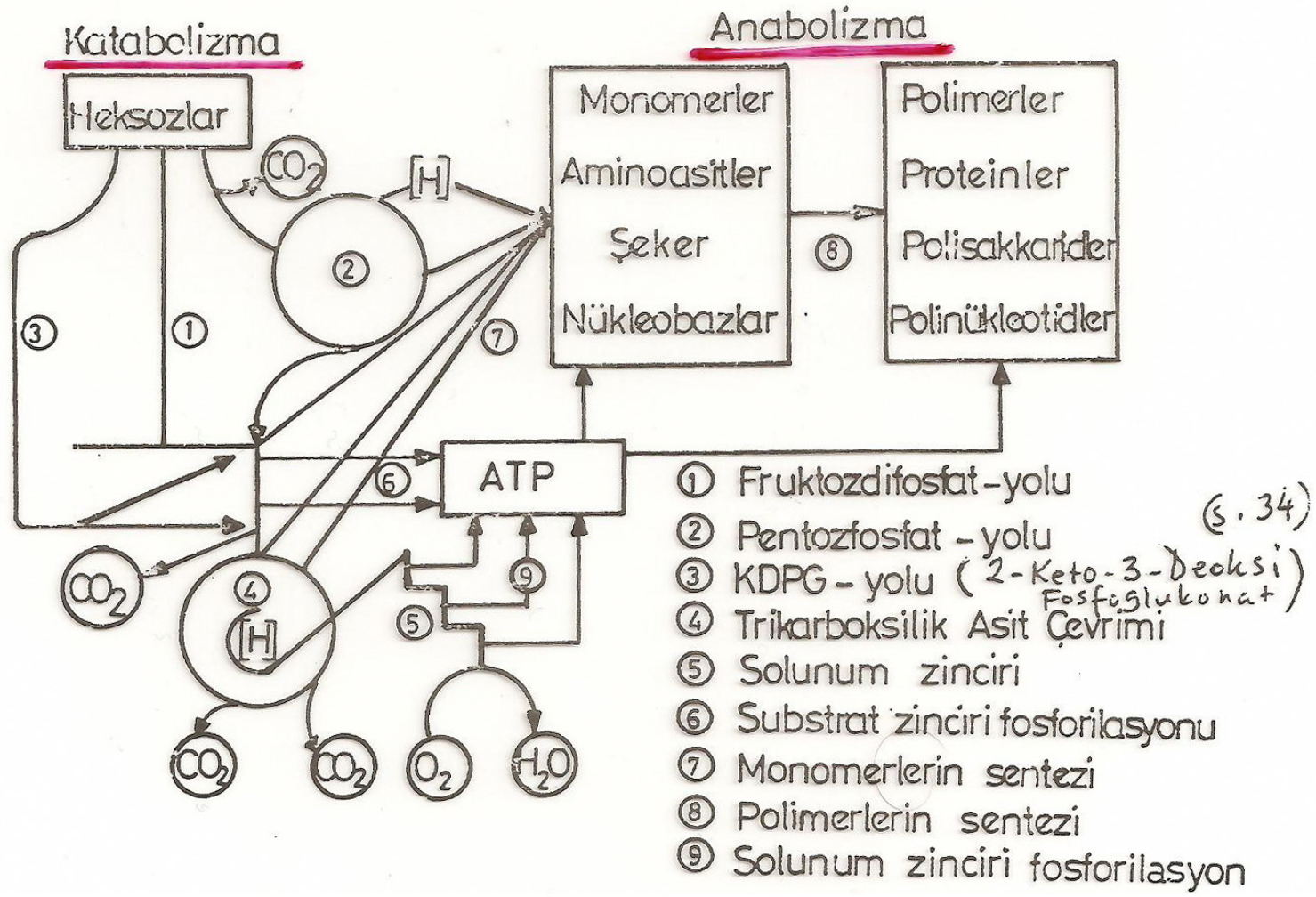


# Katabolik Reaksiyonlara Genel Bakış

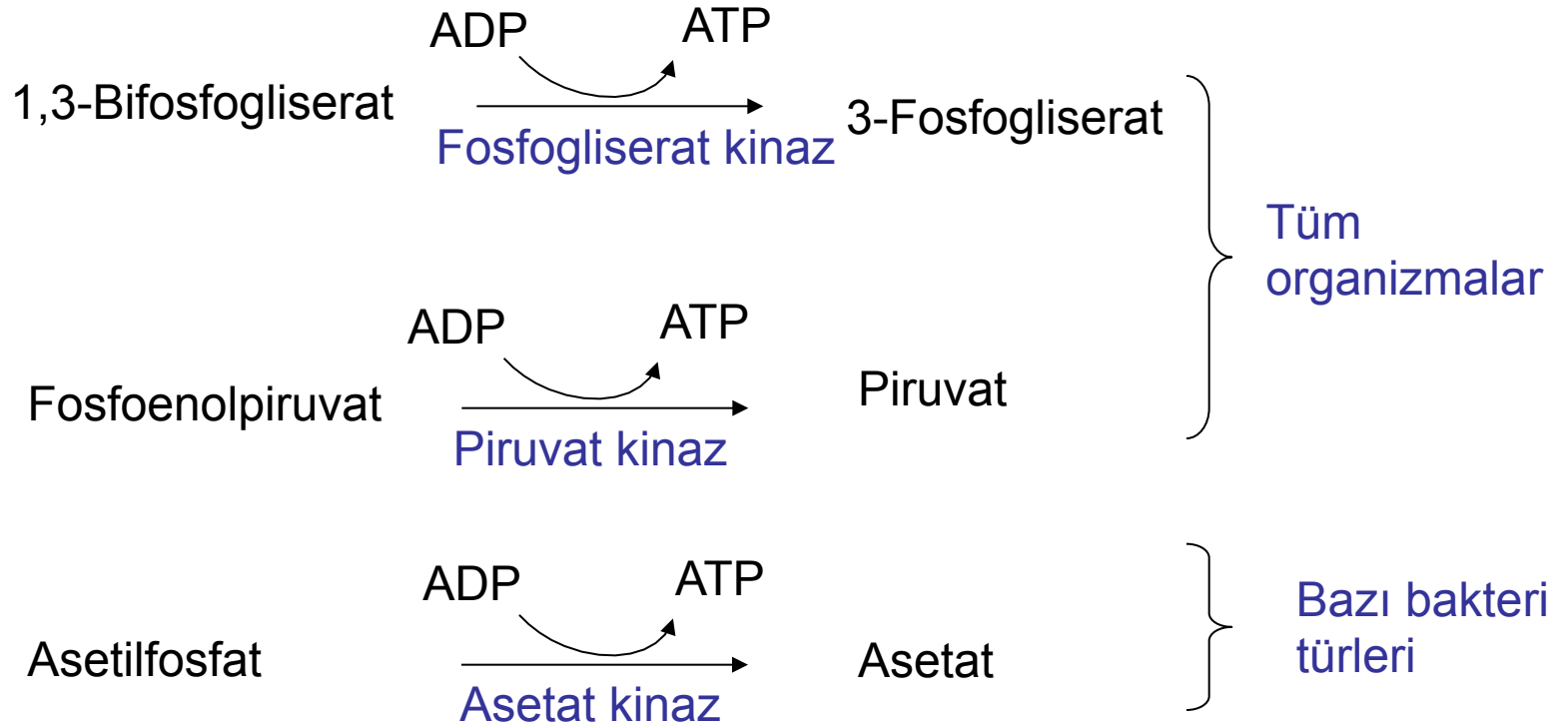




# Katabolik ve Anabolik Reaksiyonların ilişkisi



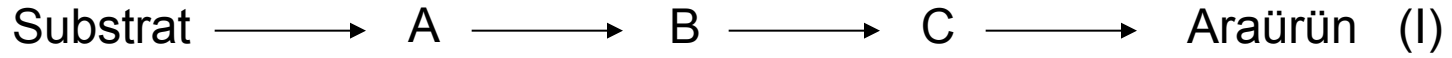
# Substrat Zinciri Fosforilasyon



# Fotosentetik Mebranda Işık Reaksiyonları, Redoks Sistemleri ve ATP Sentezi



Su fotolitik olarak parçalanır, oksijen açığa çıkar ve hidrojen transportu enerji barajına karşı başarılır, gerekli enerji adsorplanan ışık kuantı tarafından verilir. Işık enerjisi fotofosforilasyonda ADP ve anorganik fosfattan ATP sentezine yarar. Fotosentetik fosforilasyon tüm fotosistemlerin lokalize olduğu tilakoid membranda gerçekleşir. Tilakoid membranın iç ve dış bölge arasında pH farkının 3-4 pH birimi olduğu ölçülebilmştir. 2 pH birimlik farka kadar bu gradientten ATP sentezinin yürütülmesinde yararlanılabilir.



Anabolik reaksiyonlara katılan enzimler ise represyon yardımıyla regüle edilirler

