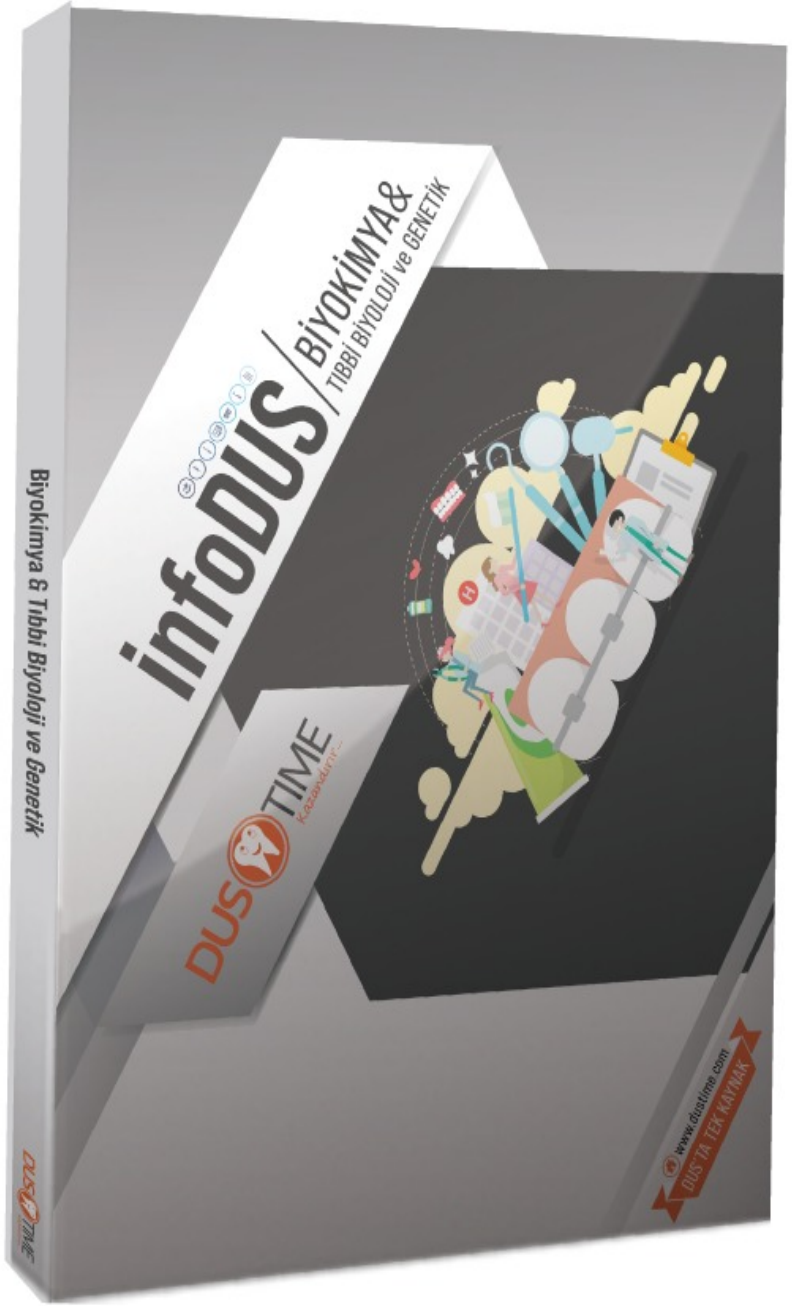


DUS TIME
Kazandırır...

Uzm.Dr.Hasan Taşlıdere

dr.hasantaslidere@gmail.com

Kaynak: DUSTİME İnfodus Biyokimya

KONU SIRALAMASI

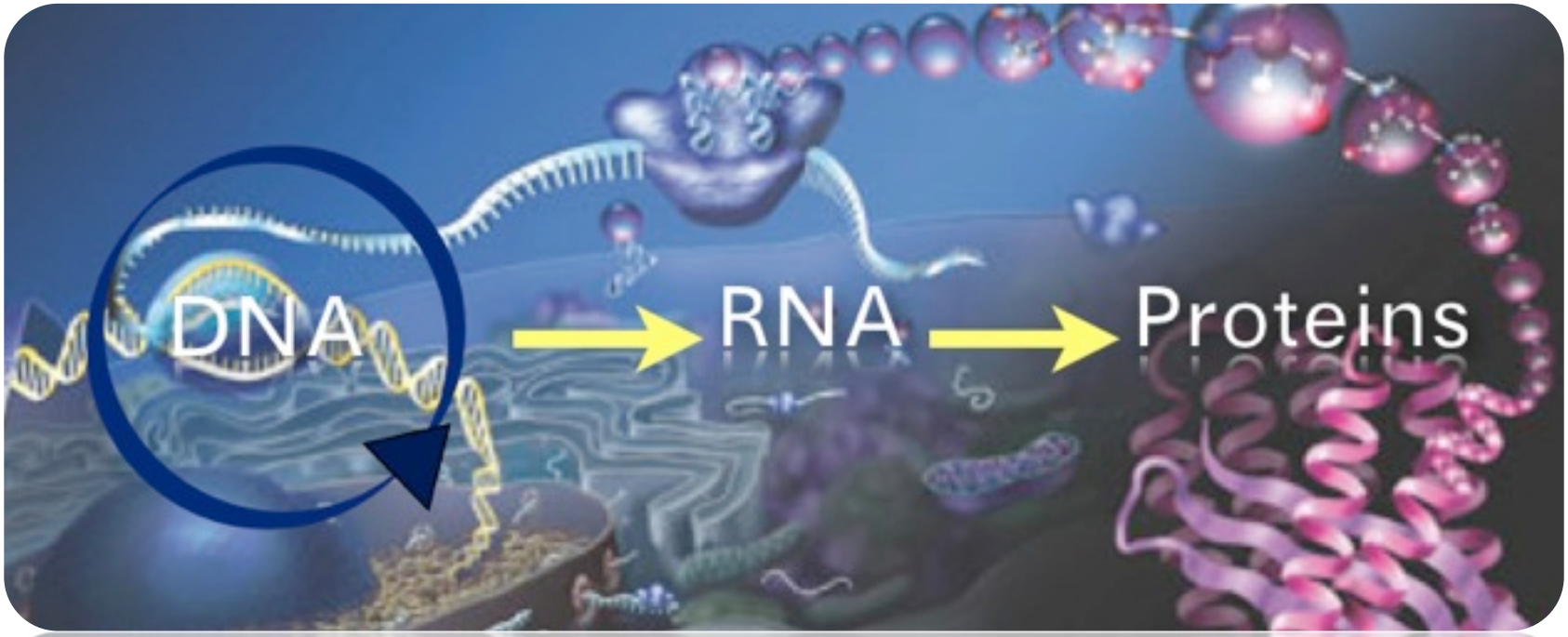
- AMİNOASİTLER VE ÖZELLİKLERİ
- PROTEİNLERİN YAPISI
- ENZİMLER ve GENEL ÖZELLİKLERİ
- ELEKTRON TRANSPORT SİSTEMİ
- GLİKOLİZ
- GLUKONEOGENEZ
- TCA DÖNGÜSÜ
- GLİKOJEN METABOLİZMASI
- HEKSOZ MONOFOSFAT YOLU
- SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLER

Uzm.Dr.Hasan Taşlıdere

dr.hasantaslidere@gmail.com

AMİNOASİTLER

GEN AKTİVİTESİ ve PROTEİN SENTEZİ



- DNA ve RNA'da ise nükleotit çeşidi 4 dür

KURAL: Arka arkaya gelen 3 nükleotit bir aminoasiti kodlar

- 64 değişik kodon
- ***Her kodon bir aminoasit kodlar ama bir aminoasit birden fazla kodon tarafından kodlanabilir***
- 3 kodon (*UAA, UAG, UGA*) herhangi bir aminoasiti şifreleyemez - STOP KODONLARI
- Başlat sinyali: *AUG kodonu* (prokaryotlarda N-formil methionin, ökaryotlarda ise methionine)

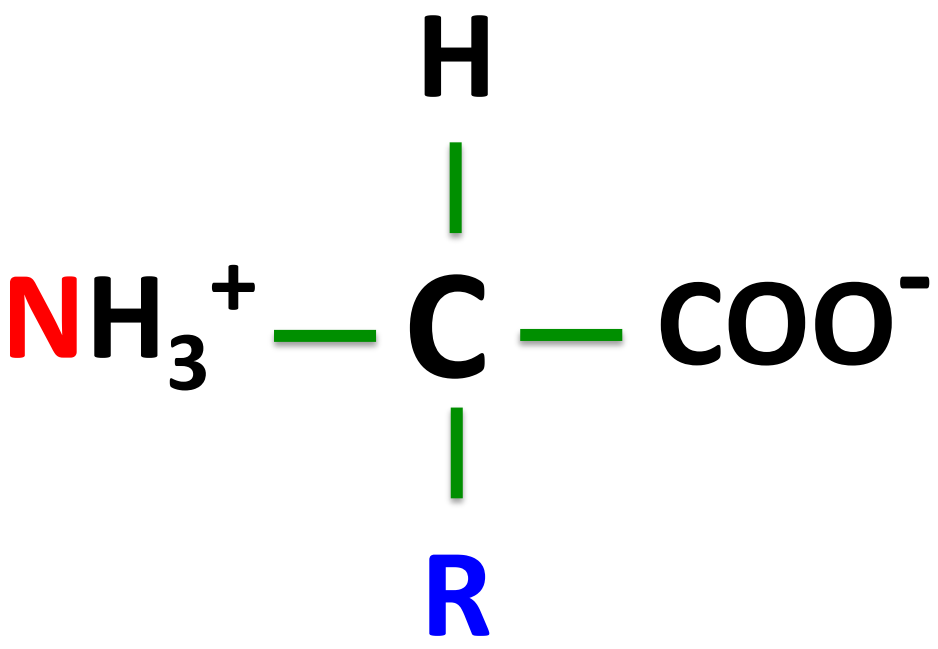
Standart amino asitler

Aminoasitler ve Kodları					
	U	C	A	G	
U	Fenilalanin	Serin	Tirozin	Sistein	U
	Fenilalanin	Serin	Tirozin	Sistein	C
	Lösin	Serin	Sonlanma	Sonlanma	A
	Lösin	Serin	Sonlanma	Triptofan	G
C	Lösin	Prolin	Histidin	Arginin	U
	Lösin	Prolin	Histidin	Arginin	C
	Lösin	Prolin	Glisin	Arginin	A
	Lösin	Prolin	Glisin	Arginin	G
A	İzolösin	Treonin	Asparagin	Serin	U
	İzolösin	Treonin	Asparagin	Serin	C
	İzolösin	Treonin	Lizin	Arginin	A
	Metiyonin	Treonin	Lizin	Arginin	G
G	Valin	Alanin	Asparagin	Glisin	U
	Valin	Alanin	Asparagin	Glisin	C
	Valin	Alanin	Glutamin	Glisin	A
	Valin	Alanin	Glutamin	Glisin	G

AMİNOASİTLER

- C, H, O ve **N** atomlarından meydana gelmiştir
- Tüm proteinler aminoasitlerden oluşmuşlardır
- Enzimler, hormonlar, hemolobin/miyoglobin, albümin
- **Doğada 300 ⬆**
- **Memelilerde 20 tane a.a protein yapısına katılır**

➢ Neye aminoasit diyoruz ?



Asimetrik Karbon Atomu

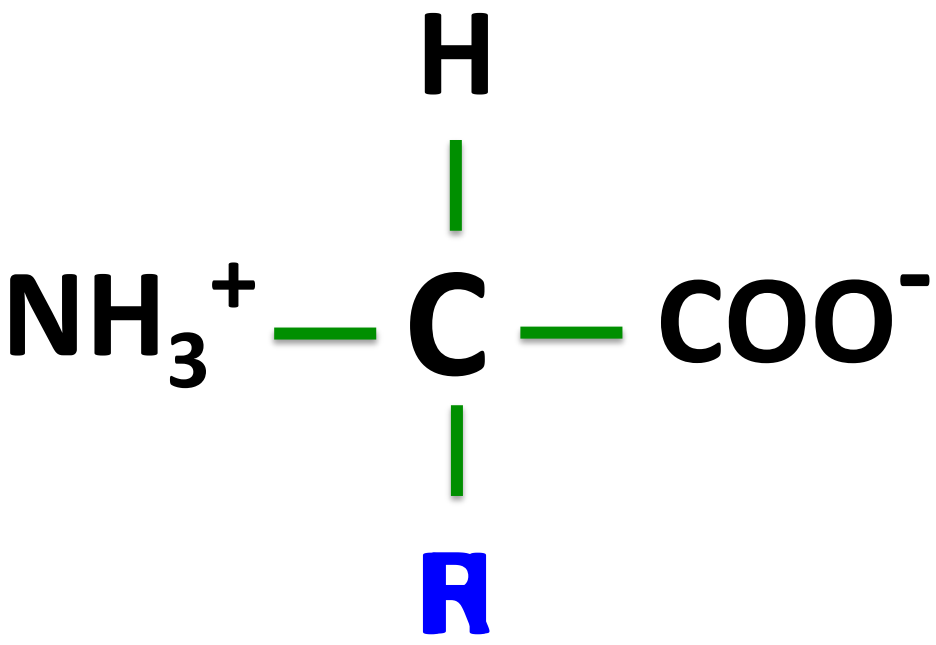
Asimetrik Karbon Atomu

Optik olarak aktifdirler

Dekstrarotator (+)

Levoratotar (-)

GLİSİN AMİNOASİTİ



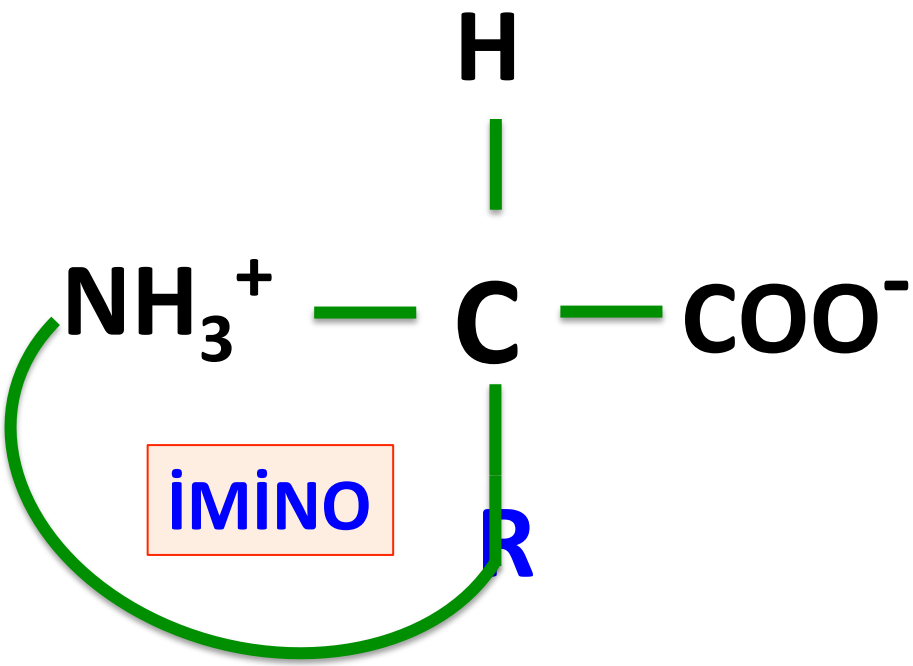
EN BASİT

C atomu SİMETRİ

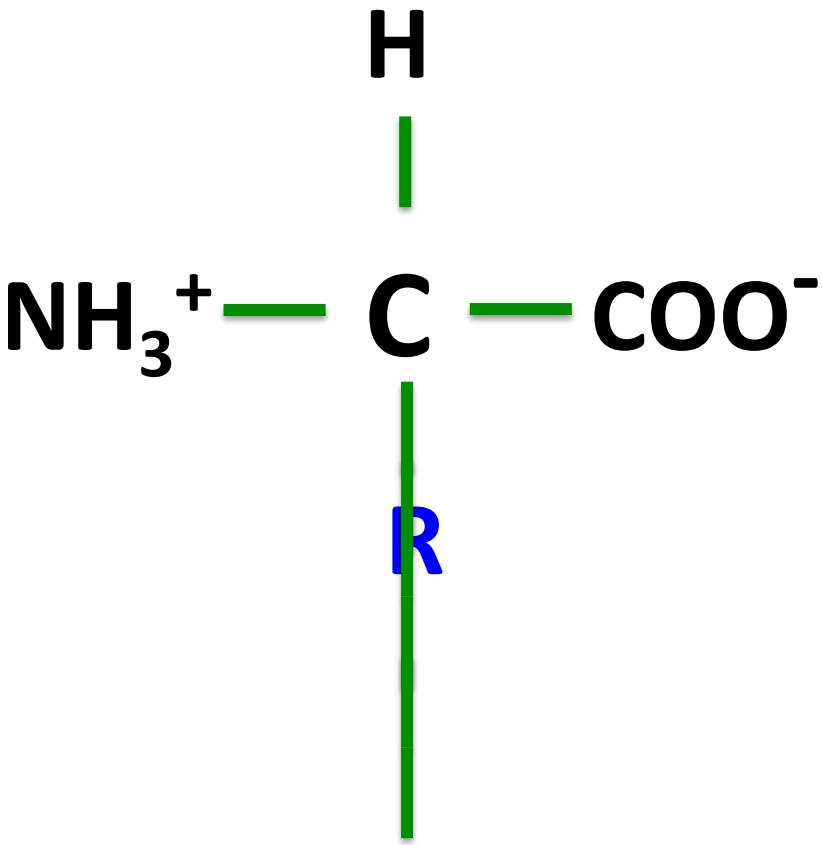
Optik olarak İNAKTİF

PROLİN AMİNOASİTİ

PROLİN



19 a.a



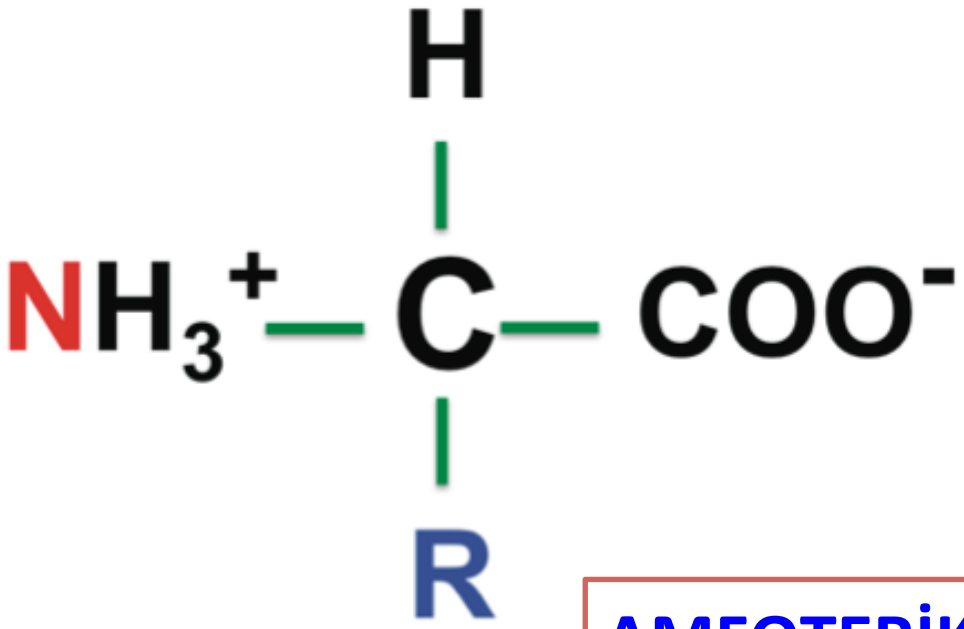
PROLİN AMİNOASİTİ

İMİNOASİTTİR

Amino grubu serbest değildir.

Ninhidrin boyası ile sarı boyanır

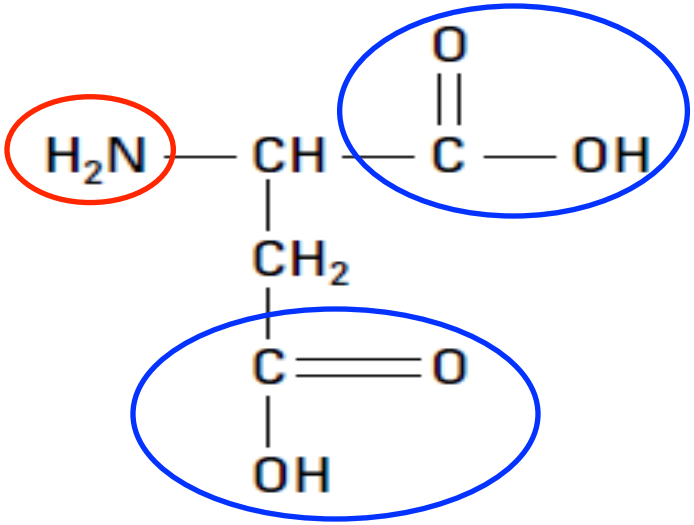
AMİNOASİTLERİN TAMPON ÖZELLİKLERİ



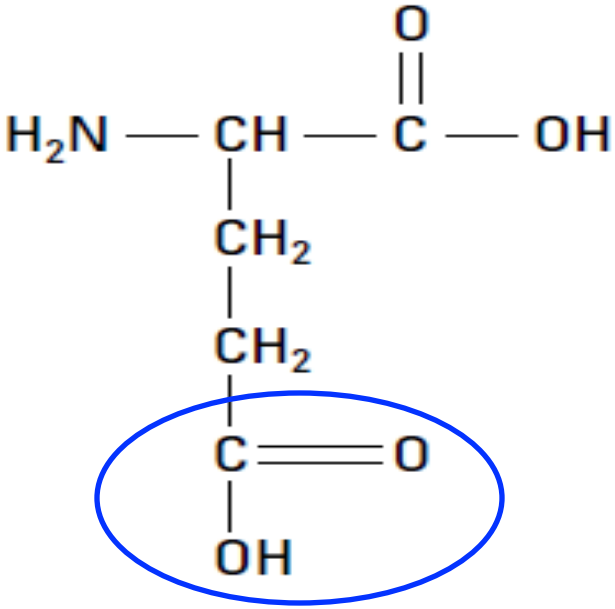
AMFOTERİK MOLEKÜLLER

- **R grubu hesaba katılmadan;**
- **Fizylojik pH da tüm aminoasitlerin net yükü sıfırdır.**

ASİDİK AMİNOASİTLER



Aspartik asit



Glutamik asit

- **AspartAT ve GlutamAT fizyolojik pH da negatif yüklüdür**

ASİDİK AMİNOASİT?

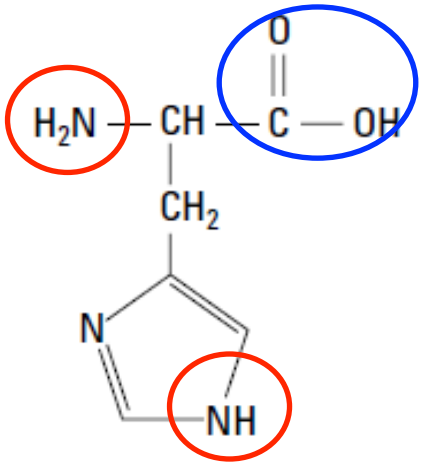
FİZYOLOJİK PH DA NEGATİF YÜKLÜ

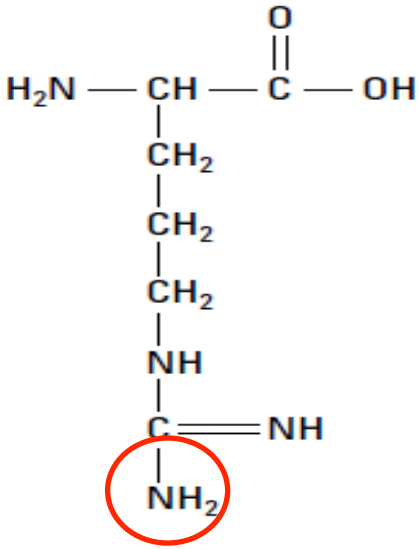
DİKARBOKSİLİK ASİT

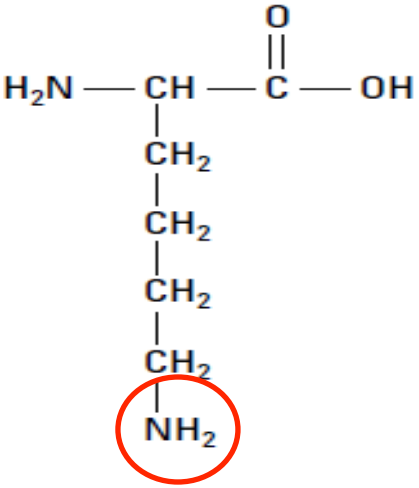
AspartAT

GlutamAT

BAZİK AMİNOASİTLER







Histidin

Arginin

Lizin

- **Histidin,Arginin,Lizin** bazik aminoasitlerdir ve fizyolojik pH da **pozitif** yüklüdürler

BAZİK AMİNOASİT?

FİZYOLOJİK PH DA POZİTİF YÜKLÜ

DİAMİNO

Histidin

Arginin

Lizin

ASİDİK

AspartAT

GlutamAT

BAZİK

Histidin

Arginin

Lizin

NÖTR → GERİYE KALAN

NE ÖĞRENDİK

Glisin aminoasiti

En küçük a.a
C atomu simetrik
Optik olarak inaktif

NE ÖĞRENDİK

Prolin aminoasiti

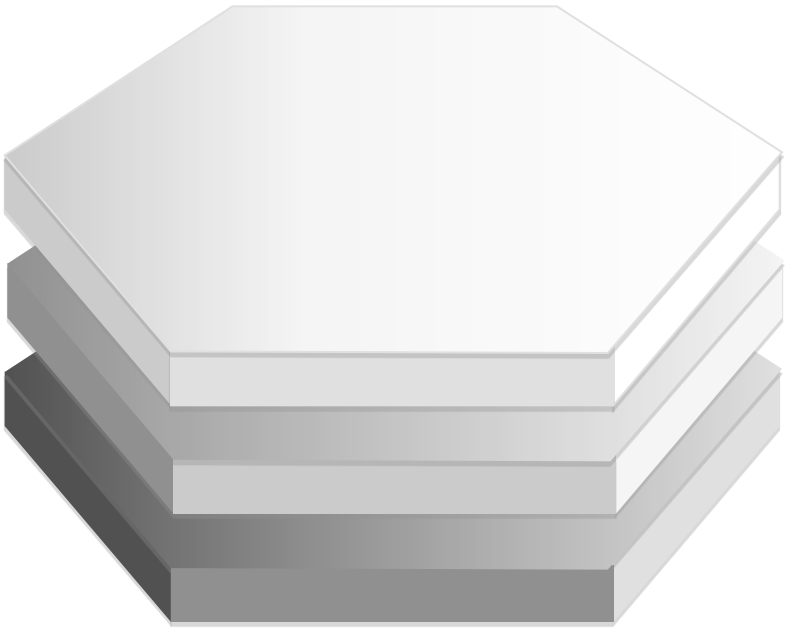
İmino grubu
Serbest alfa grubu yok
Ninhidrinle sarı renk

NE ÖĞRENDİK

Asidik aminoasitler

Fizyolojik pH da negatif
Aspartat
Glutamat

NE ÖĞRENDİK



Bazik aminoasitler

Fizyolojik pH da pozitif

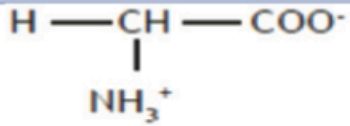
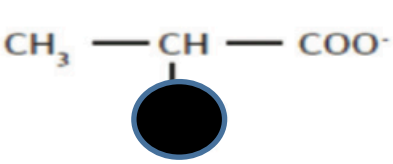
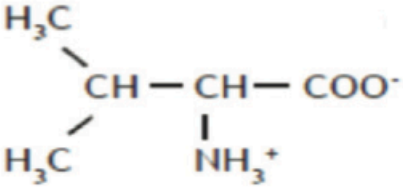
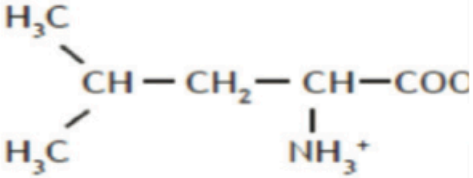
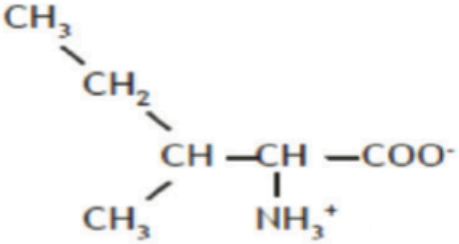
Histidin

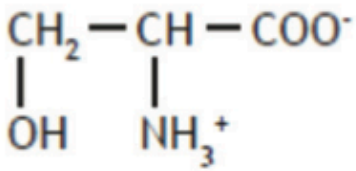
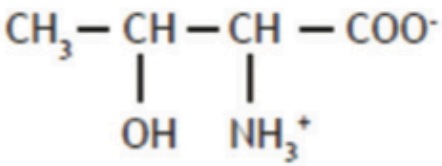
Arginiin

Lizin

Aminoasitlerin sınıflandırılması

- Alifatik **yan zincirliler**
- İçinde hidroksilik grupları taşıyan **yan zincirliler**
- İçinde asit grupları taşıyan **yan zincirliler**
- İçinde bazik grupları taşıyan **yan zincirliler**
- İçinde kükürt atomları taşıyan **yan zincirliler**
- İçinde aromatik halka taşıyan **yan zincirliler**
- İmino grupları taşıyan **yan zincirliler**

Alifatik yan zincirliler		
Glisin	Gly [G]	
Alanin	Ala [A]	 **PİRUVAT**
Valin	Val [V]	
Lösin	Leu [L]	
İzolösin	Ile [I]	

İçinde hidroksil (OH) grubu taşıyan yan zincirliler		
Serin	Ser [S]	
Treonin	Thr [T]	
Trozin	Tyr [Y]	Aşağıya bakınız

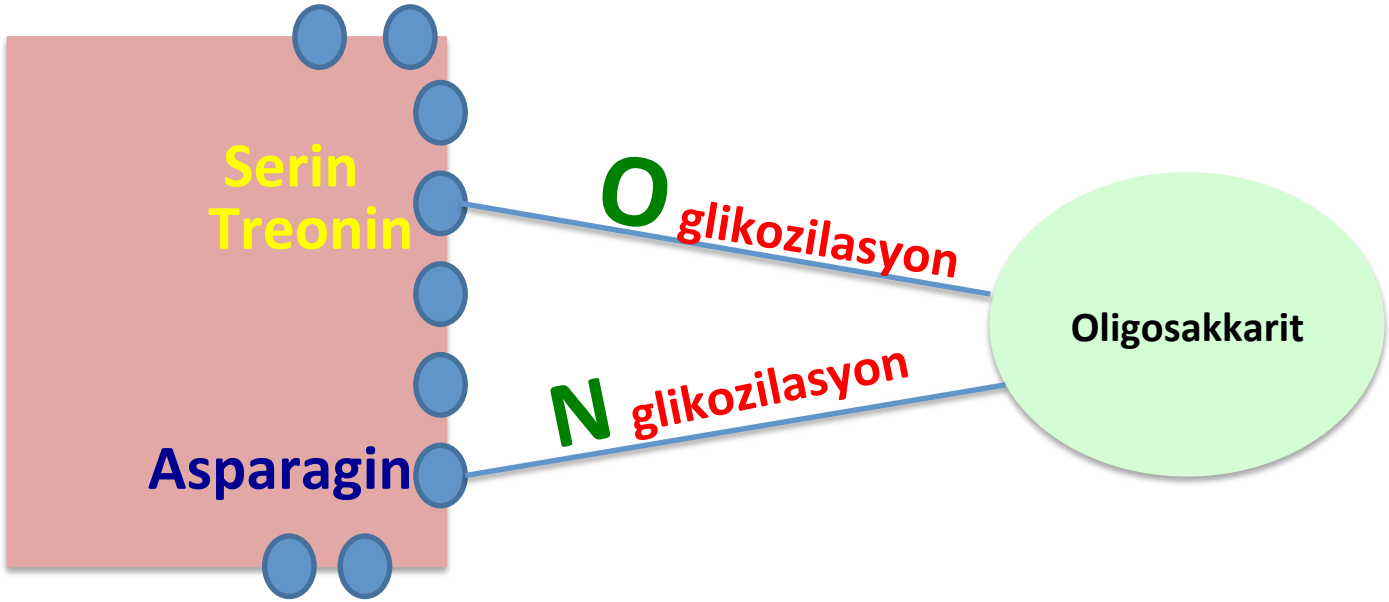
HİDROKSİLLİ AMİNOASİTLER

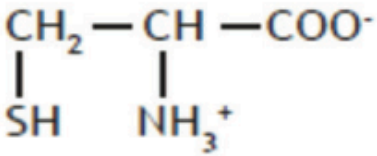
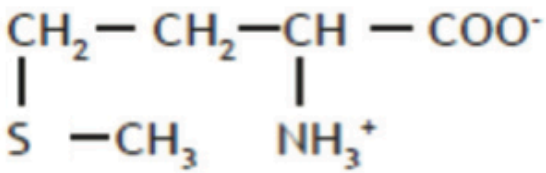
SERİN

TREONİN

TİROZİN

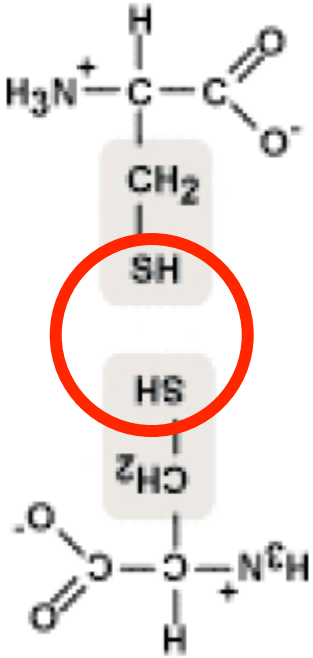
O GLİKOLİZASYON



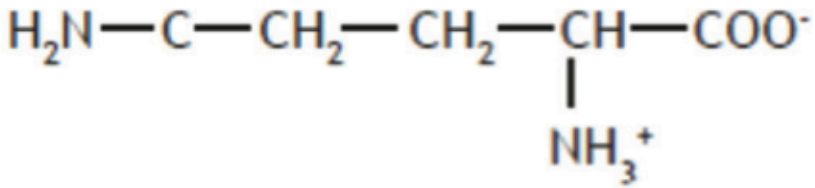
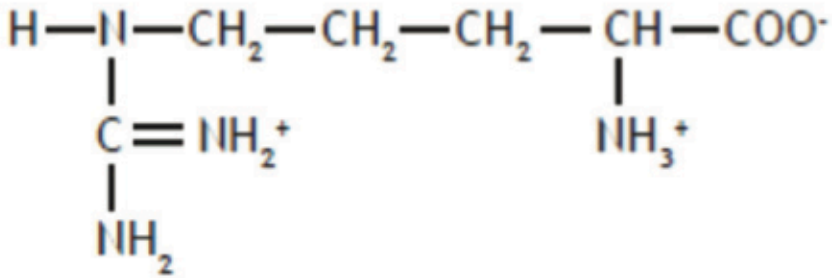
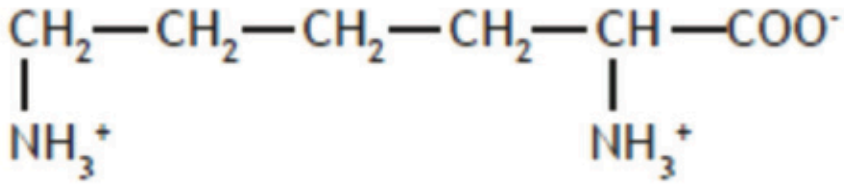
İçinde kükürt atomu taşıyan yan zincirliler		
Sistein	Cys [C]	 **Sülfidril**
Metiyonin	Met [M]	

- Sistein; **antioksidan** özelliği vardır (S-H). **Glutatyonun** (gama glutamil-sistein-glisin) yapısına katılır ve **glutatyona antioksidan** özelliği kazandırır.
- METİyonin; **METİlasyon** (S-CH_3) reaksiyonlarına katılır ama önce **ATP ile aktif** hale gelmelidir (Metiyonin+ATP = S-Adenozil Metiyonin).

SİSTİN: DİMERİK AMİNOASİT

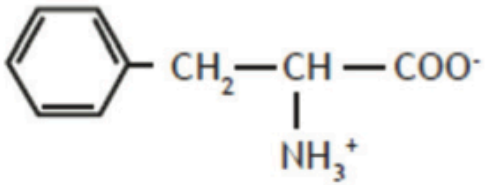
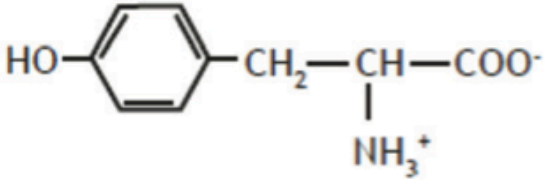
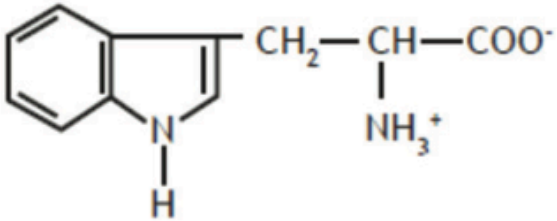


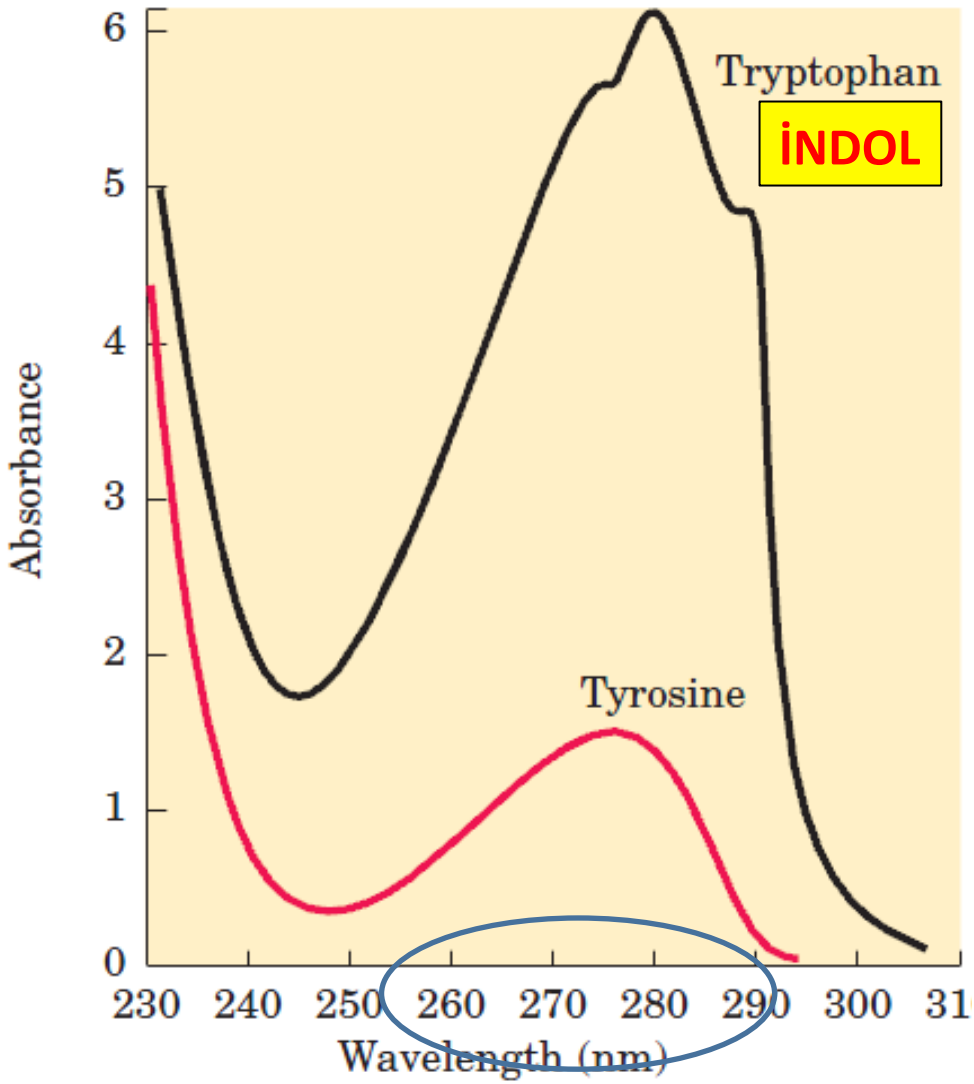
DİSÜLFİD BAĞI (GÜÇLÜ BAĞ)

İçinde bazik grubu taşıyan yan zincirliler		
Arginin	Arg [R]	
Lizin	Lys [K]	
Histidin **İmidazol**	His [H]	

– **Fizyolojik pH'ta tampon özelliğine sahip en önemli amino asittir.**

– **İmidazol** halkası taşır.

İçinde aromatik halka taşıyanlar		
Histidin	His [H]	Yukarıya bakınız
Fenilalanin	Phe [F]	
Tirozin	Tyr [Y]	
Triptofan	Typ [W]	


Tryptophan
İNDOL
Tyrosine
Absorbance
0
1
2
3
4
5
6
230
240
250
260
270
280
290
300
31
Wavelength (nm)

Aminoasitlerden sentezlenen bazı önemli bileşikler:

TİROzin

TRİptofan

TİROid hormonları

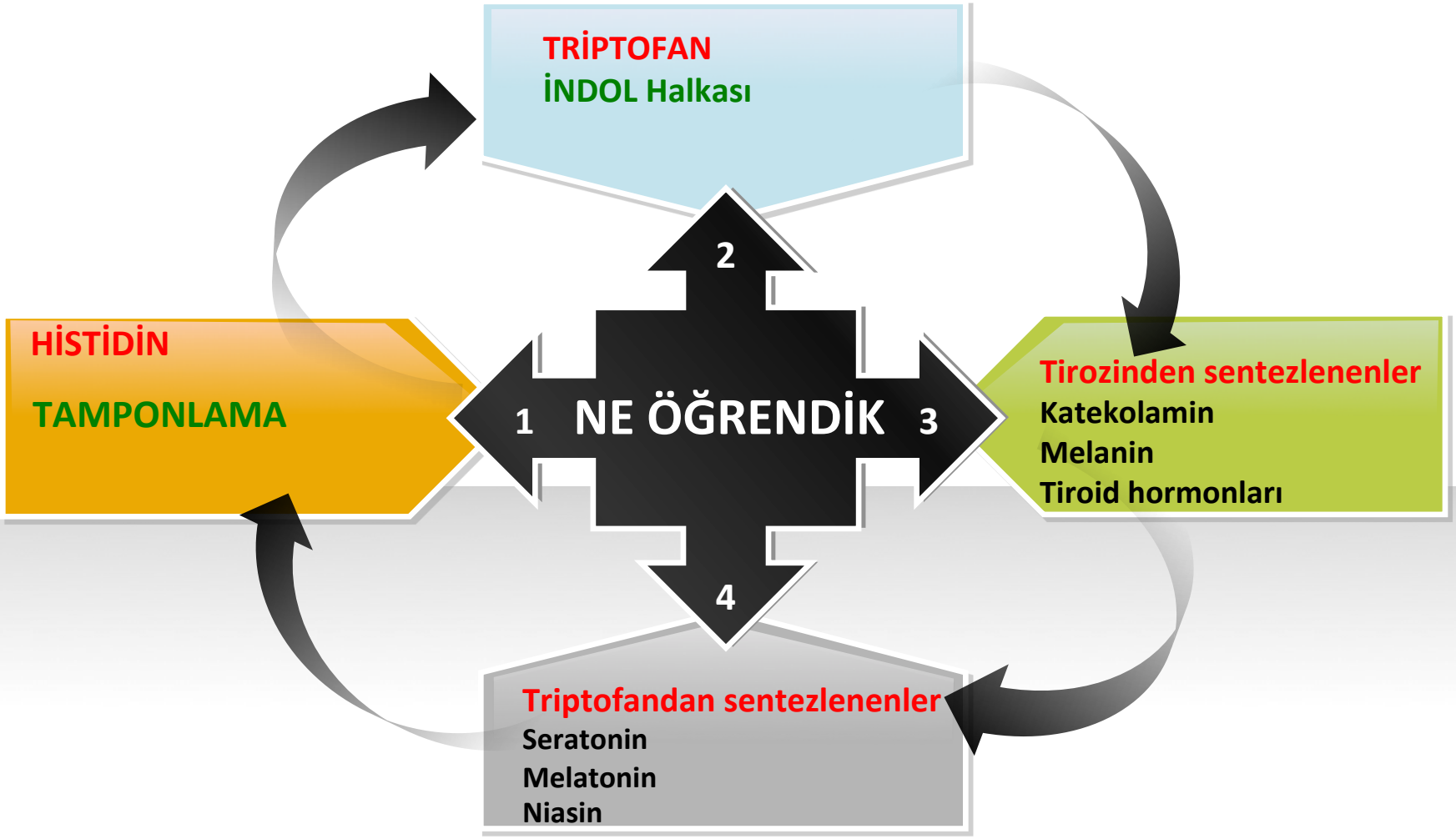
Melanin

Katekolaminler

B3 (Niasin)

Serotonin

Melatonin


TRİPTOFAN
İNDOL Halkası
2
HİSTİDİN
TAMPONLAMA
1
NE ÖĞRENDİK
3
Tirozinden sentezlenenler
Katekolamin
Melanin
Tiroid hormonları
4
Triptofandan sentezlenenler
Seratonin
Melatonin
Niasin

- **Aminoasitlerin yapısında yer alan aşağıdaki kimyasal gruplardan hangisi, proteinlerin yapı ve fonksiyonlarının belirlenmesinde rol oynar?**

a) Yan zinciri (R grubu)
b) α- amino grubu
c) α- karboksil grubu
d) α-karbon atomu
e) Asimetrik karbon atomları

- **Aşağıdaki amino asitlerden hangisi bazik yan zincire sahiptir?**
-

A) Asparajin
B) Valin
C) Triptofan
D) Lizin
E) Serin

3. Aşağıdakilerin hangisi, dikarboksilik bir amingasitttir?

a) Alanin b) Fenilalanin c) Arginin d) Histidin e) Aspartik asit

- **Globüler bir proteinin yüzeyinde bulunan aşağıdaki amino asitlerden hangisinin yan zinciri (R grubu) fizyolojik pH'de elektriksel olarak yüklüdür?**

- **A)** Asparajin
- **B)** Glutamin
- **C)** Lizin
- **D)** Serin
- **E)** Treonin

- **Aşağıdakilerden hangisi, yan zincirinde hidroksil grubu içeren aminoasitlerden biridir?**

a) Metionin
b) Tirozin
c) Alanin
d) Glisin
e) Sistein

41) Fizyolojik pH'da, pH değişikliklerine karşı tamponlama özelliği olan aminoasit aşağıdakilerden hangisidir?

a) Glutamat b) Glisin c) Histidin d) Fenilalanin e) Alanin

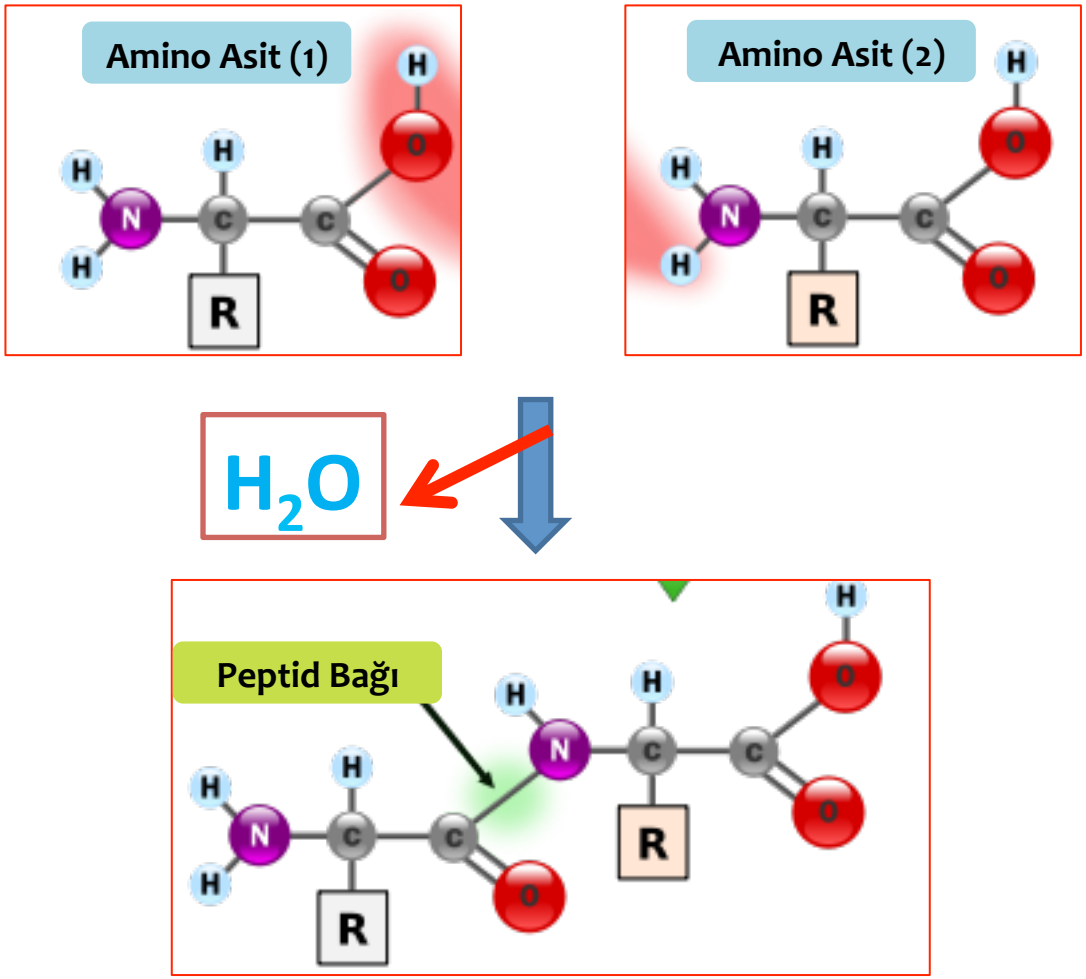
[illegible] ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangileri do

PROTEİNLERİN YAPISI

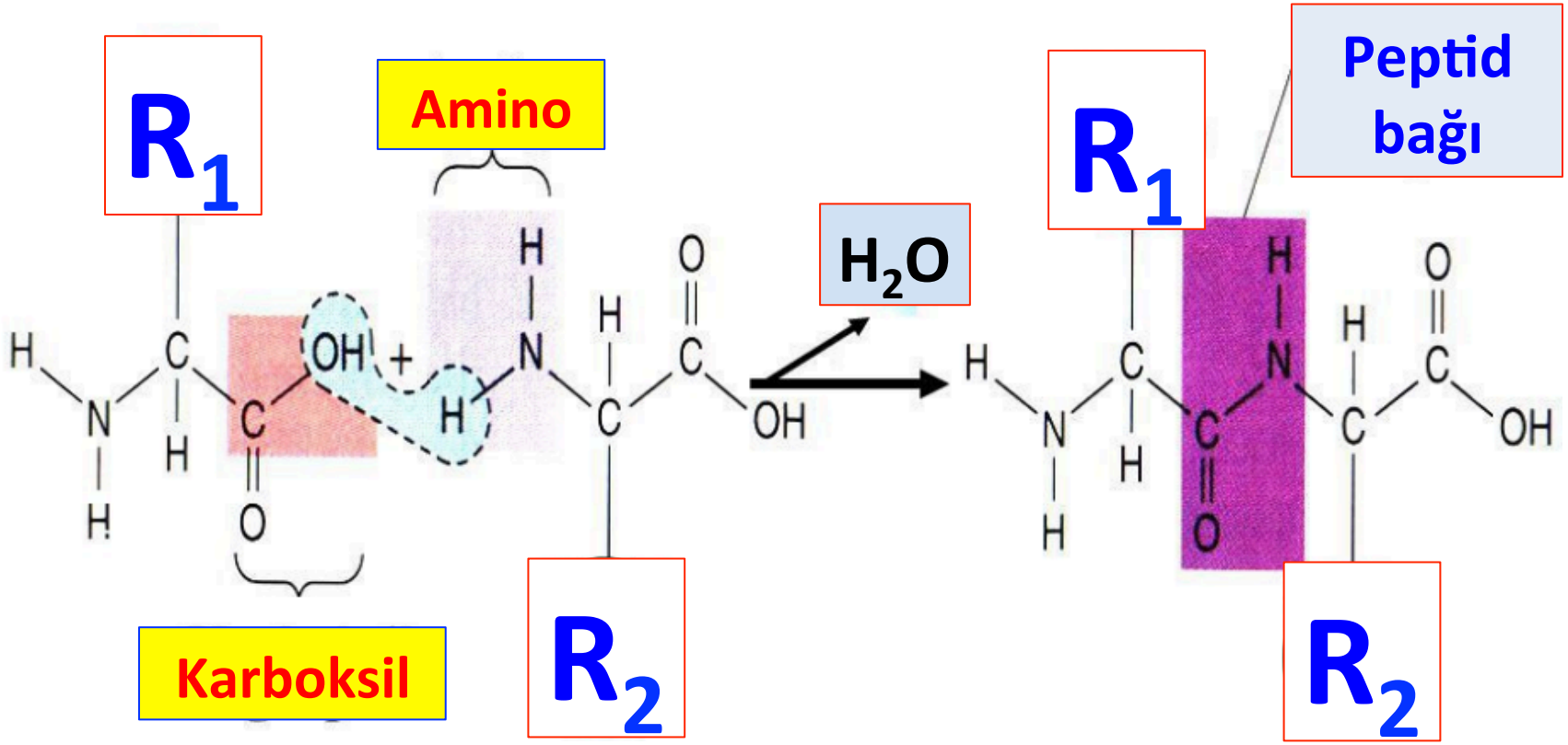
- Birinci (Primer)
- İkinci (Sekonder)
- Üçüncü (Tersiyer)
- Dördüncü (Kuarterner)

Primer yapı

- **20** aminoasit
- **DNA'daki genetik bilgiye** göre
- **Peptid bağı**


Amino Asit (1)
Amino Asit (2)
H_2O
Peptid Bağı
H
N
C
O
R

TRANS POZİSYON



Peptid bağının özellikleri:

- ✓ **Kovalent-amid** bağıdır.
- ✓ **Kısmi çift bağ** karakteri gösterir (yapısındaki **atomlar serbestçe hareket** edemezler).
- ✓ Peptid bağı **trans** yapısındadır.
- ✓ Peptid bağı **hidroliz** ile yıkılırken **denature edici ajanlarla** yıkılmaz.

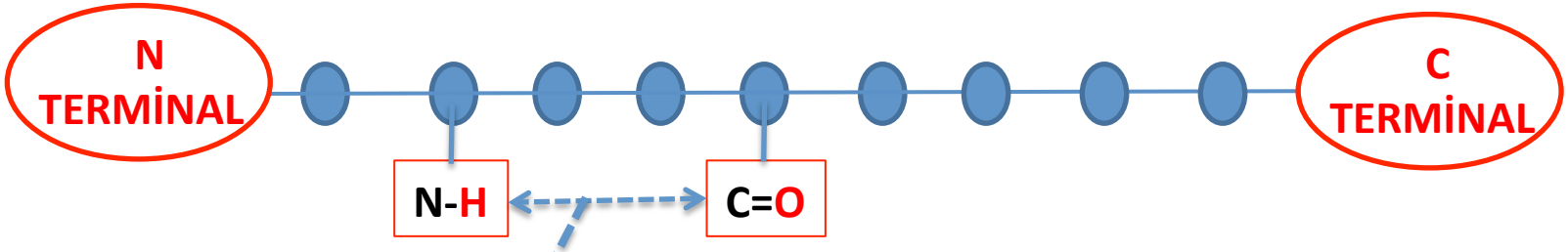
Sekonder yapı

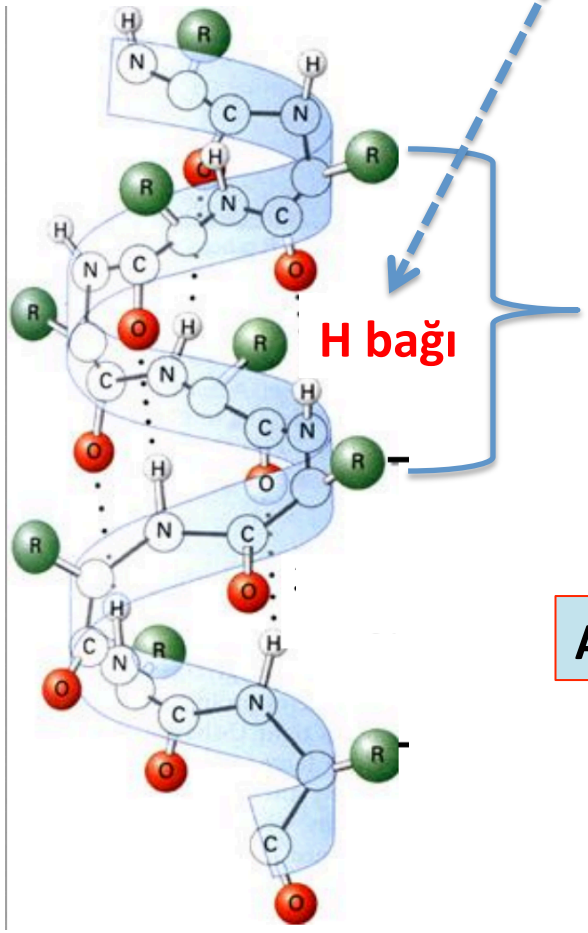
- **Hidrojen bağları**

- α- sarmal (heliks)
- β-tabaka
- β-kıvrımlar

Alfa sarmal (heliks) yapı

- **Birinci aminoasitin amit** (N-H) ve **dördüncü aminoasitin karboksil** (C=O) arasında oluşur.
- Aminoasitlerin R yan grupları sarmalın dışında
- Sıklıkla **sağ el sarmal** yapısındadır.
- **En düşük enerjili** ve **kararlı** yapıdır.





Alfa heliks;

- ✓ Hidrojen bağları vardır
- ✓ R grupları sarmalın dışına yönelir
- ✓ Sıklıkla sağ el sarmal yapısıda
- ✓ Her sarmalda 3.6 aminoasit yer alır ve sarmalın yüksekliği: 5.4 A°

Aminoasitler birbirlerinden 1.5 A° uzaklığındadır.

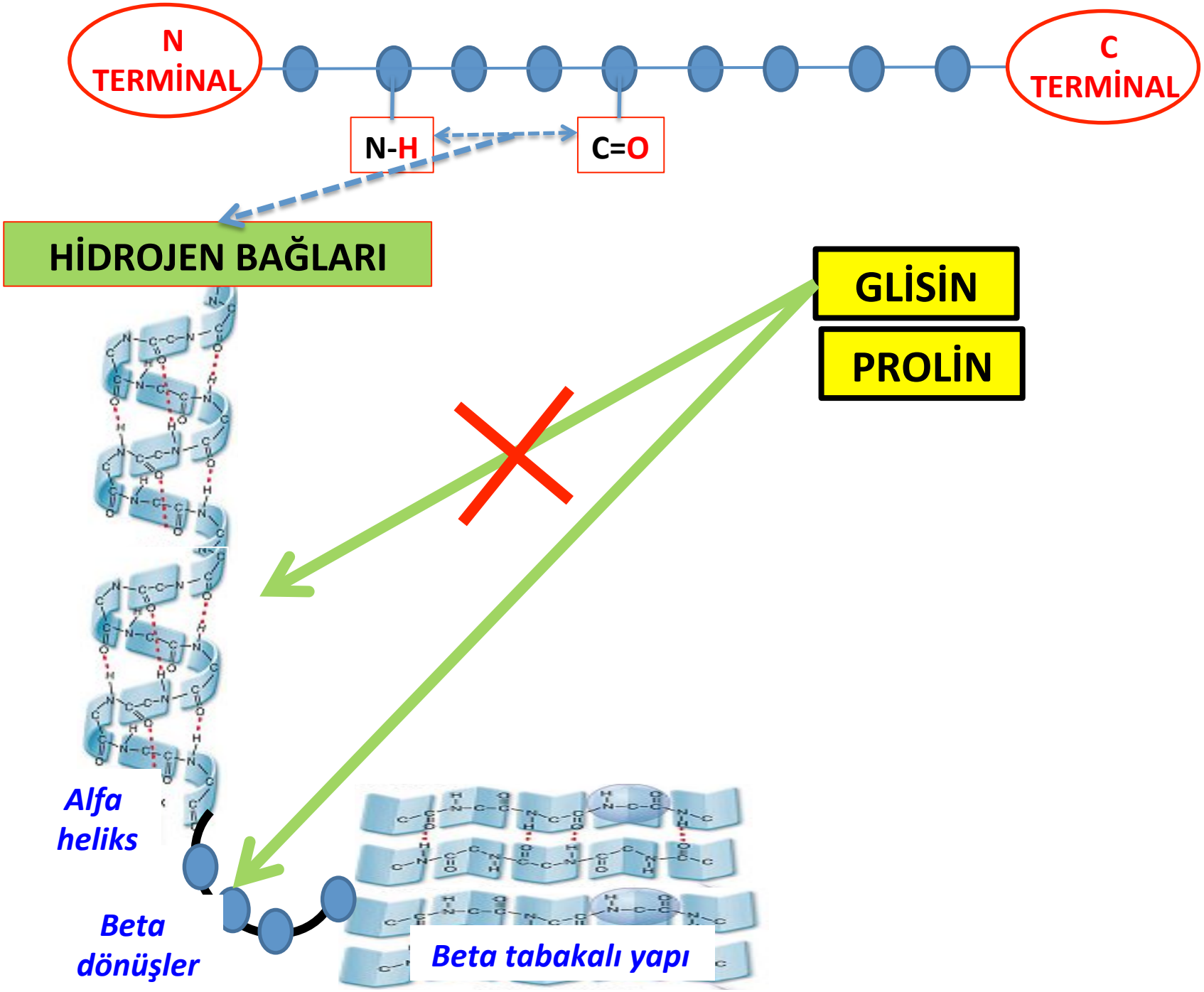
βeta Tabakalı yapı

- Aminoasitler arasındaki mesafe **3.5 A°**
  - **Aminoasitler arasındaki mesafe alfa helikse göre daha artmıştır**
  - Bu sebeple beta tabakalı yapı **daha gergin-gerilmiş** haldedir.

βeta Dönüşler

- Sekonder yapıdaki α–heliks ile β–tabaka birbirine β–dönüşler (kıvrımlar) ile bağlanır

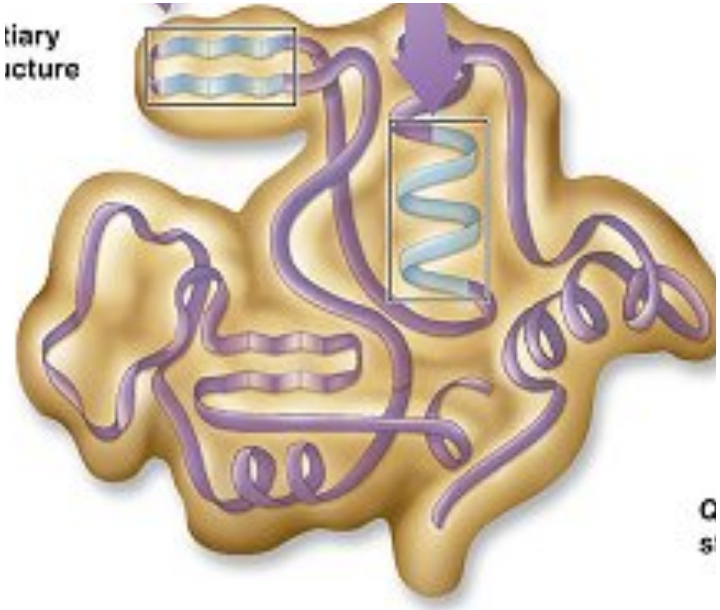
- β–dönüşler genel olarak proteinin **su ile etkileşebilen yüzeye yakın kısımlarında** görülür


N TERMİNAL
C TERMİNAL
N-H
C=O
HİDROJEN BAĞLARI
GLİSİN
PROLİN
Alfa heliks
Beta dönüşler
Beta tabakalı yapı

Tersiyer Yapı

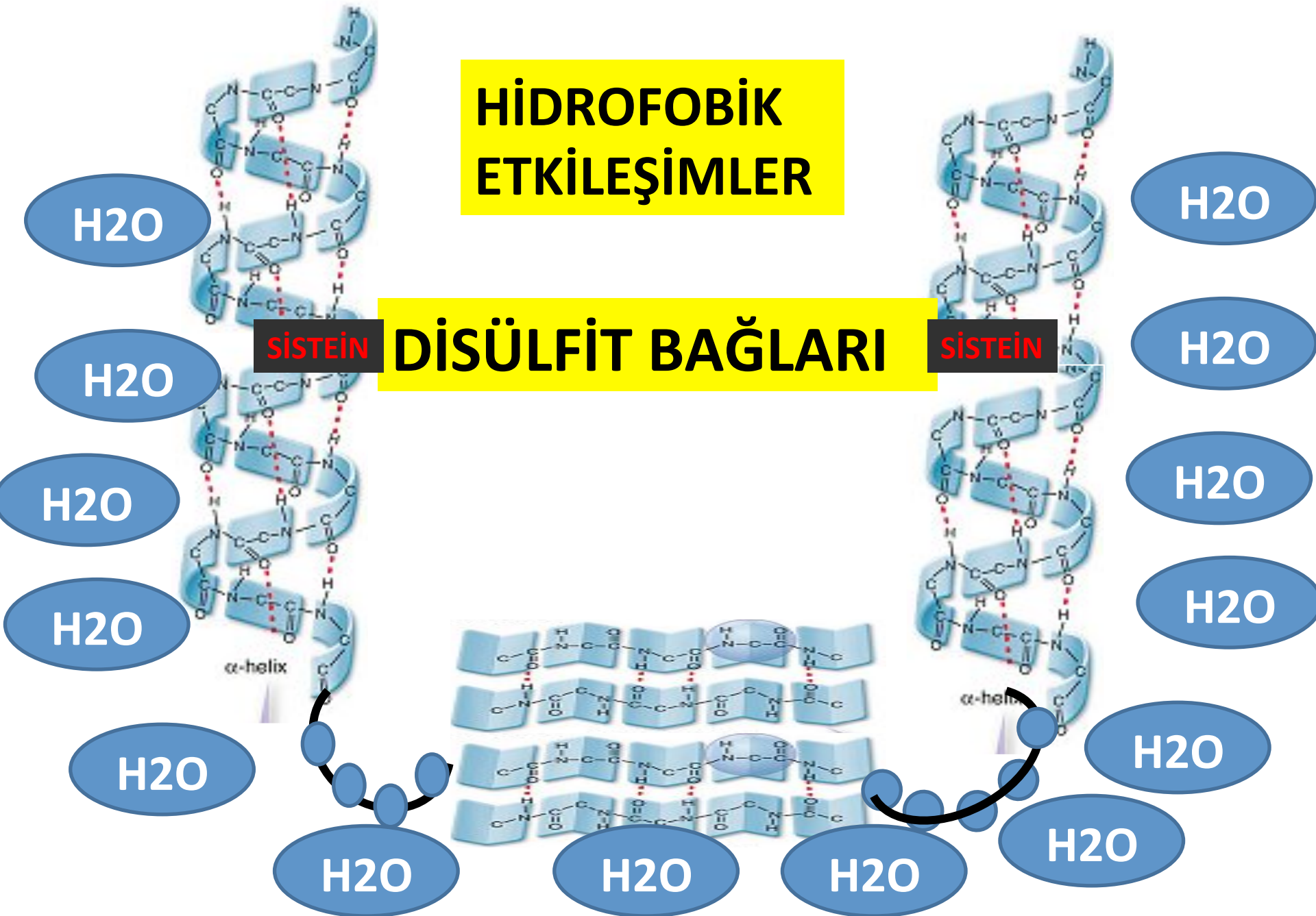
- Bir proteinin **biyolojik aktivite**sinin kazandığı **üç boyutlu yapısı**

- Proteinlerin tersiyer yapısı primer yapı tarafından belirlenir.



HİDROFOBİK ETKİLEŞİMLER

SİSTEİN **DİSÜLFİT BAĞLARI** SİSTEİN

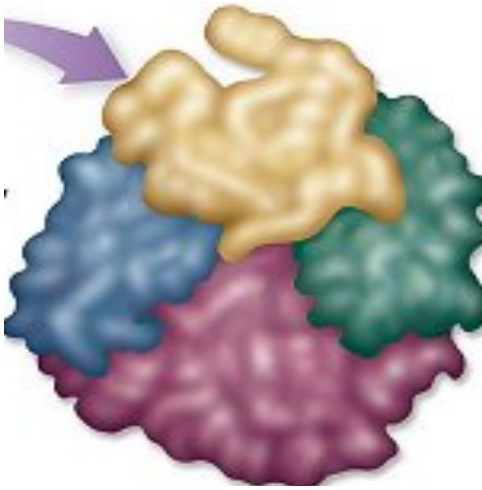


Tersiyer yapıyı stabilize eden bağlar;

- **Hidrofobik etkileşimler**;
- **Disülfit bağları**; **Sistein** aminoasiti yapar. **Keratin** proteininde fazladır
- **Hidrojen bağları**;
- **İyonik bağlar**;
- **Wan der Walls bağları**;

Kuartener Yapı

- **Birden fazla alt birim**
- **Tek** bir polipeptidden oluşan proteinlerin son yapısı **tersiyer** yapı
- **Birden fazla** polipeptidden oluşan proteinlerin son yapısı **kuartener** yapıdır
- **Kovalent olmayan etkileşimler**



- Eğer bir protein tek başına iş yapacaksa son yapısı

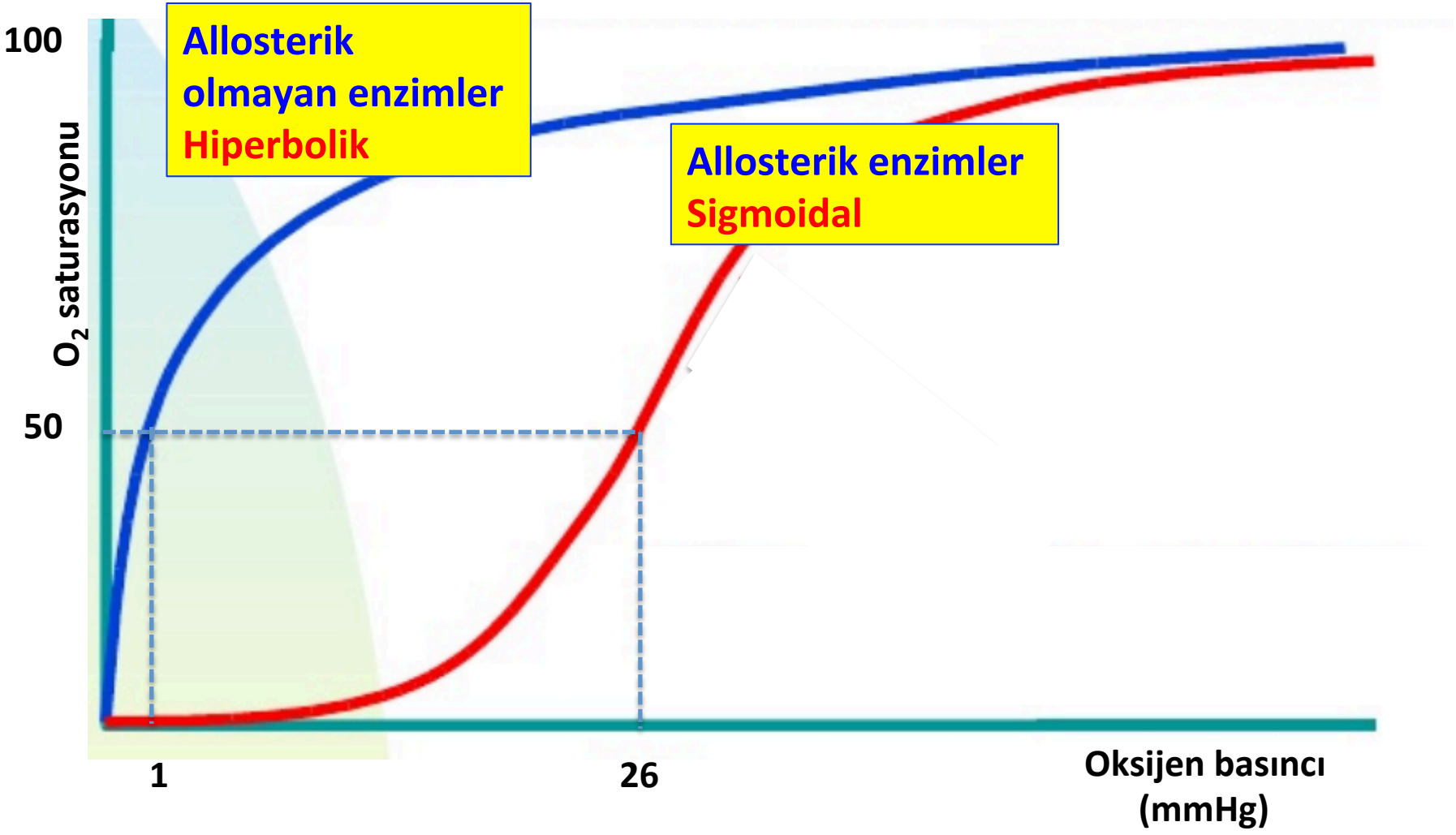
Allosterik olmayan enzimler

tersiyer yapı

- Birden fazla proteinle bir araya gelip işi birlikte yapacaksa

Allosterik enzimler

kuartener yapı


Allosterik
olmayan enzimler
Hiperbolik
Allosterik enzimler
Sigmoidal
100
50
O_2 saturasyonu
1
26
Oksijen basıncı
(mmHg)

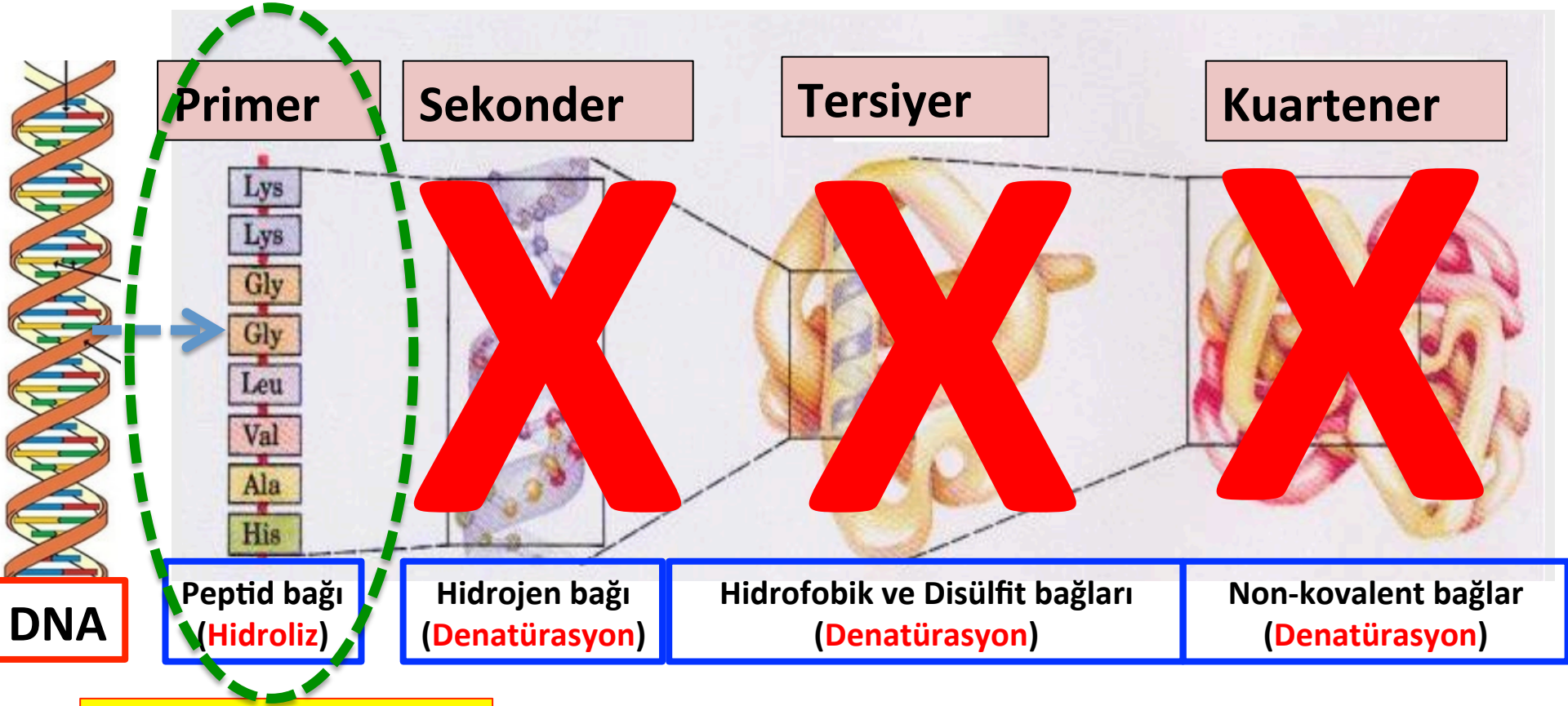
- **SİGMOİDAL EĞRİ**

- **Çoklu polipeptit** yapısındadır

- **Büyük ve kompleks** proteinlerdir

- **Düzenlenebilir** **(allosterik)**

Proteinlerin t **DENATÜRASYON** *ndan belirlenir.*



HİDROLİZ

- ***Denatürasyon*** → ***renatürasyon***

  - **Primer yapı yani, p**eptit bağları korunmuştur

  - hangi bağ ?

  - geri dönüşümlü

Uygun şartlarda denaturasyon geri dönerken, hidroliz ise geri dönmez.

- ***Hidroliz*** peptit bağlarının su girişi ile yıkılması

  - primer yapının bozulduğu bir durum

  - geri dönüşümsüzdür

. **Proteinlerin denatürasyonu sırasında aşağıdakilerden hangisi <u>değişmez</u>?**

A) Primer yapı

B) Sekonder yapı

C) Tersiyer yapı

D) Kuaterner yapı

E) Hidrojen bağları

E)Lizin

7-Aşağıdaki bağlardan hangisi proteinlerin yapısında bulunmaz?

A)Disülfid bağı

B)Peptid bağı

C)Hidrojen bağı

D)Lipid bağı

E)Apolar bağlar

... tersiyer yapısındaki hidrojen bağlarını kaybederse

- **Aşağıdaki amino asitlerden hangisi bazı proteinlerde görülen α -heliks yapısını bozar?**

A) Alanin
B) Serin
C) Prolin
D) Treonin
E) Metionin

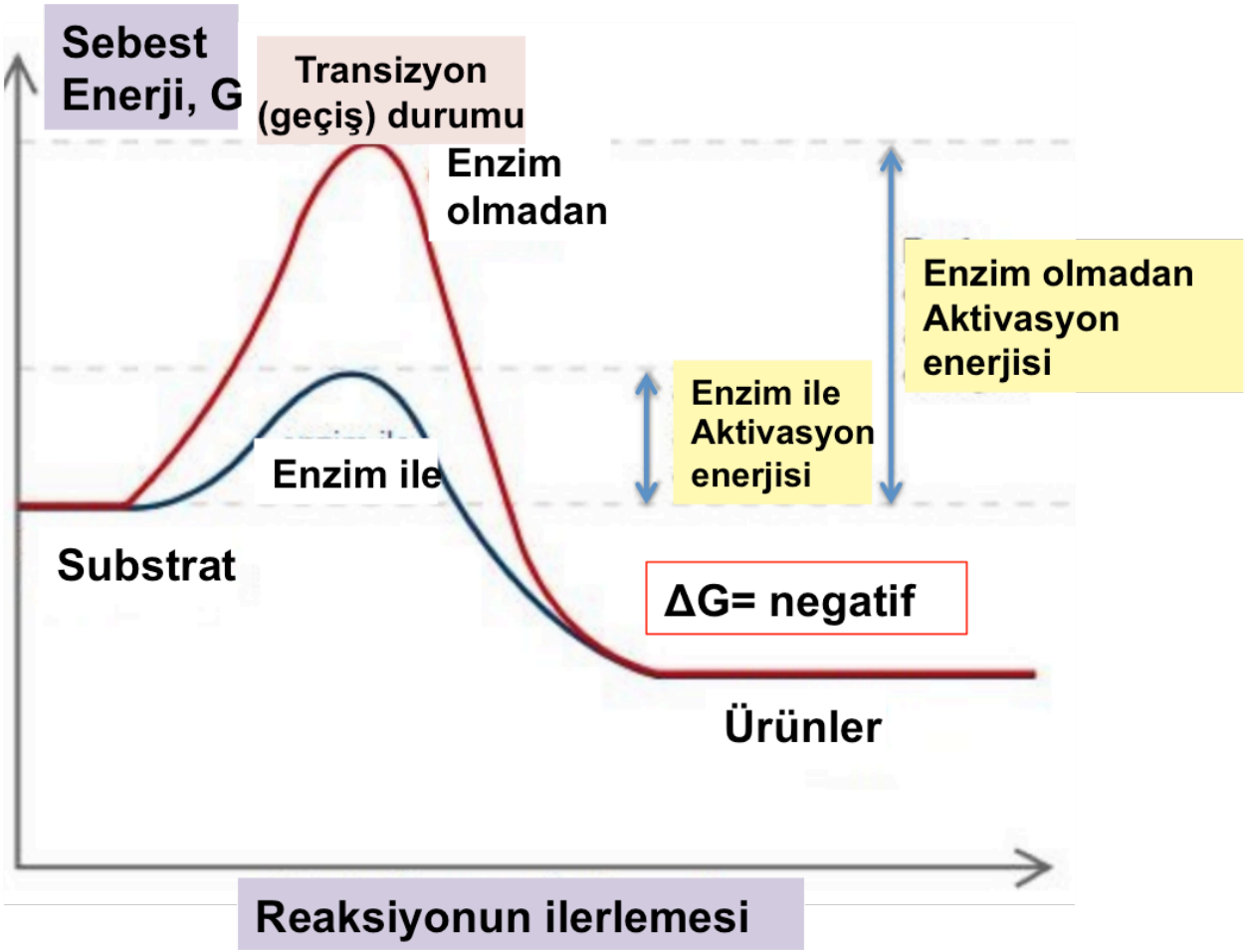
Enzimler ve Genel Özellikleri

Uzm.Dr.Hasan Taşlıdere

dr.hasantaslidere@gmail.com

ENZİMLER ve GENEL ÖZELLİKLERİ

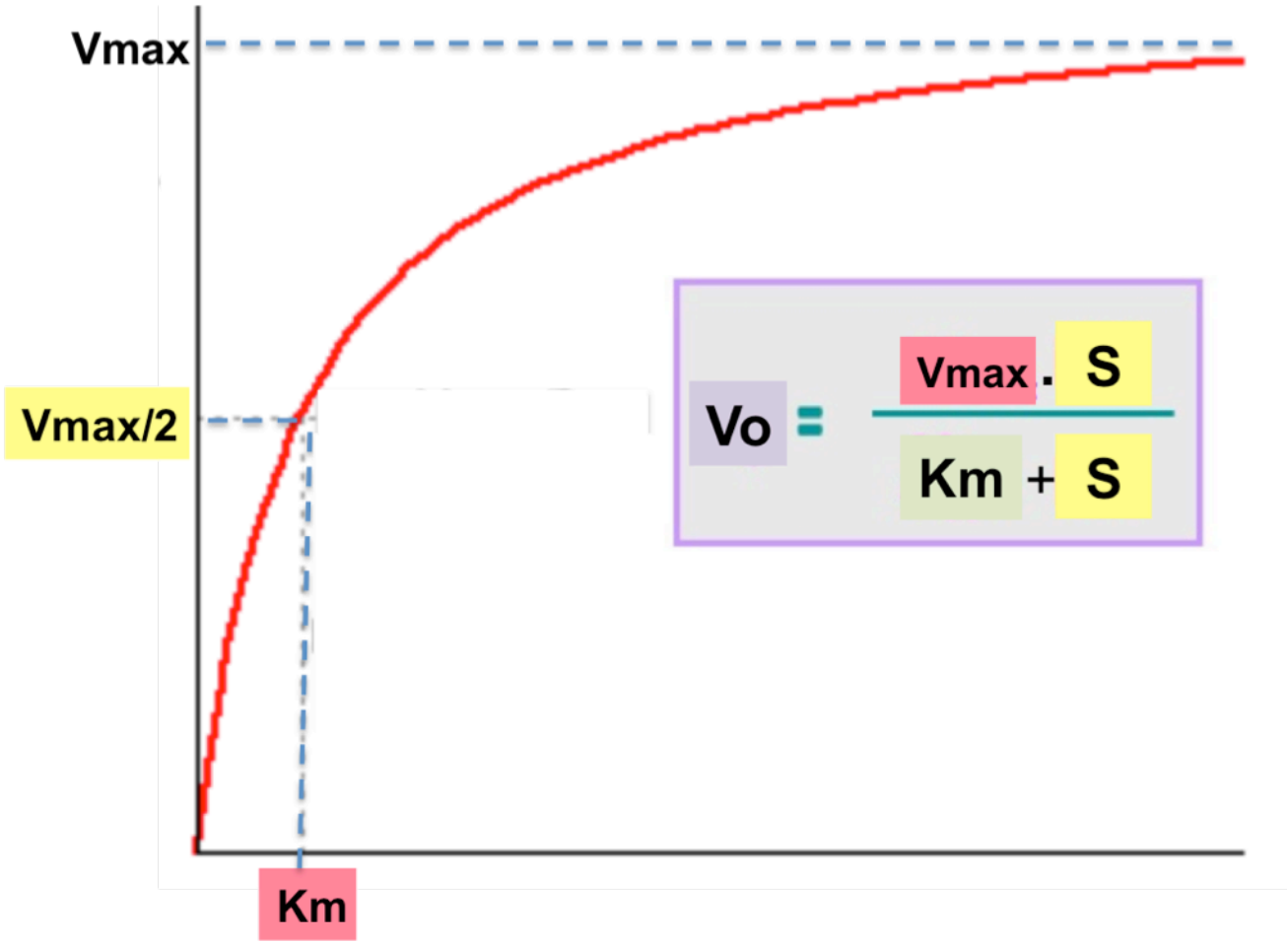
- Enzimler **protein** yapısındadır
- Enzimler **aktivasyon enerjisini azaltarak** kimyasal reaksiyonların hızını arttırırlar.
- Substratları için **yüksek spesifite** gösterirler. **Tek tip** reaksiyonu katalizlerler.
- Denge sabitini **değiştirmezler**. Tepkimeden **değişmeden çıkarlar**


Sebest Enerji, G
Transizyon (geçiş) durumu
Enzim olmadan
Enzim olmadan Aktivasyon enerjisi
Enzim ile Aktivasyon enerjisi
Enzim ile
Substrat
ΔG= negatif
Ürünler
Reaksiyonun ilerlemesi

Reaksiyonun hızını etkileyen faktörler

- ***Enzim konsantrasyonu,***
- ***Substrat konsantrasyonu***
- ***Sıcaklık***
- ***pH*** (**ALP** bazik, **pepsin** ise asidik pH da etkilidir)

Michalis-Menten kinetiğI

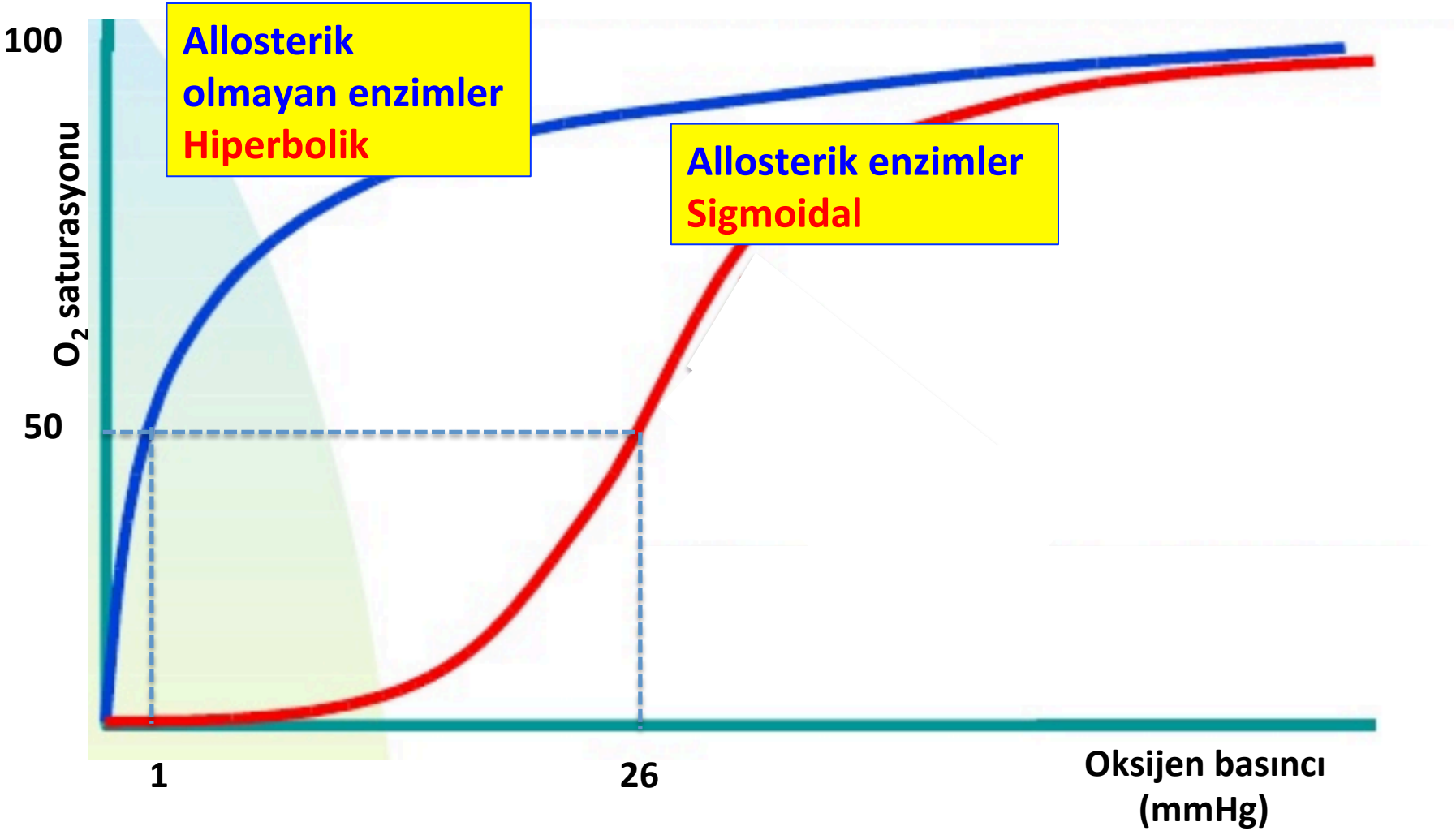


- **Km,** reaksiyon hızının V maxın yarısına eşit olduğu durumdaki substrat konsantrasyonudur

- Km Michaelis-Menten sabitidir

- **Bir enzime ve belirli bir substrata özeldir ve o enzimin substrata olan ilgisini gösterir ve ters orantılıdır**

- **Bir enzimin Km değeri ne kadar küçükse, substrata afinitesi o kadar yüksektir**


Allosterik
olmayan enzimler
Hiperbolik
Allosterik enzimler
Sigmoidal
100
50
O_2 saturasyonu
1
26
Oksijen basıncı
(mmHg)

- **SİGMOİDAL EĞRİ**

- **Çoklu polipeptit** yapısındadır

- **Büyük ve kompleks** proteinlerdir

- **Düzenlenebilir** **(allosterik)**

- **Allosterik** enzimler sigmoidal eğri gösterdikleri için **Michalis-Menten kinetiğine uymazlar.**

- **Allosterik olmayan enzimler** ise hiperbolik eğri gösterdiklerinden **Michalis- Menten kinetiğine uyarlar.**

Allosterik enzimlerin özellikleri;

- ✓ **Çoklu** polipeptid zincirinden oluşurlar.
- ✓ Allosterik enzimlerin eğrileri **sigmoidal**dir.
- ✓ **Michaelis-Menten kinteğine uymazlar.**
- ✓ Sigmoidal eğri gösterdikleri için **düzenlenebilir** proteinlerdir.
- ✓ Allosterik enzimlerin hepsi **tek yönlüdür**.

- Allosterik enzimlerde substratın bağlandığı **aktif bir bölge** ile allosterik bölge (modülatörlerin) bağlandığı **allosterik bir bölge** vardır.
  - **Substrat aktivatör, son ürün inhibitör**

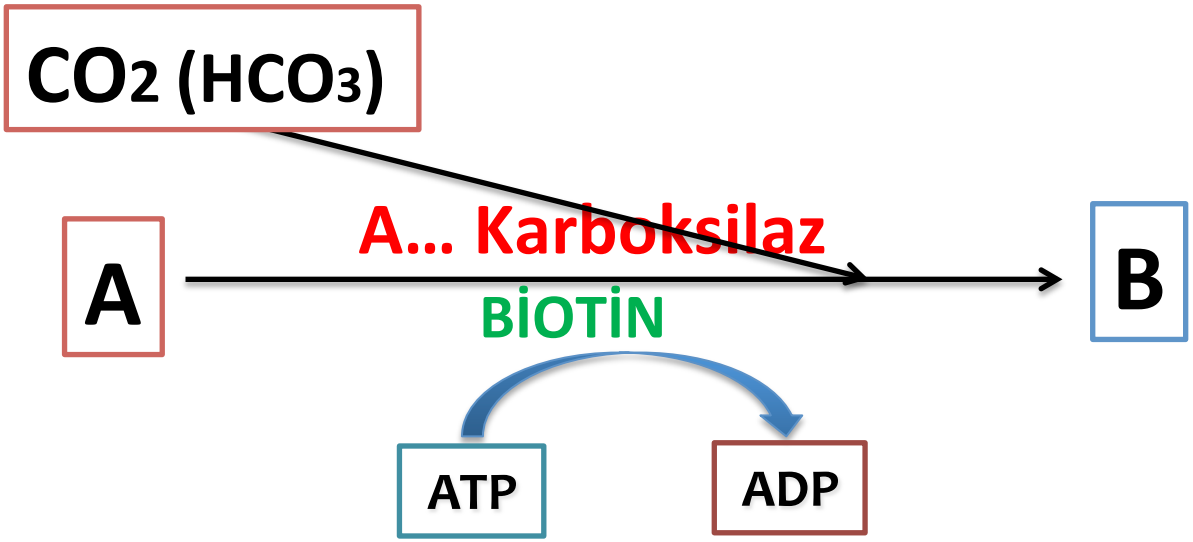
- **Allosterik enzimlerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Eğrileri sigmoidaldir.
B) Michaelis-Menten enzim kinetiğine uyarlar.
C) Pozitif ya da negatif efektörleri vardır.
D) Metabolik yolakların kontrol basamağında görev alırlar.
E) Reaksiyonları tek yönlüdür.

Transferazlar

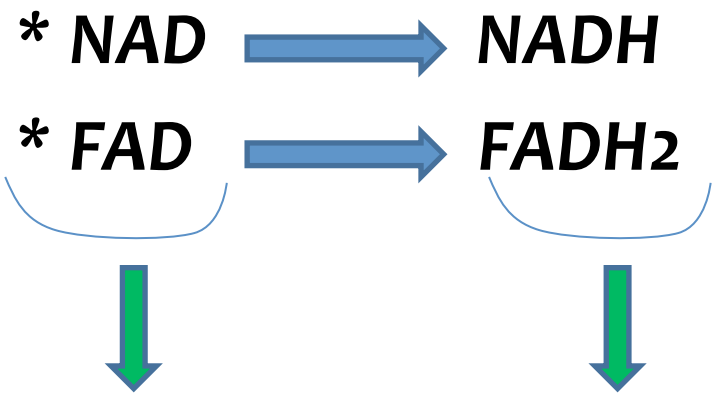
KİNAZ: ATP'yi donör olarak kullanıp **fosfat transferi** yaparlar

LiGazlar: ATP kullanarak iki farklı bileşiğin **sentezi tepkimesini katalize ederler**



LiYazlar: Kimyasal bağların **yıkılması, ayrılması tepkimelerini katalize ederler**

Oksidoredüktazlar: Oksidasyon redüksiyon tepkimelerini katalize ederler. **Elektron veya hidrojen alışverişi olur**

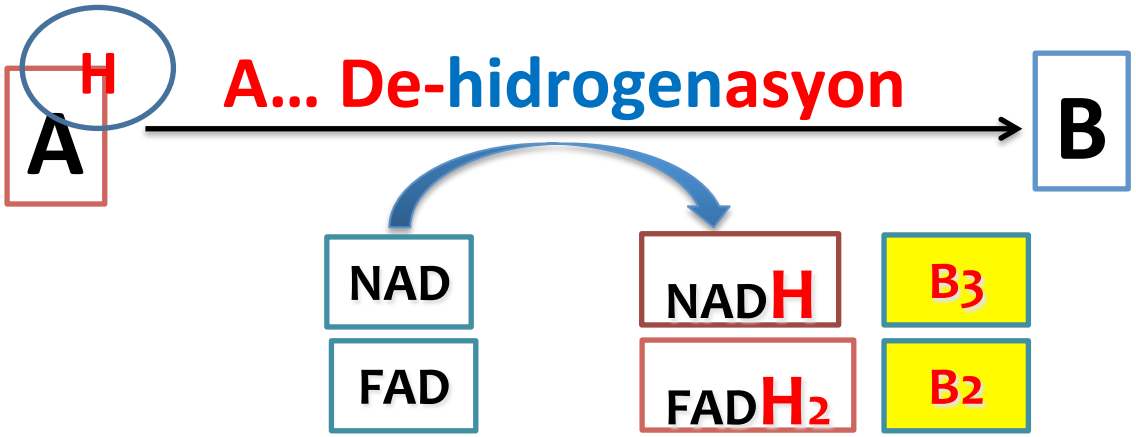


Yükseltgenme **İndirgenme**

Oksidasyon **Redüksiyon**

1.Oksidoredüktazlar: Oksidasyon redüksiyon tepkimelerini katalize ederler. **Elektron veya hidrojen alışverişi olur**

Dehidrogenasyon

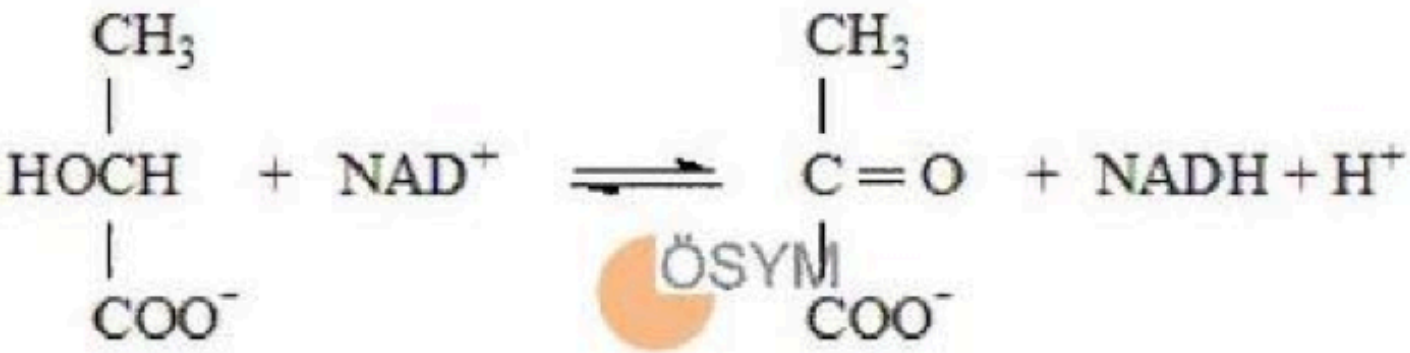


Oksidoredüktazlar hangi vitaminleri kofaktör olarak kullanır?

B2	B3

- **ATP'yi donör olarak kullanıp fosfat transferini katalizleyen enzimlerin genel adı aşağıdakilerden hangisidir?**

a) Kinazlar
b) Oksijenazlar
c) Dehidrogenazlar
d) Oksidazlar
e) Liyazlar

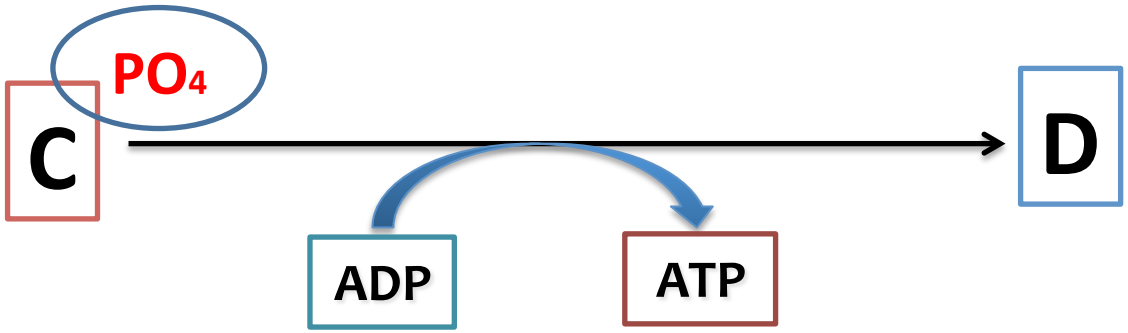


Verilen reaksiyonu katalizleyen enzimin dahil olduğu sınıf aşağıdakilerden hangisidir?

A) Transferazlar
B) Oksidoredüktazlar
C) Liyazlar
D) Ligazlar
E) İzomerazlar

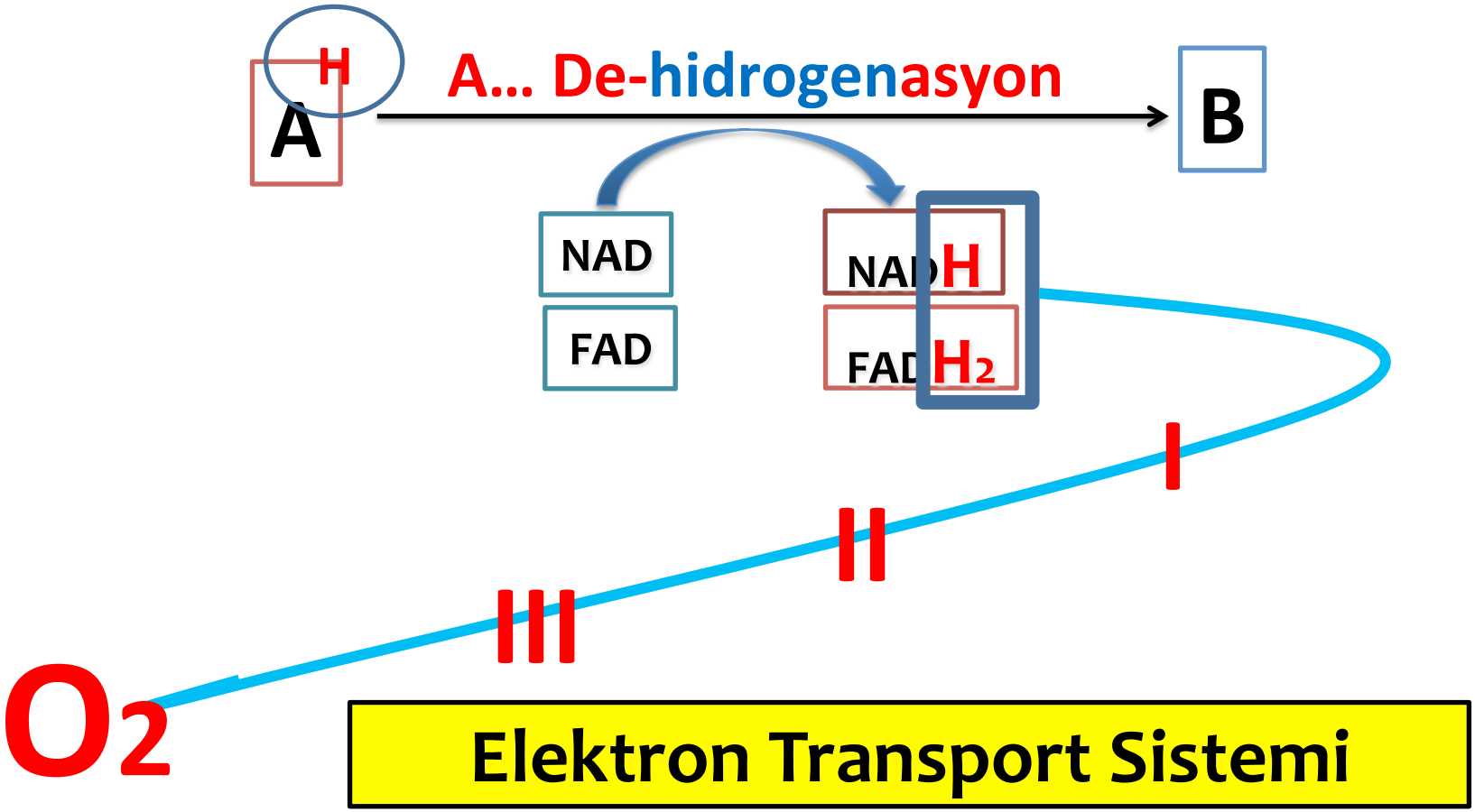
Organizmada ATP iki yolla sentezlenir

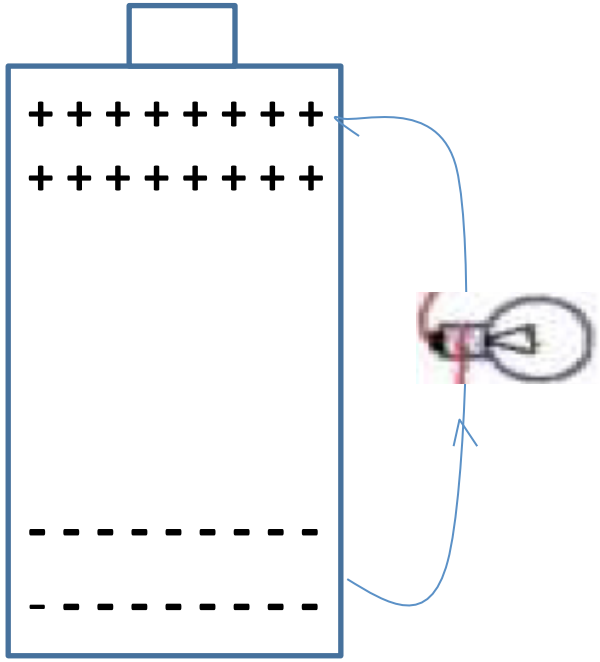
1) Substrat düzeyinde fosforilasyon: DOĞRUDAN ATP



Organizmada ATP iki yolla sentezlenir

2) Oksidatif fosforilasyon (ETS)





- **Elektronlar düşük ilgili moleküllerden yüksek ilgili moleküllere hareket ederler**

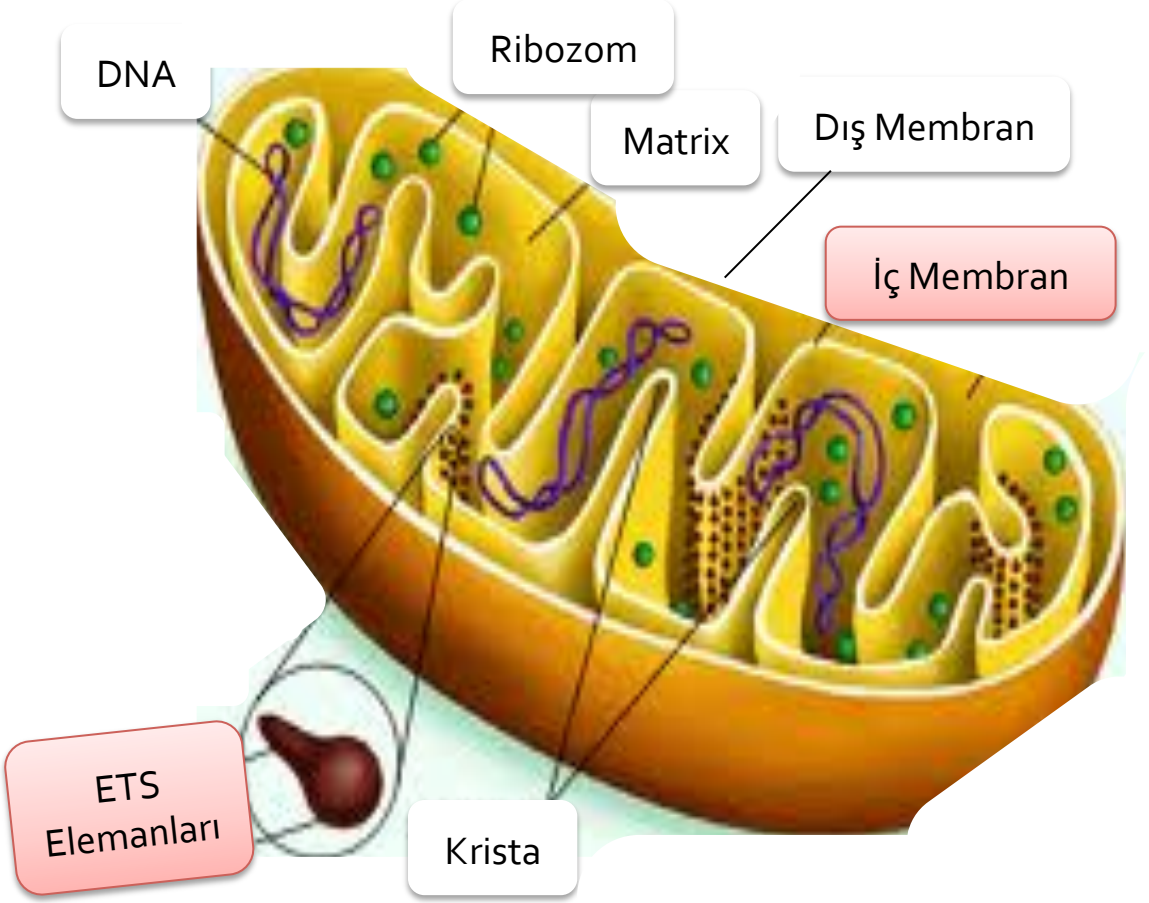
- **Bir elektron, elektron ilgisi farklı iki bileşik arasında ilerlerken mekanik bir iş oluşturabilir**

ELEKTRON TRANSPORT ZİNCİRİ (ETZ)

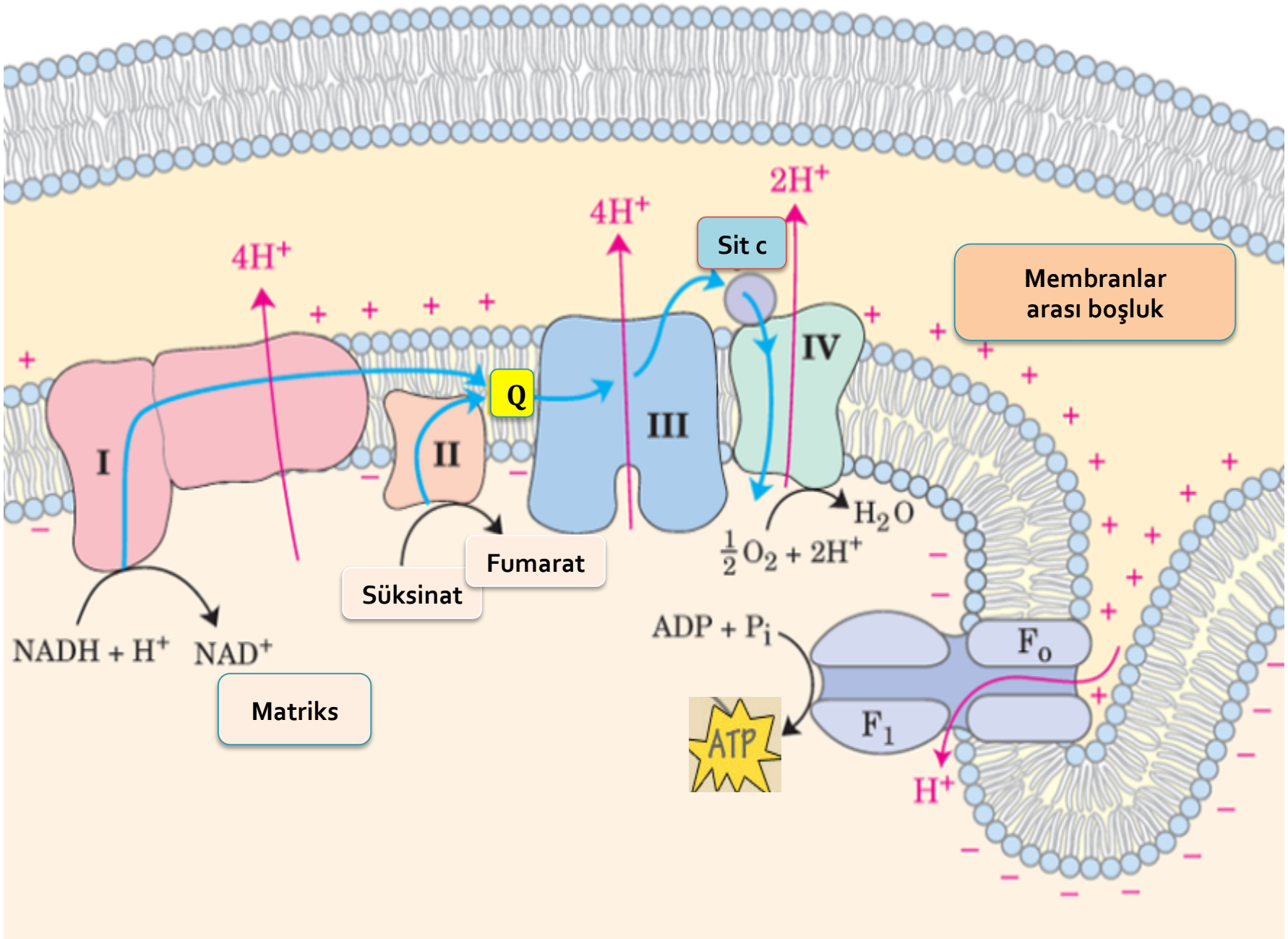
Uzm.Dr.Hasan Taşlıdere

dr.hasantaslidere@gmail.com

ELEKTRON TRANSPORT ZİNCİRİ (ETZ)



mdaselim


4H+
4H+
2H+
Sit c
Membranlar arası boşluk
I
II
III
IV
Q
Fumarat
Süksinat
NADH + H+
NAD+
Matriks
H2O
1/2 O2 + 2H+
ADP + Pi
ATP
Fo
F1
H+

ETZ'nin hareketli iki elemanı

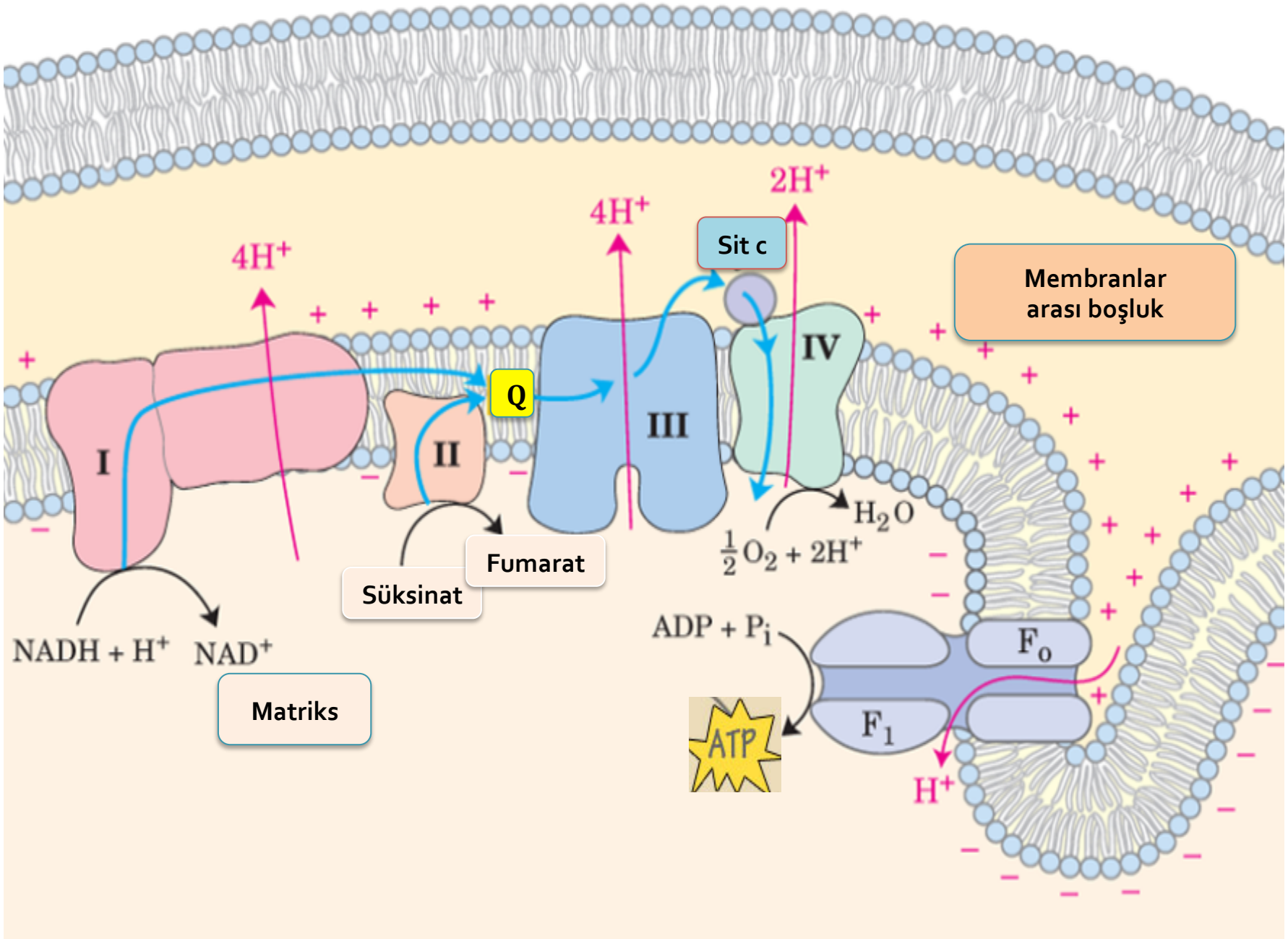
Koenzim Q

Sitokrom C

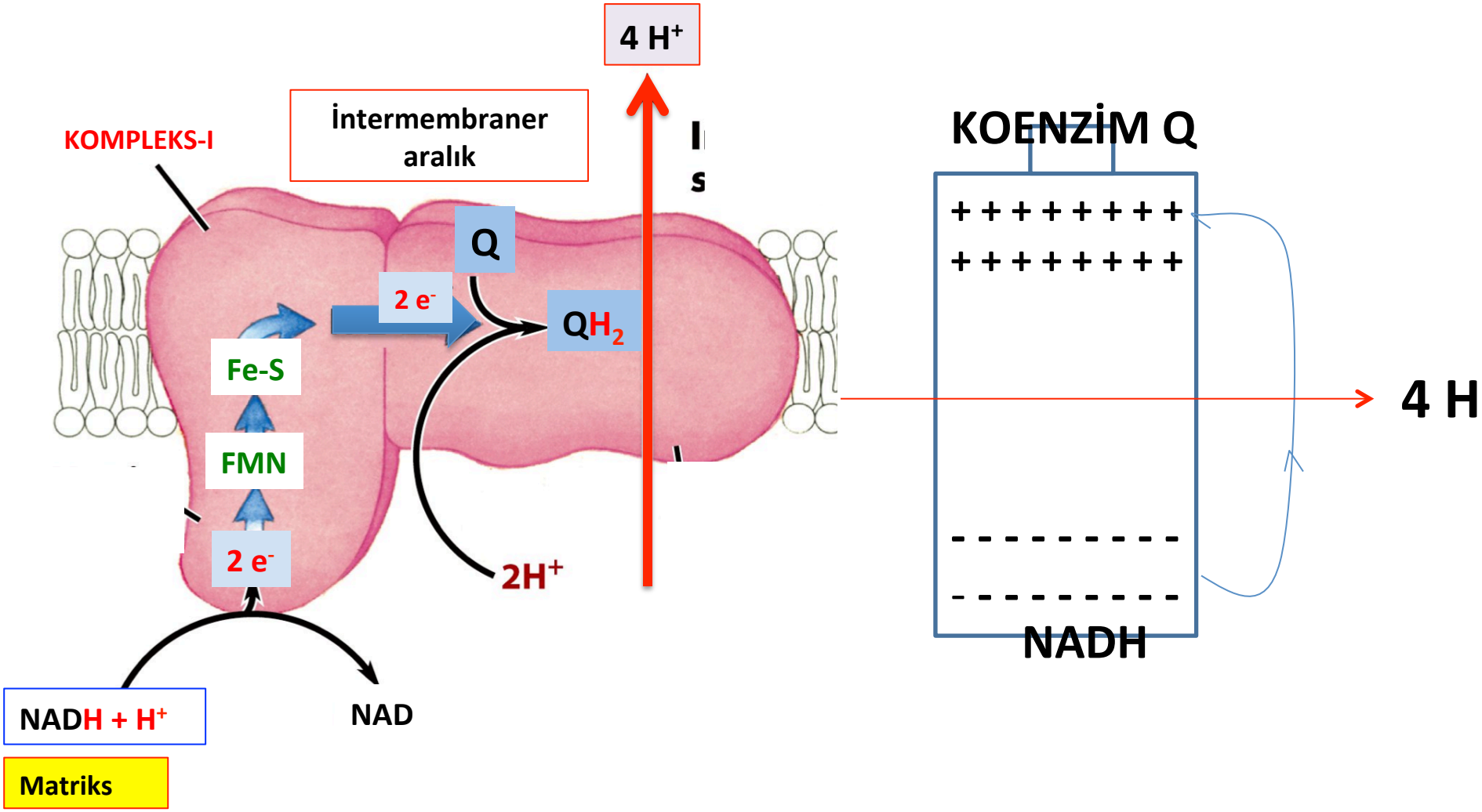
LİPİD YAPIDA

HİDROFOBİK KİNON

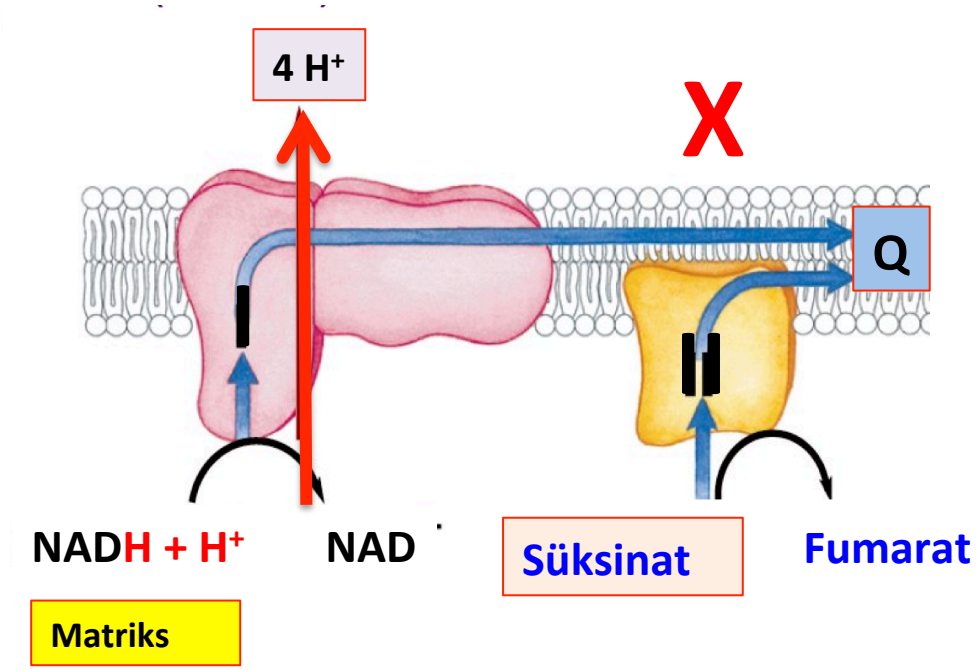
UBİKİNON


4H+
4H+
2H+
Sit c
Membranlar arası boşluk
I
II
III
IV
Q
Fumarat
Süksinat
NADH + H+
NAD+
Matriks
H2O
1/2 O2 + 2H+
ADP + Pi
ATP
Fo
F1
H+

Kompleks I (NADH dehidrojenaz kompleksi)



Kompleks II (süksinat dehidrojenaz kompleksi)

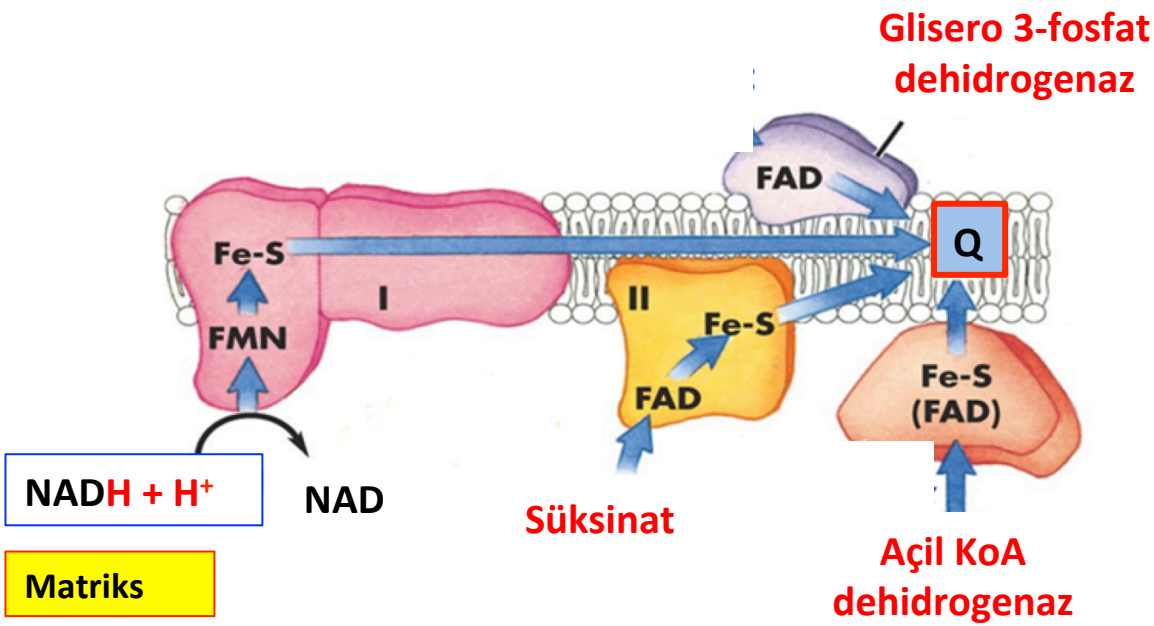


TRANS MEMBRAN OLMAYAN

AMPUL YANMAZ

- **Koenzim-Q** ETZ'de **elektron toplayıcısı** bir moleküldür.

- **Dört farklı** yerden elektron girişi vardır.


Glisero 3-fosfat dehidrogenaz
FAD
Q
Fe-S
I
FMN
II
Fe-S
FAD
Fe-S
(FAD)
NADH + H+
NAD
Süksinat
Açil KoA dehidrogenaz
Matriks

NAD**H** → Kompleks I

FAD**H**$_2$ → Kompleks I'i **ATLAR**

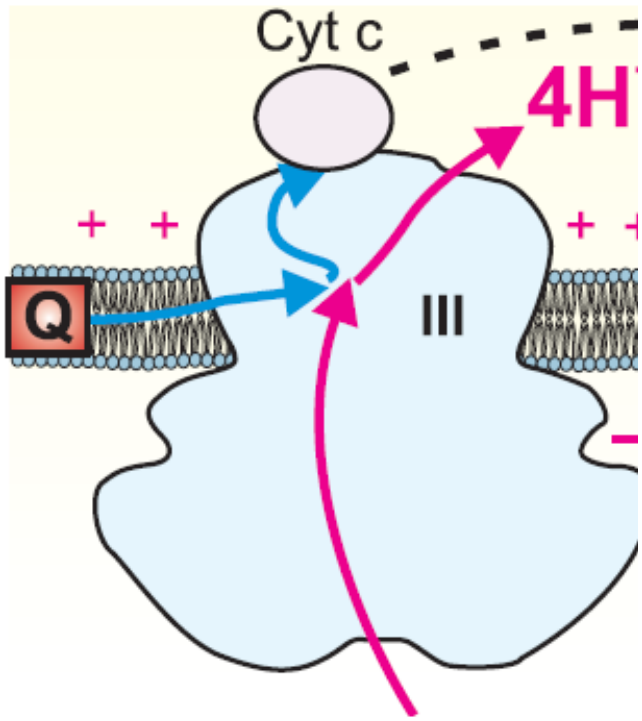
- **Süksinat dehidrogenaz- Kompleks 2**

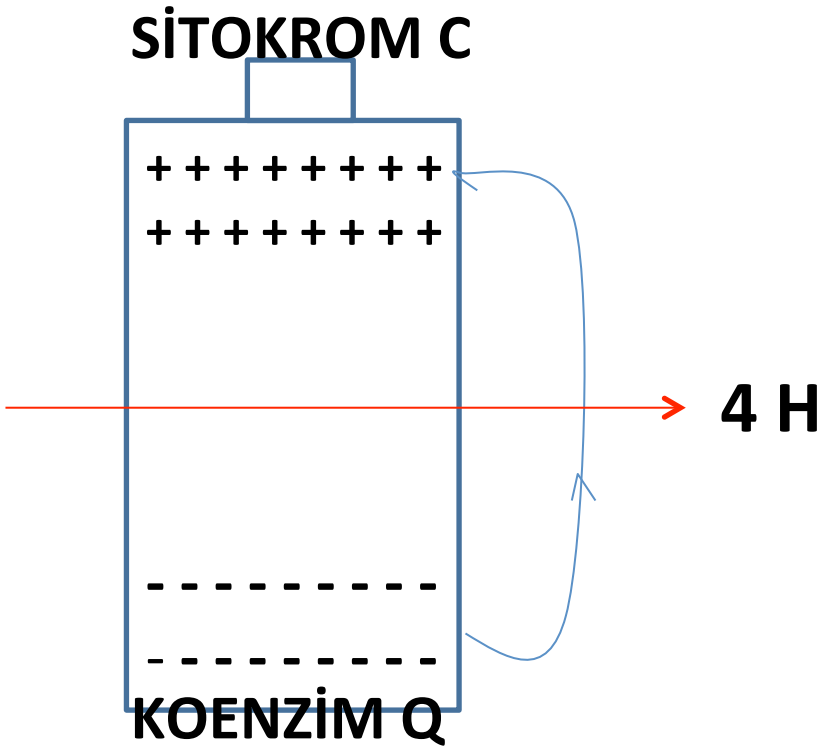
  İKİLİ OYNAR!!!

  – **HEM ETS, HEM DE TCA'DA YER ALIR**

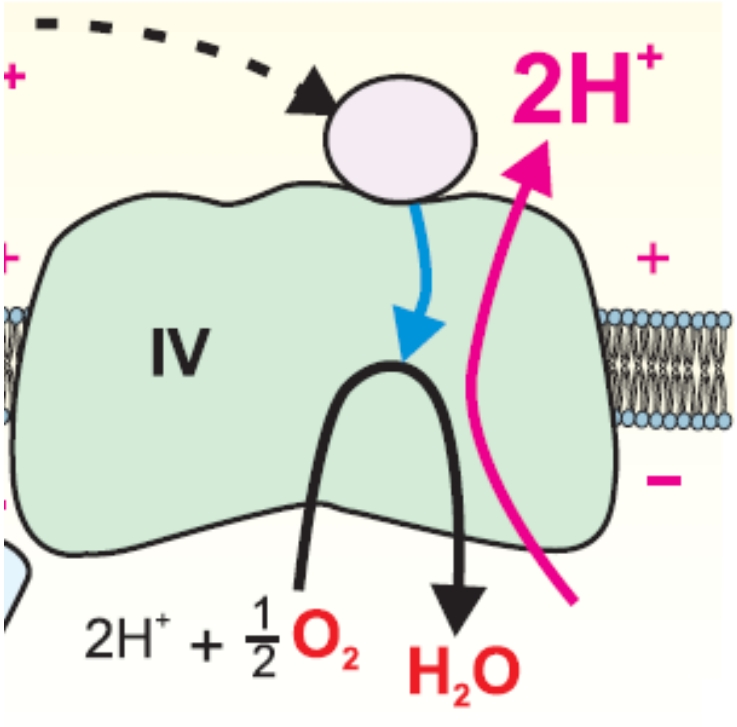
- **TCA nın tüm enzimleri mitokondri matriksinde yer alırken yalnızca süksinat dehidrogenaz enzimi iç zara bağlıdır**

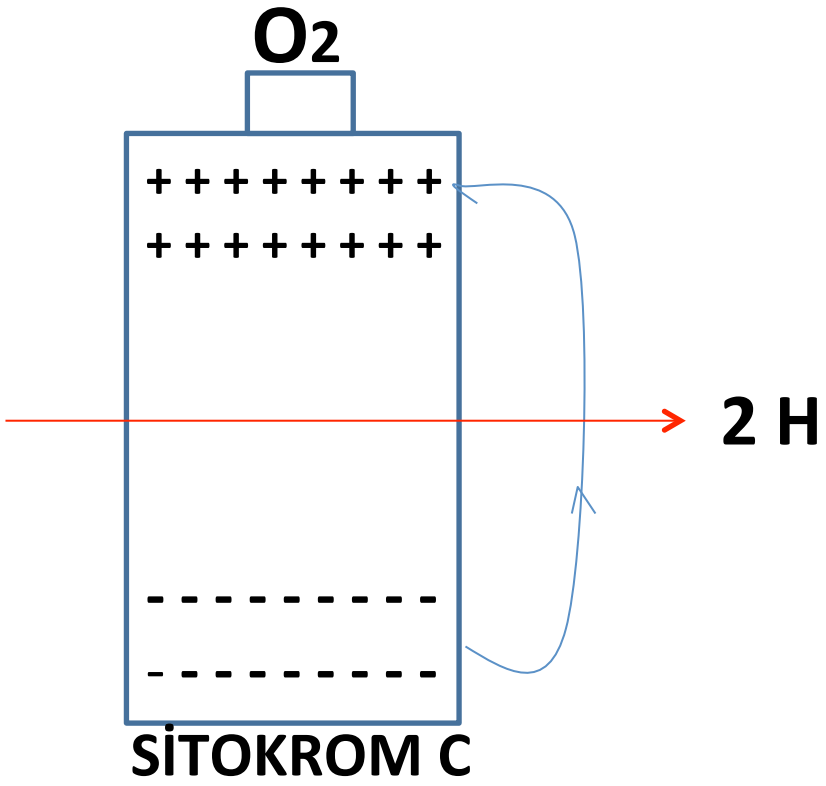
Kompleks III (sitokrom bc_1 kompleksi, ubikinon-sitokrom c oksidoredüktaz)





KOMPLEKS IV = SİTOKROM OKSİDAZ = SİTOKROM aa3





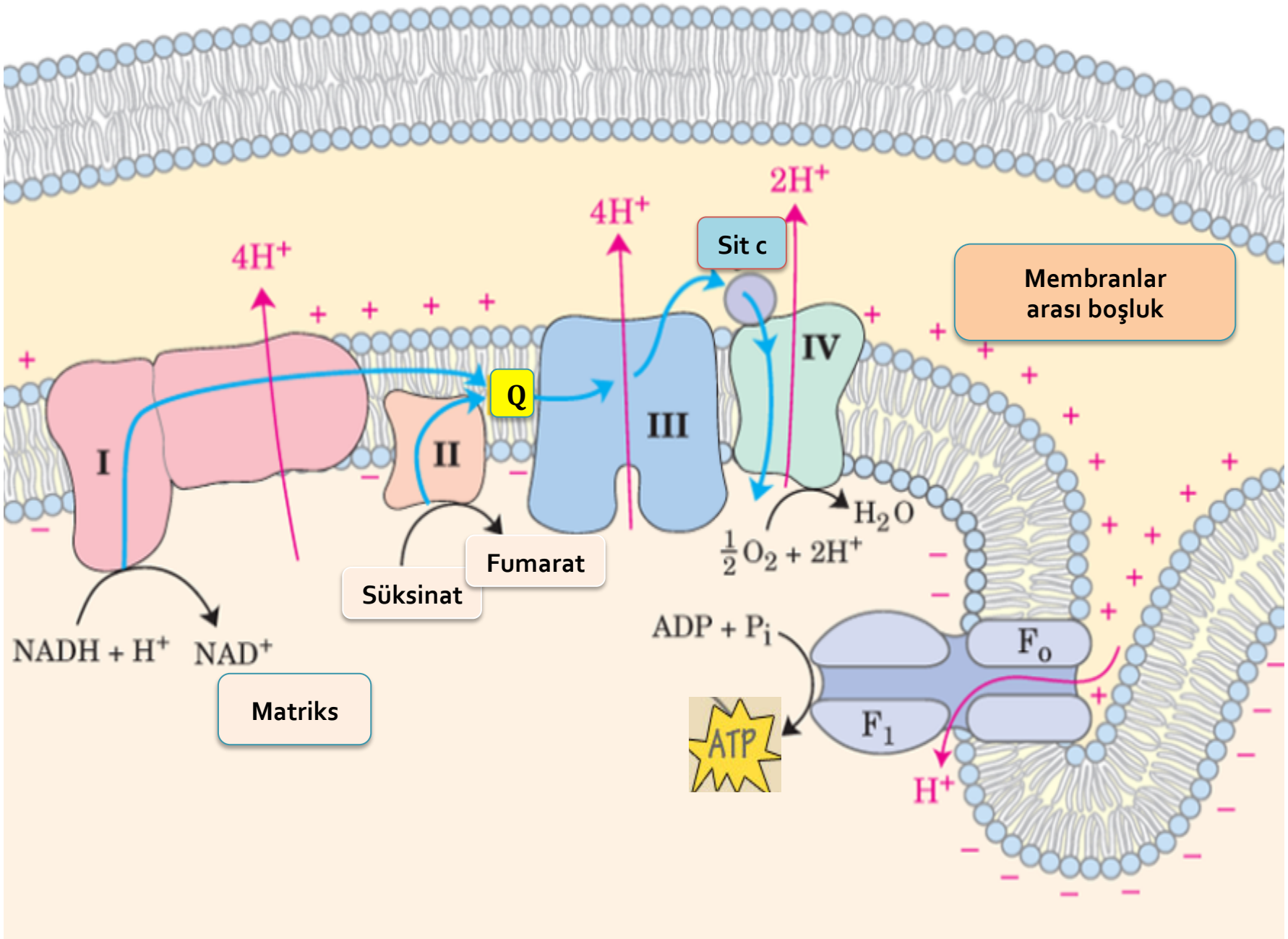
ETS nin tek geri dönüşümsüz aşamasıdır
H_2O oluşur

- Sonuçta elektronlar elektron ilgisi en yüksek olan oksijene ulaşmış olur. Her elektron çifti için bir mol su oluşur.

- **Kompleks I, Kompleks III ve Kompleks IV'den intramembraner alana proton pompalanır**
  - **NAD girişlerde : 10 H+**
  - **FAD girişlerde : 6 H+**

- **Mitokondri iç zarı H^+'lara geçirgen olmadığından bunların matrikse dönüşü zar üzerinden olamaz**

- Proton gradiyenti bir potansiyel enerjinin doğmasına neden olur. Protonlar matrikse ancak **bir kanal üzerinden** geri dönebilirler

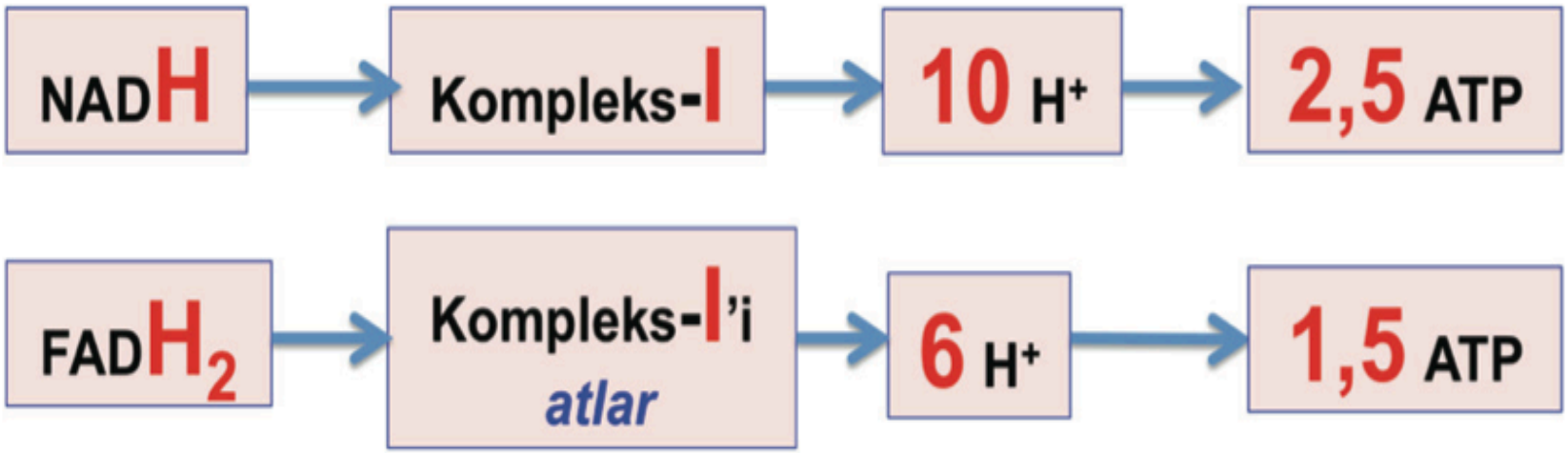

4H+
4H+
2H+
Sit c
Membranlar arası boşluk
I
II
III
IV
Q
Fumarat
Süksinat
NADH + H+
NAD+
Matriks
H2O
1/2 O2 + 2H+
ADP + Pi
ATP
Fo
F1
H+

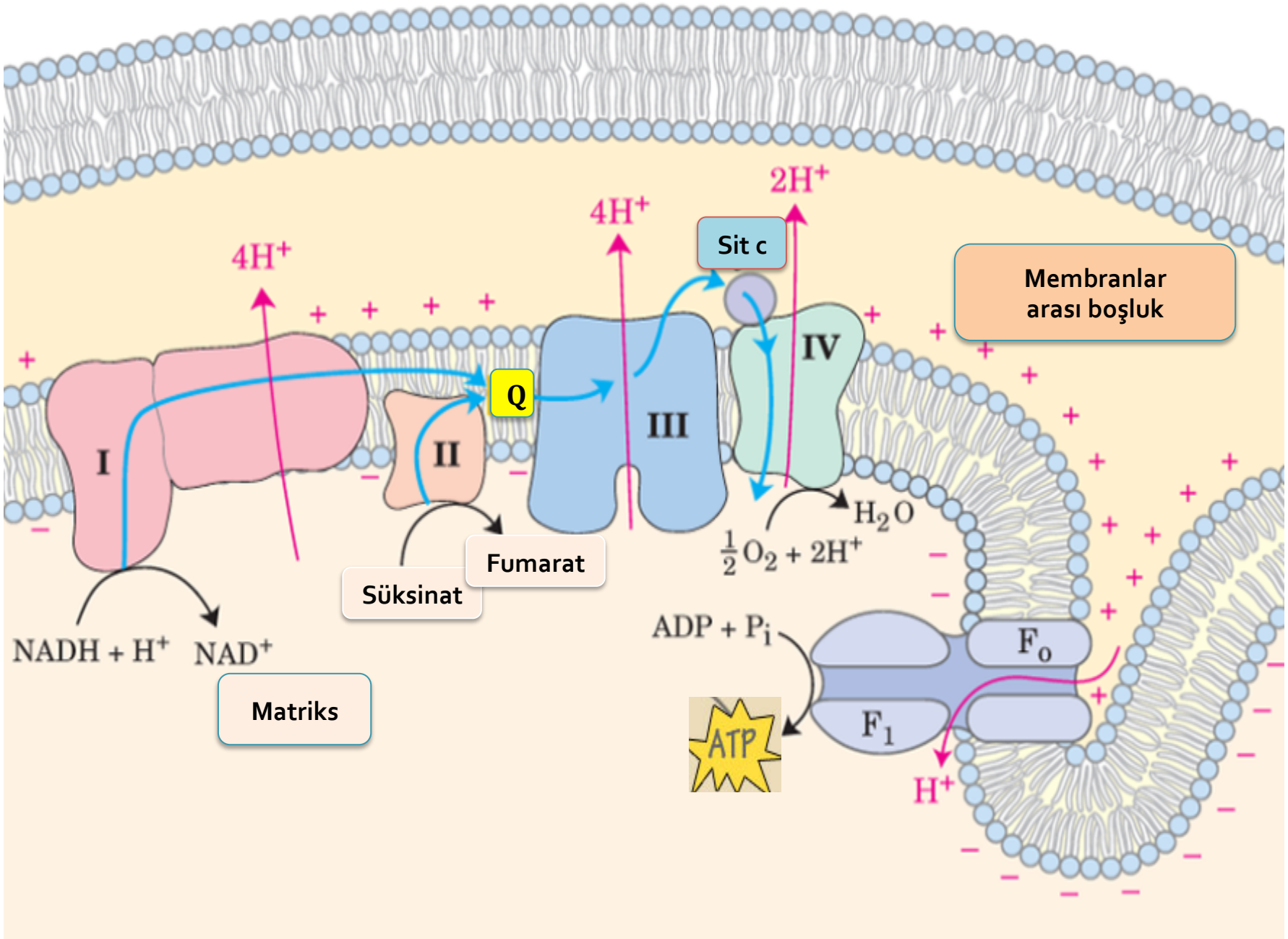
Kompleks V ATP sentaz

İntramembraner alanda birikmiş olan protonlar, **Kompleks V üzerinden matrikse dönerler** ve ATP sentezlenir

Kompleks V'in iki alt parçası vardır:

- **F_0 integral bir proteindir ve protonların geri döneceği kanalı oluşturur**
- **F_1 periferal bir proteindir ve ADP+Pi'den ATP sentezinin katalizlendiği parçadır**


NADH
Kompleks-I
10 H+
2,5 ATP
FADH2
Kompleks-I'i
atlar
6 H+
1,5 ATP


4H+
4H+
2H+
Sit c
Membranlar arası boşluk
I
II
III
IV
Q
Fumarat
Süksinat
NADH + H+
NAD+
Matriks
H2O
1/2 O2 + 2H+
ADP + Pi
ATP
Fo
F1
H+

ETZ Üyesi		Prostetik Grubu
Kompleks I	(NADH Dehidrogenaz)	FMN, FeS
Kompleks II	(Süksinat Dehidrogenaz)	FAD, FeS
Kompleks III	(Ubikinon sitokrom c oksidoredüktaz sistemi)	Hem, FeS
Sitokrom c		Hem
Kompleks IV	(Sitokrom oksidaz)	Hem, **Bakır**

Oksidatif Fosforilasyon İnhibitörleri	
Kompleks I inhibitörleri	Rotenon, barbituratlar, piericidin A
Kompleks II inhibitörleri	Malonat, TTFA, karboksin
Kompleks III inhibitörleri	BAL (dimerkaprol), antimisin A
Kompleks IV inhibitörleri	**Siyanür (CN), karbonmonoksit (CO), hidrojen sülfür (H_2S)**
Kompleks V F_0 inhibitörleri	**Oligomisin, Venturosidin**
Kompleks V F_1 inhibitörü	**Auroventin**

7- Elektron transport zincirinde H^+lerini O_2 ye veren, transport zincirinin en sonunda yer alan sitokrom aşağıdakilerden hangisidir?

a) Sitokrom a
b) Sitokrom b
c) Sitokrom c
d) Sitokrom a+a3
e) Sitokrom b2

d) Suksinat

e) Malat → Oksaloasetat (malat dehidrogenaz)

49) Karbon Monoksit Zehirlenmesinde aşağıdaki enzimlerden hangisi inhibe olur ve tedavide n kullanılır?

a) NADPH oksidaz – Metilen mavisi

b) Glukoz oksidaz – Tiyosülfat

c) Sitokrom oksidaz – Oksijen

d) Sitokrom b – Antimisin A

e) Sitokrom c1 – Oksijen

transport zincirinde protein yapıda olmayan ve diğer elektron alıcılarına göre

d) Sitokrom b – Antimisin A
e) Sitokrom c1 – Oksijen

50) Elektron transport zincirinde protein yapıda olmayan ve diğer elektron alıcılarına göre hareketli olan eleman hangisidir?

a) NADH Ubikinon oksidoredüktaz
b) Süksinat dehidronenaz
c) Sitokrom c
d) Sitokrom oksidaz
e) Ubikinon

KARBONHİDRATLAR

Uzm.Dr.Hasan Taşlıdere

dr.hasantaslidere@gmail.com

Karbon sayısı		Aldoz	Ketoz
3C	Trioz	Gliseraldehid	Dihidroksiaseton
4C	Tetroz	Eritroz	Eritruloz
5C	Pentoz	Riboz, ksiloz	Ribuloz, ksiluloz
6C	Heksoz	Glikoz, galaktoz, mannoz	Fruktoz
7C	Heptoz	Sedoheptuloz	
8C	Nanoz	Nörominik asit	

GLUKOZUN HÜCRELERE TAŞINMASI

- Meydana gelen glukoz, galaktoz ve fruktoz, lümenden hücre içine **kolaylaştırılmış transport** ve/veya **sekonder aktif transport** ile girerler

Kolaylaştırılmış transport

- GLUT-1: Eritrosit
- GLUT-2: Karaciğer, pankreas
- GLUT- 3: Beyin
- GLUT- 4: Yağ dokusu, iskelet ve kalp kas
- GLUT-5: İnce bağırsakta ve böbrekte

GLİKOLİZ

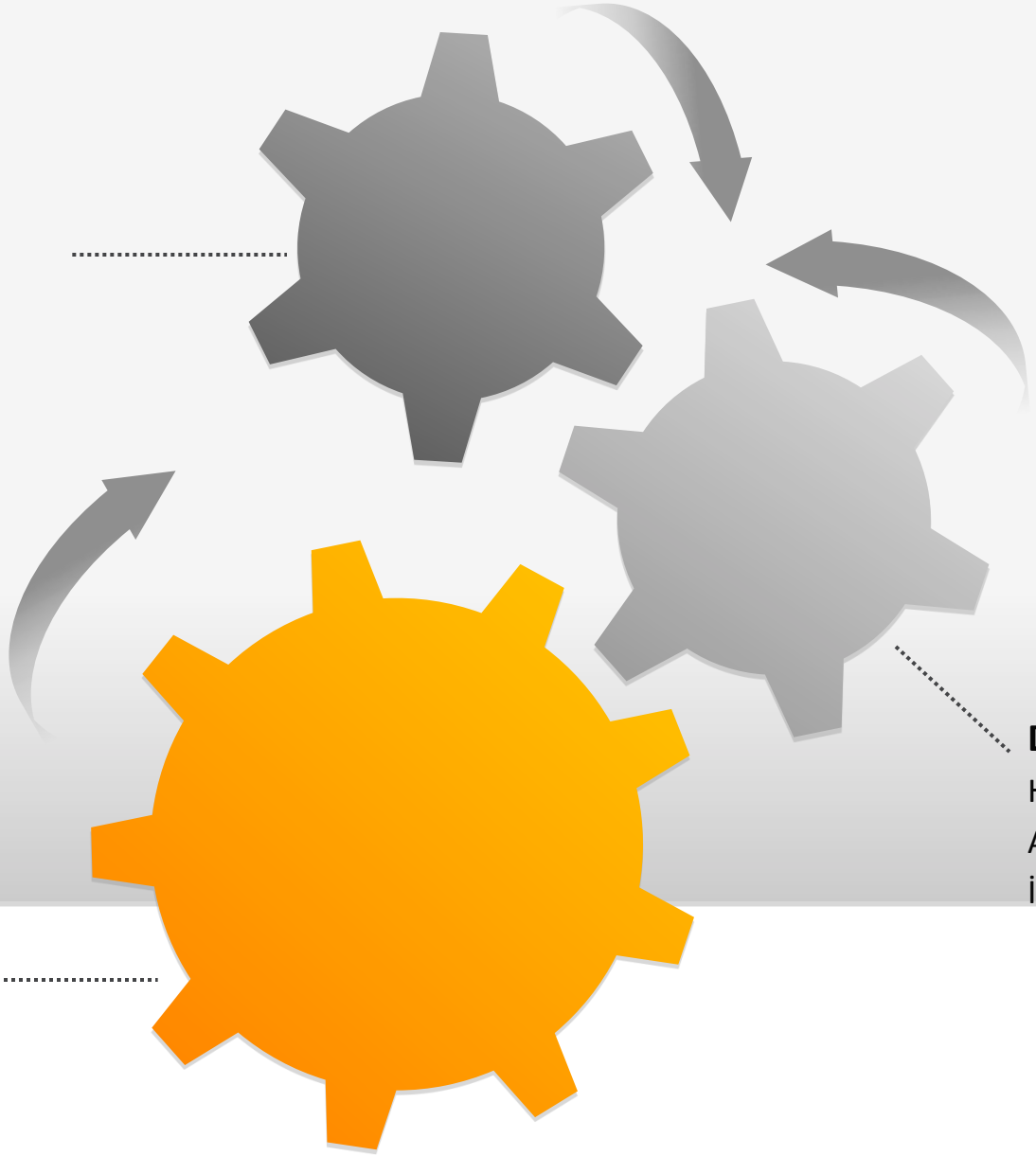
METABOLİK REAKSİYONLAR

Nerede

Sitoplazma ?

Mitokondri ?

Spesifik organ ?



Düzenleyici Enzim

Hormonu

Aktivatörü

İnhibitörü

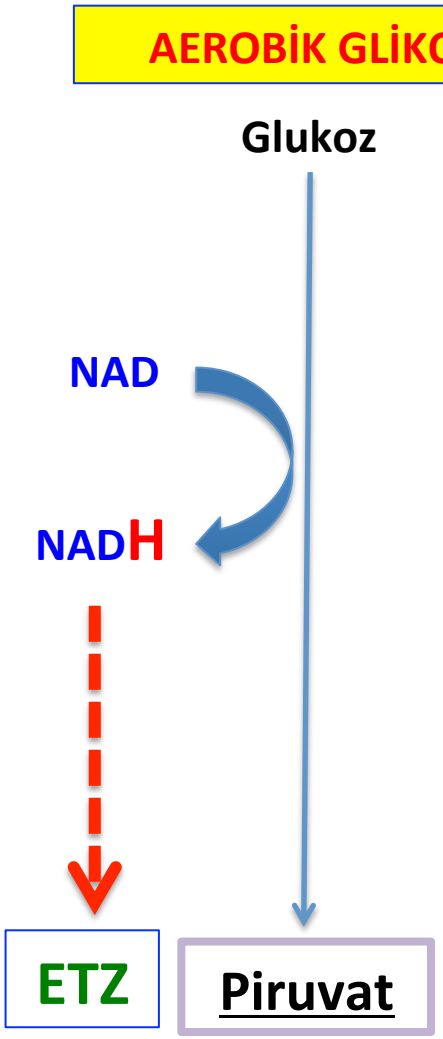
Amaç

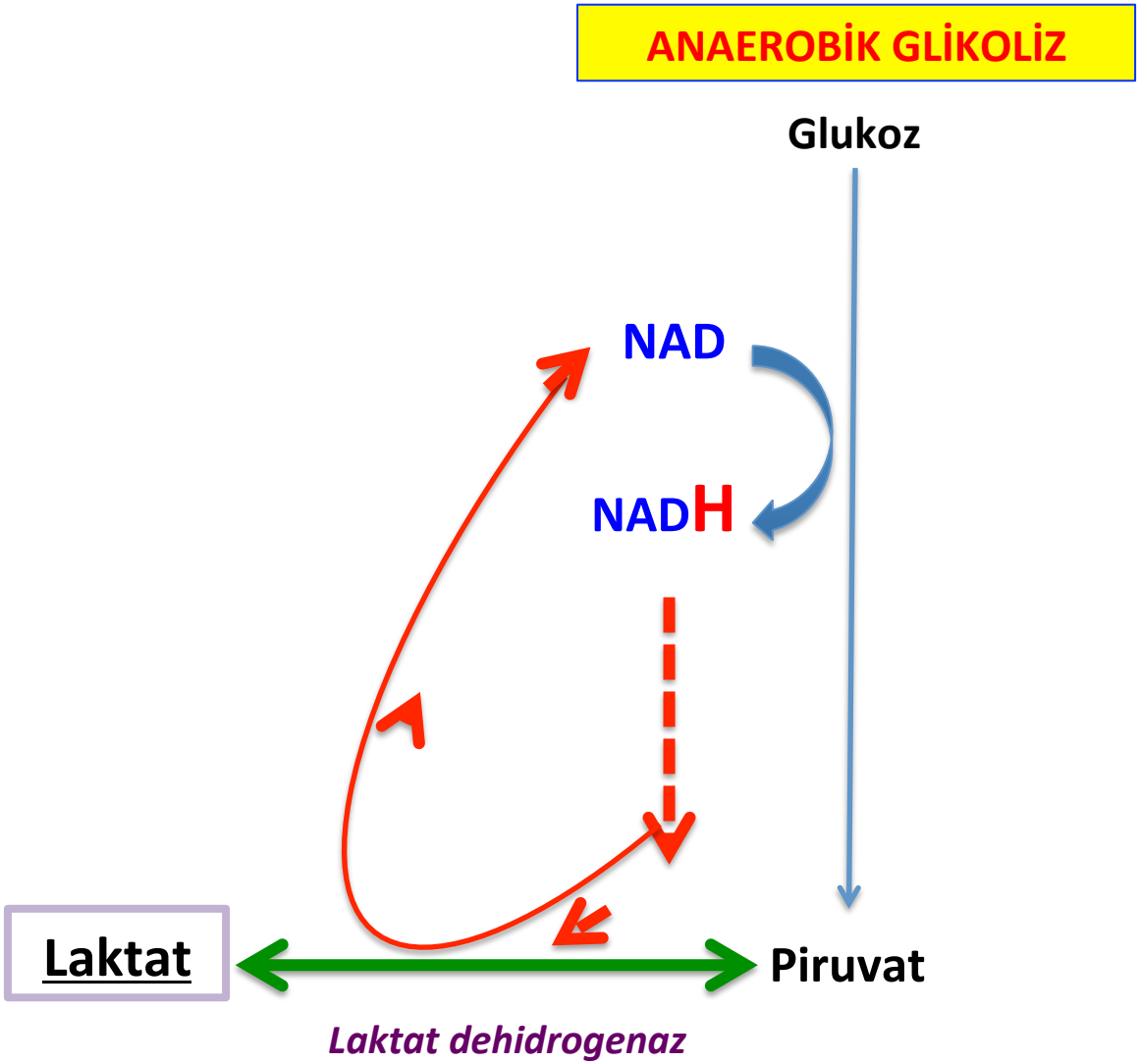
Spesifik özellik

GLİKOLİZ

- Glukozun **enerji (ATP) sağlamak** üzere hücrenin **sitozolünde** yıkımasıdır.

- **Tüm dokularda** gerçekleşir


AEROBİK GLİKOLİZ
Glukoz
NAD
NADH
ETZ
Piruvat


ANAEROBİK GLİKOLİZ
Glukoz
NAD
NADH
Laktat
Piruvat
Laktat dehidrogenaz

Mitokondri

+

0_2

AEROBİK GLİKOLİZ

Glukoz → **2 Pürivat + 2 ATP + 2 NADH**

MİTOKONDRİ

CO_2 **H_2O**

Mitokondrisi olmayan hücrelerde (eritrosit)

+

Yeterli O_2'si olmayan hücrelerde (iskelet kası)

ANAEROBİK GLİKOLİZ

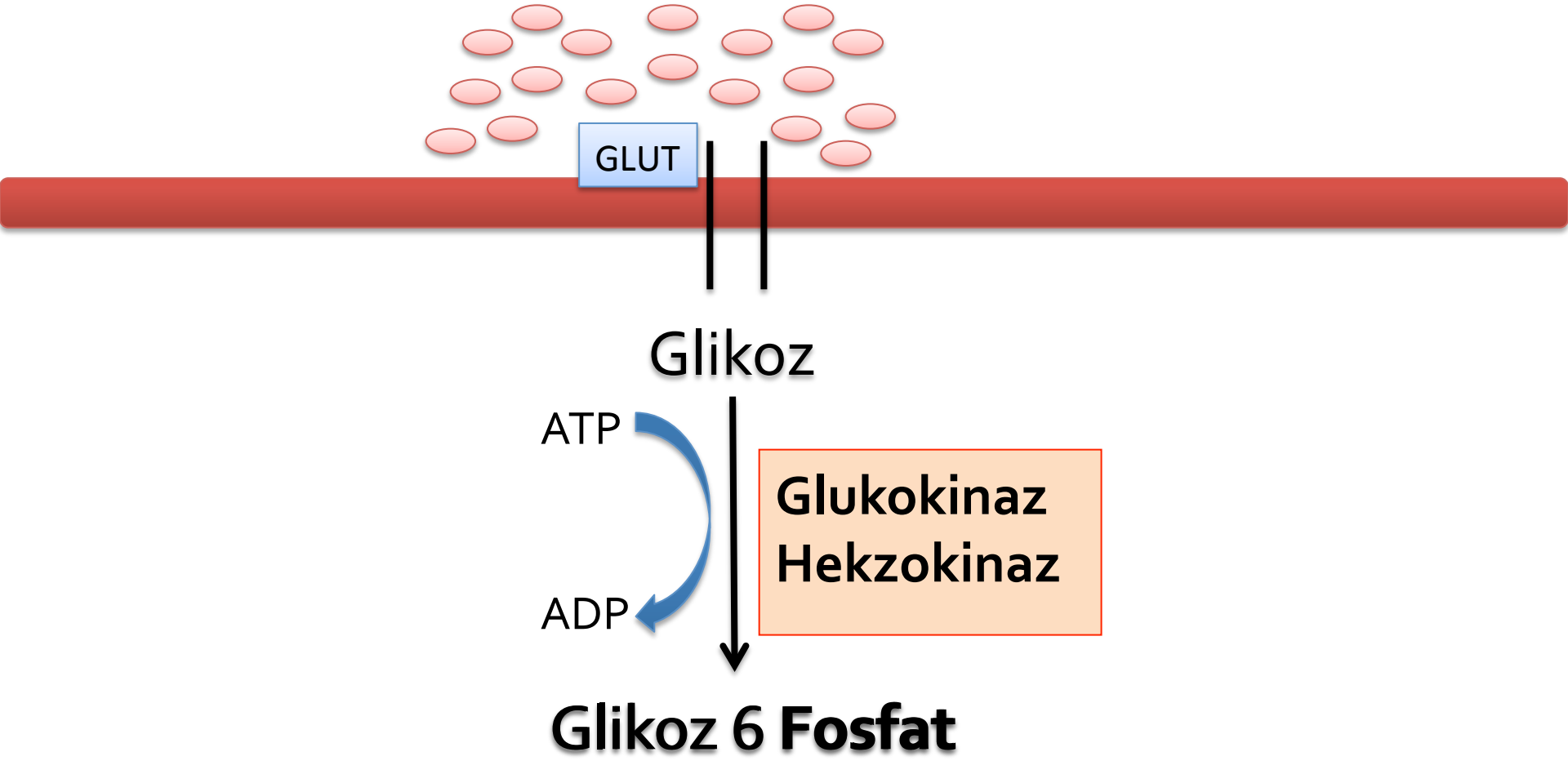
Glukoz → **2 Laktat + 2 ATP**

Glikolizin ilk 5 aşaması: Enerji Yatırım Fazı

- **2 ATP harcanır**
- **Glukozun fosforillenmiş şekilleri elde edilir**
- **Fosforile şekerler, membranları geçemez.**

Glikolizin son 5 aşaması Enerji Üretim Fazı

- **4 ATP ve 2 NADH elde edilir**



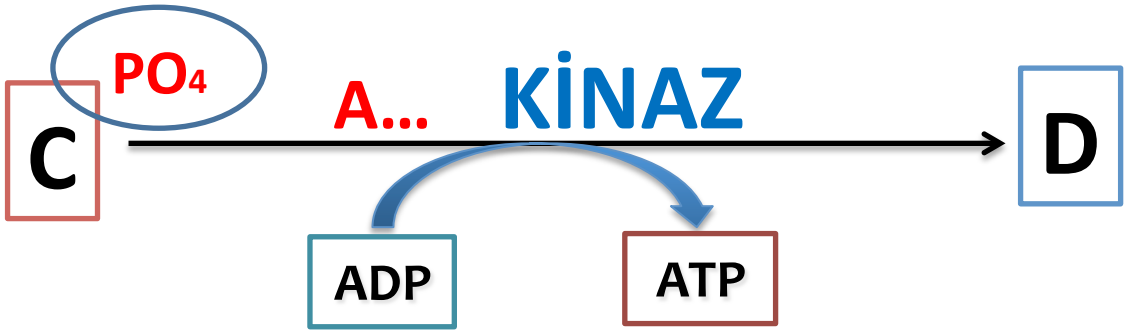
*Glukoz hücre hapsolur.

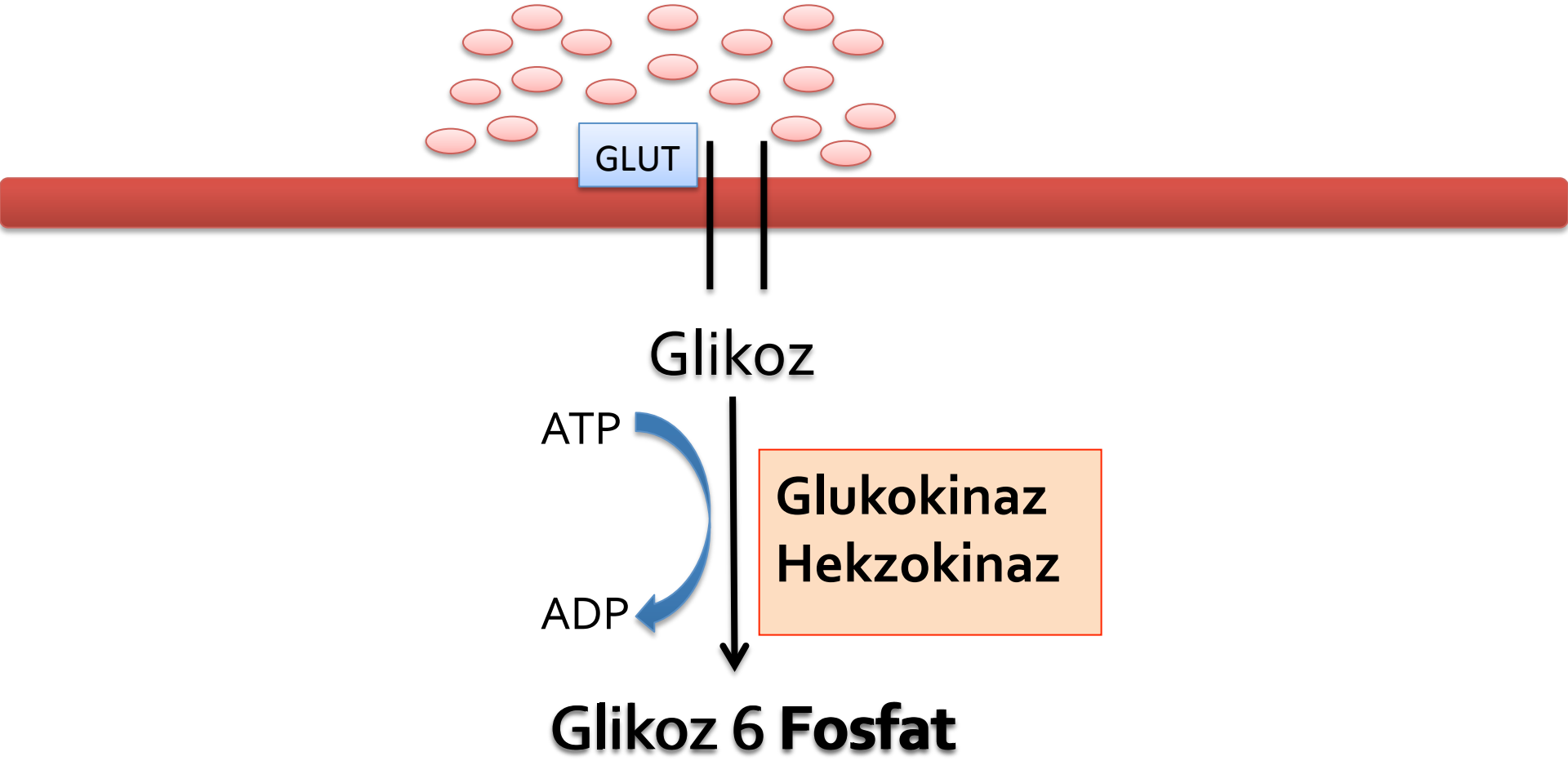
*Glukoz Akışı devam eder.

* Glikolizin **hız sınırlayıcı** basamaklarının ilkidir.

Transferazlar

KİNAZ: ATP'yi donör olarak kullanıp **fosfat transferi** yaparlar

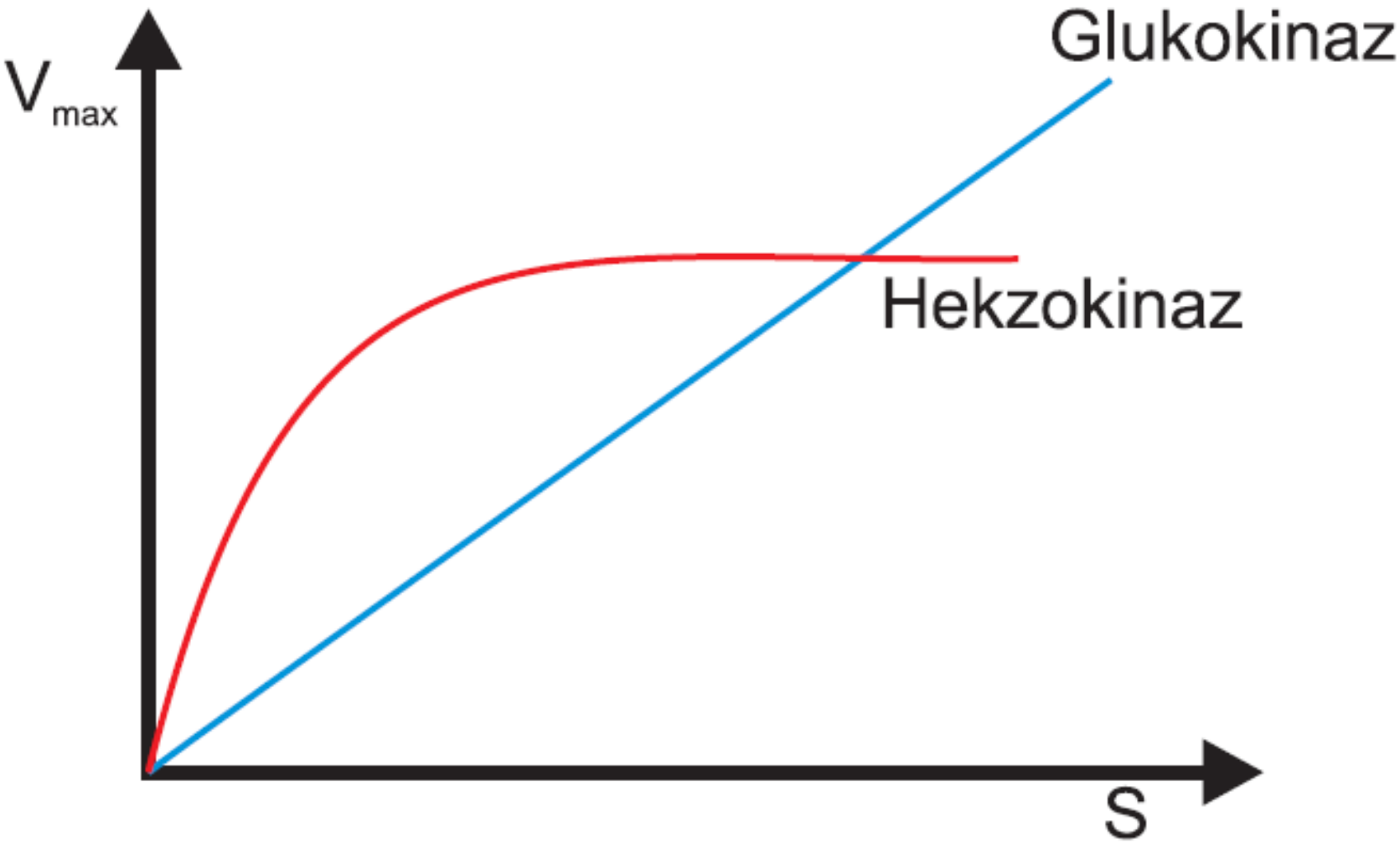




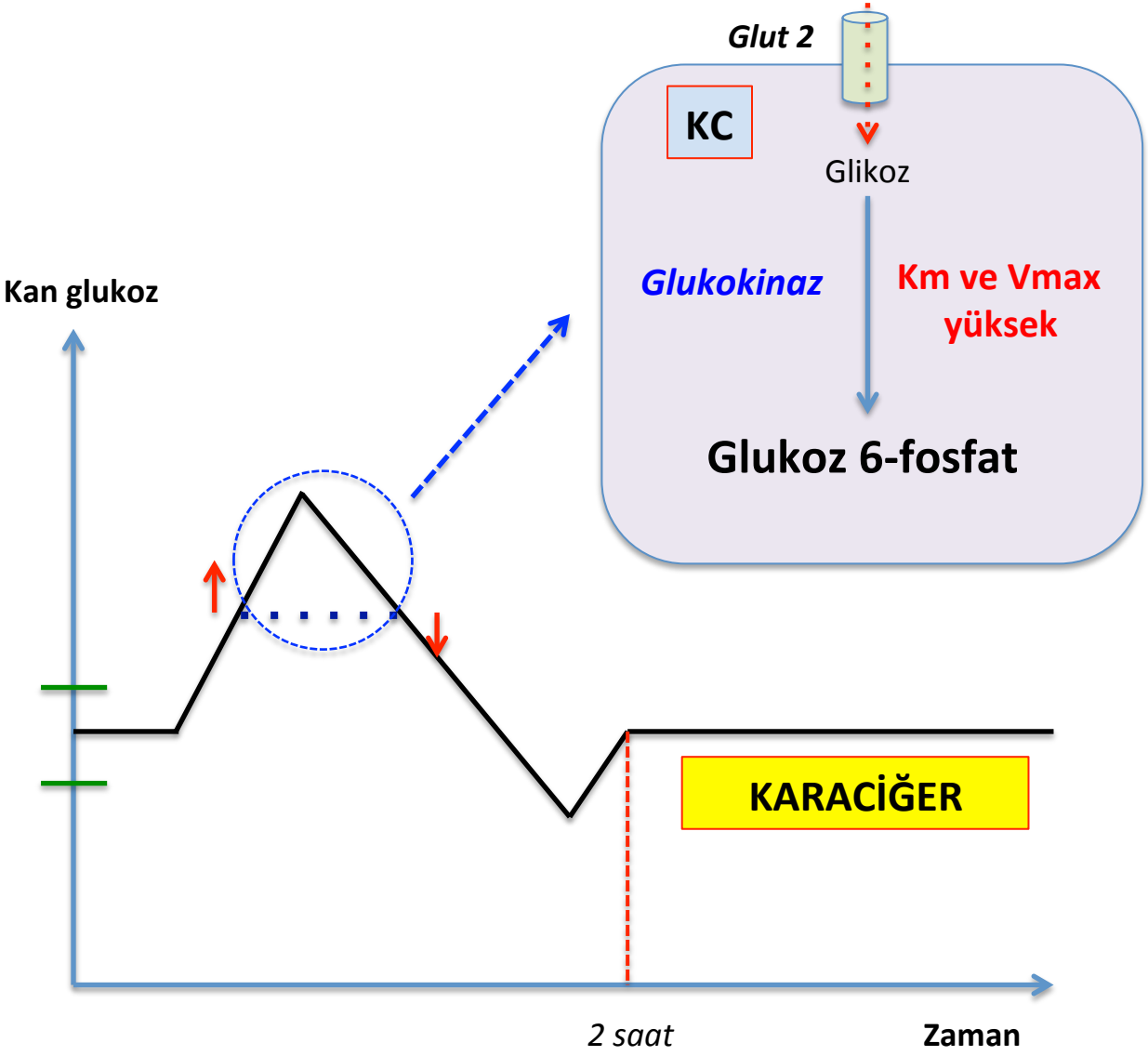
*Glukoz hücre hapsolur.

*Glukoz Akışı devam eder.

* Glikolizin **hız sınırlayıcı** basamaklarının ilkidir.


Glukokinaz
Hekzokinaz
V_{max}
S

	Hekzokinaz	Glukokinaz
Bulunduğu Doku	Bütün dokular	Karaciğer, Pankreas
Etki ettiği şeker türü	Bütün heksozlar	Sadece glukoz
Km değeri	Düşük	Yüksek
Vmax değeri	Düşük	Yüksek
Glukoz 6 fosfat ile inhibisyon	Evet	Hayır
İnsülin ile aktivasyon	Hayır	Evet
Eğrisi	Hiperbolik	Sigmoidal



KC

- ✓ Glikoliz
- ✓ Glikojenez
- ✓ Lipogenez

Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır ?

A) Hekzokinaz enziminin karbonhidratlara karşı geniş özgüllüğü vardır.

B) Hekzokinaz glukoz için düşük Km'e sahiptir.

C) Glukokinaz glukoz için yüksek Km'e sahiptir.

D) Glukokinazın Vmax'ı yüksektir.

E) Glukokinaz Glukoz 6-P ile inhibe olur.

2.Basamak

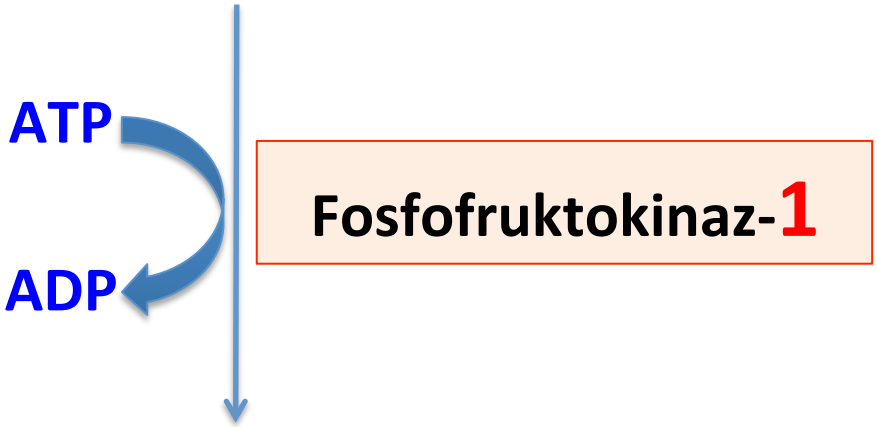
Glukoz 6-fosfat

↓ Fosfoglukoizomeraz

Fruktoz 6-fosfat

3.Basamak

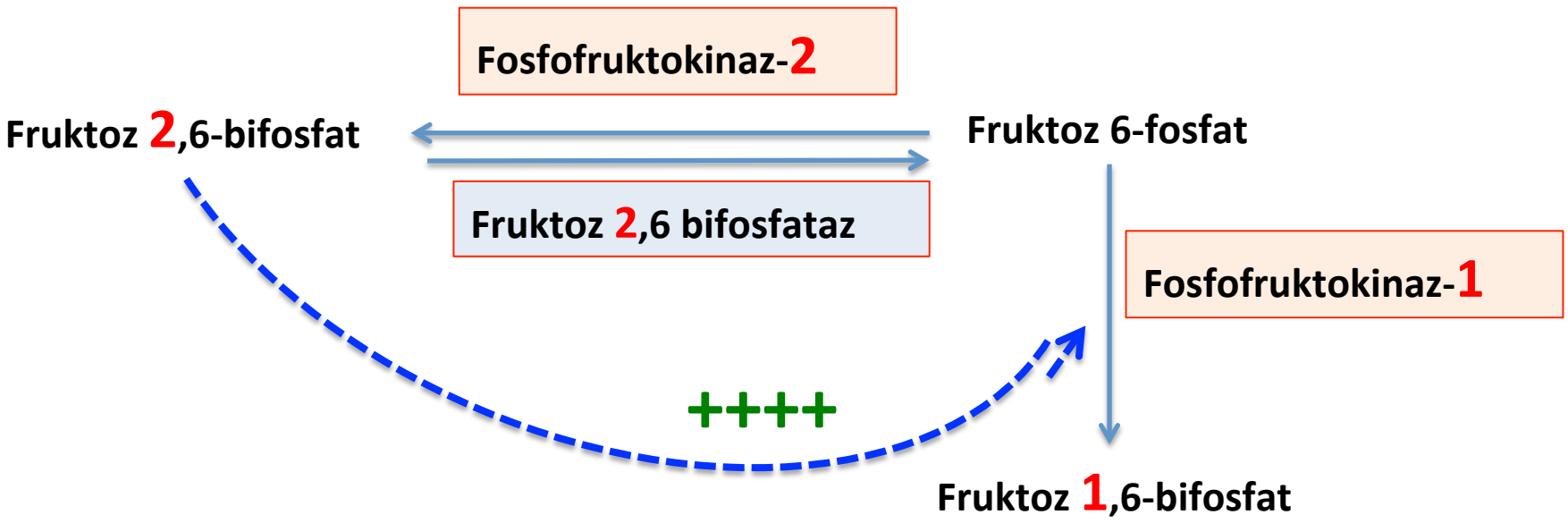
Fruktoz 6-fosfat



Fruktoz 1,6-bifosfat

GLİKOLİZİN TEMEL DÜZENLENME BASAMAĞI

KARACİĞER

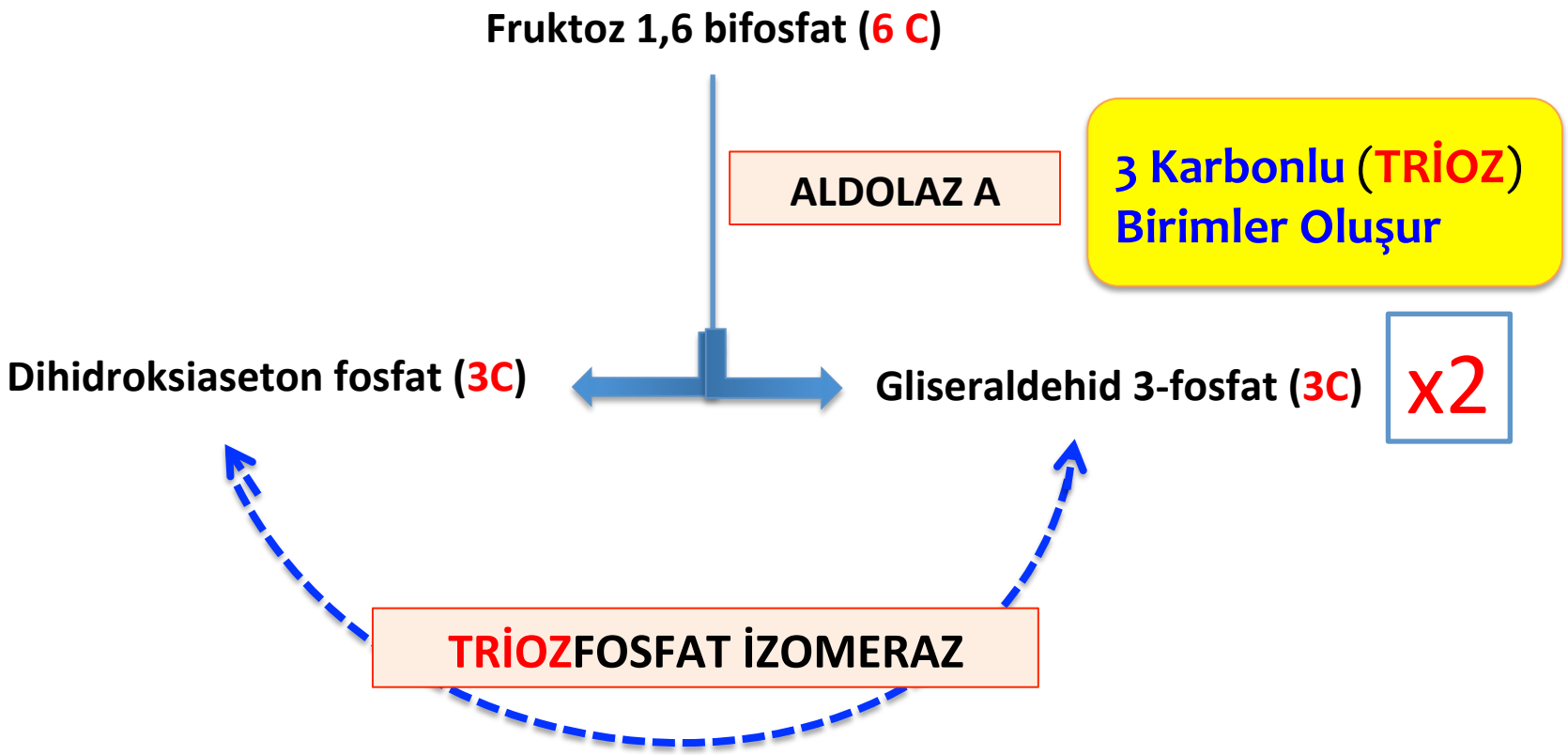

Fosfofruktokinaz-2
Fruktoz 2,6-bifosfat
Fruktoz 6-fosfat
Fruktoz 2,6 bifosfataz
Fosfofruktokinaz-1
++++
Fruktoz 1,6-bifosfat

FRUKTOZ 2,6 BİSFOSFAT

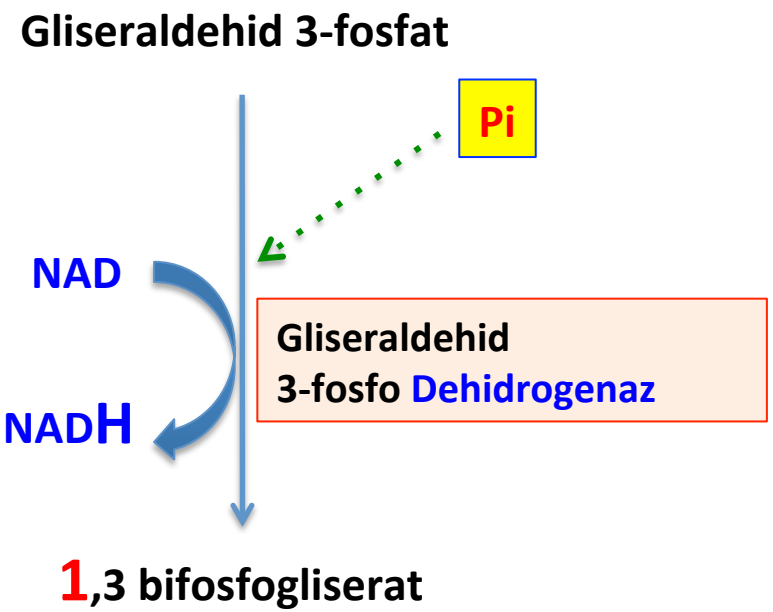
GLİKOLİZİ HIZLANDIRAN BİR MODÜLATÖR

PFK-1 ENZİMİNİ AKTİVE EDER

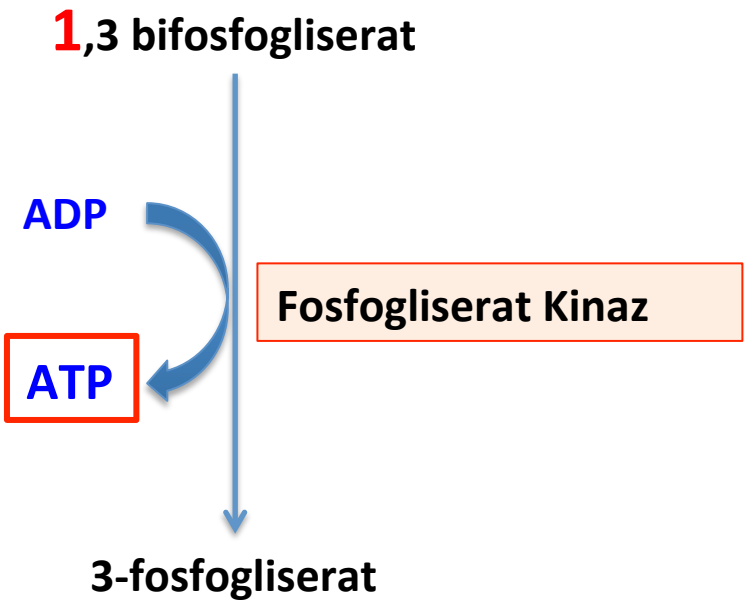
4. Ve 5. Basamak



6. Basamak

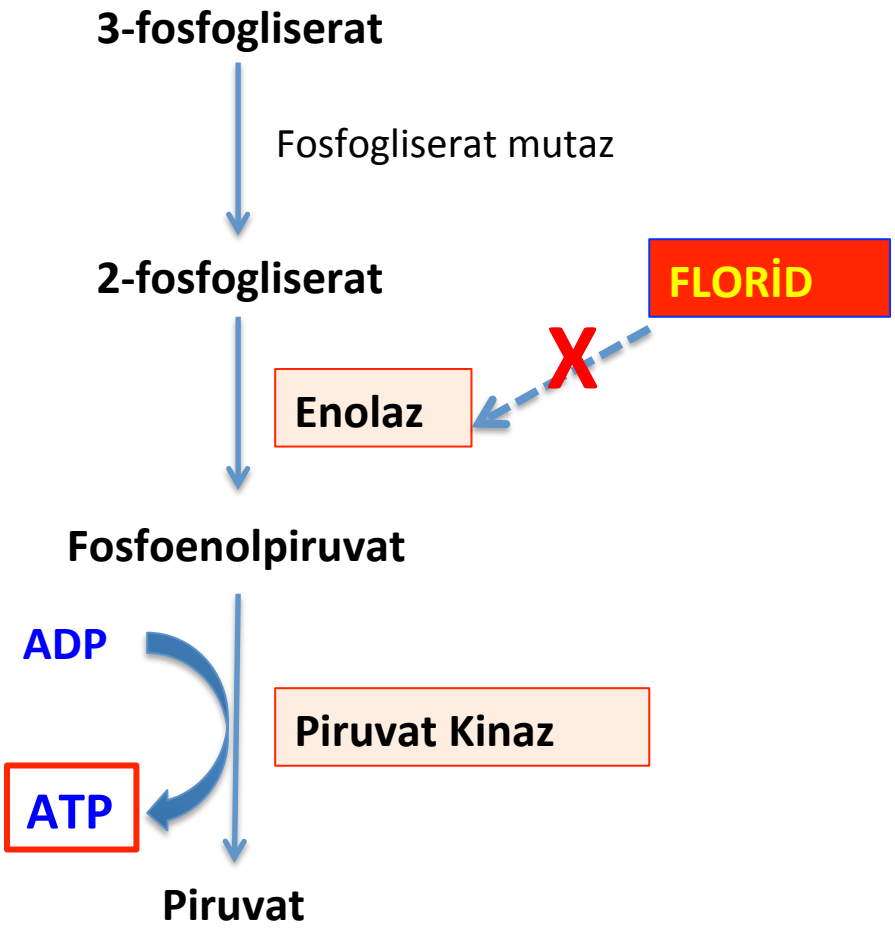


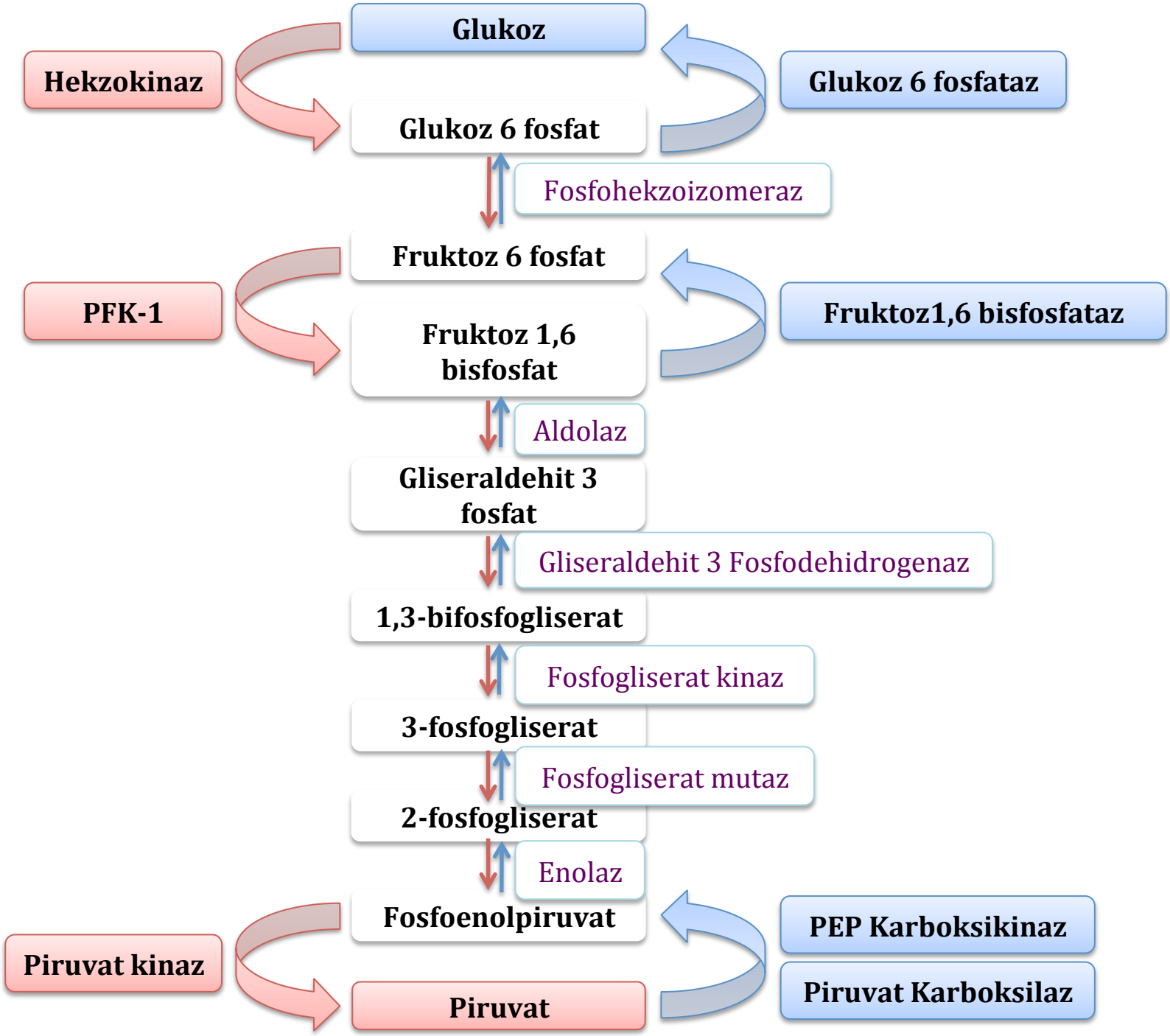
-Oksidasyon-redüksiyon
-İnorganik fosfat



Substrat düzeyinde fosforilasyon

8, 9 ve 10. Basamak




Glukoz
Hekzokinaz
Glukoz 6 fosfataz
Glukoz 6 fosfat
Fosfohekzoizomeraz
Fruktoz 6 fosfat
PFK-1
Fruktoz1,6 bisfosfataz
Fruktoz 1,6 bisfosfat
Aldolaz
Gliseraldehit 3 fosfat
Gliseraldehit 3 Fosfodehidrogenaz
1,3-bifosfogliserat
Fosfogliserat kinaz
3-fosfogliserat
Fosfogliserat mutaz
2-fosfogliserat
Enolaz
Fosfoenolpiruvat
PEP Karboksikinaz
Piruvat kinaz
Piruvat Karboksilaz
Piruvat

Glikolizin Hız Kısıtlayıcı Enzimleri		
Glikokinaz/Hekzokinaz	**Glukoz→Glukoz 6 fosfat**	ATP harcar.
Aktivatörleri	insülin	
İnhibitörleri	Hekzokinaz Glukoz 6 fosfat ile inhibe olur.	
PFK-I	**Fruktoz6fosfat→Fruktoz 1,6bifosfat**	ATP harcar
Aktivatörleri	insülin, AMP, ADP, **Fruktoz 2,6 bifosfat**	
İnhibitörleri	glukagon,ATP, Yağ asitleri, **Sitrat**	
Piruvat Kinaz	**PEP→Piruvat**	ATP kazancı.
Aktivatörleri	insülün, ADP, Fruktoz 1,6 bifosfat, K	
İnhibitörleri	glukagon, ATP, Yağ asitleri, **Alanin**	

Glikolizin Önemli Reaksiyonları	
Fosfogliserat kinaz	**ATP** sentezi
Gliseraldehit 3 fosfodehidrogenaz	Oksidasyon redüksiyon tepkimesi **NADH** sentezi. İnorganik Fosfat Kullanılır. İodoasetat inhibisyonu
Enolaz	**Florid** inhibisyonu

GLİKOLİZ

HIZLICA

1. DÜZENLEYİCİ ENZİMLER
2. Glukokinaz/Hekzokinaz
3. ATP Sentez
4. NADH Sentezi
5. İnhibitörler

DÜZENLEYİCİ ENZİMLER

- **Glukokinaz / Hekzokinaz**
- **PFK-1**
  Fruktoz 2,6 bisfosfat
- **Piruvat Kinaz**

basamağıdır.

6) Aşağıdakilerden hangisi glikolizi güçlü bir şekilde hızlandıran allosterik bir modülatördür?

a) ATP
b) Glukoz6P
c) Sitrat
d) Fruktoz 2,6 biP
e) Alanin

hangisi bağırsaklarda bifonksiyonel özelliği ile limit dektrinlerin tam

61. Glikoliz reaksiyonlarında aşağıdaki enzimlerden hangisinin katalizlediği reaksiyonda ATP harcanır?

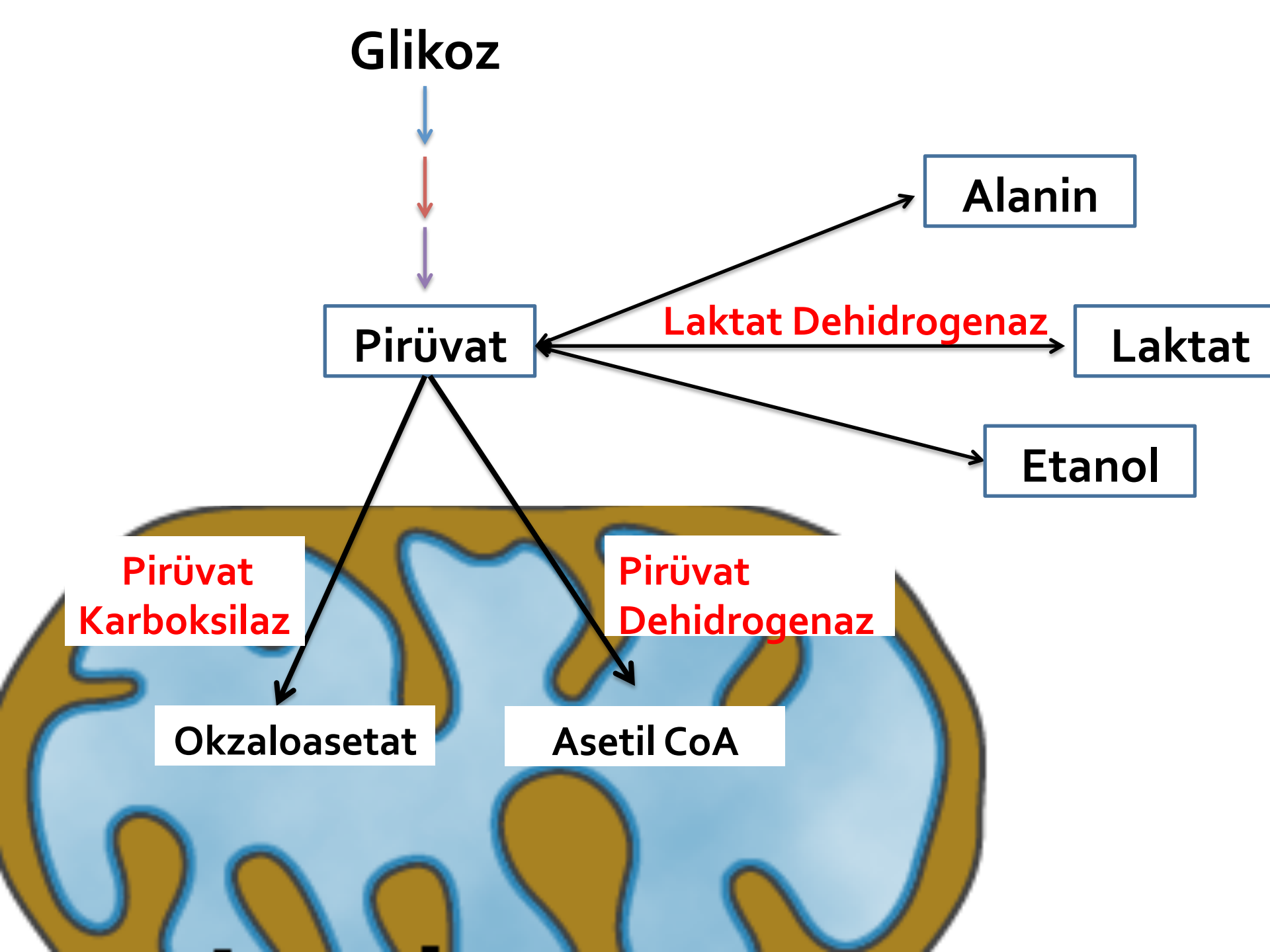
a) Fosfofruktokinaz-1
b) Fosfogliserat kinaz
c) Piruvat kinaz
d) Enolaz
e) Aldolaz

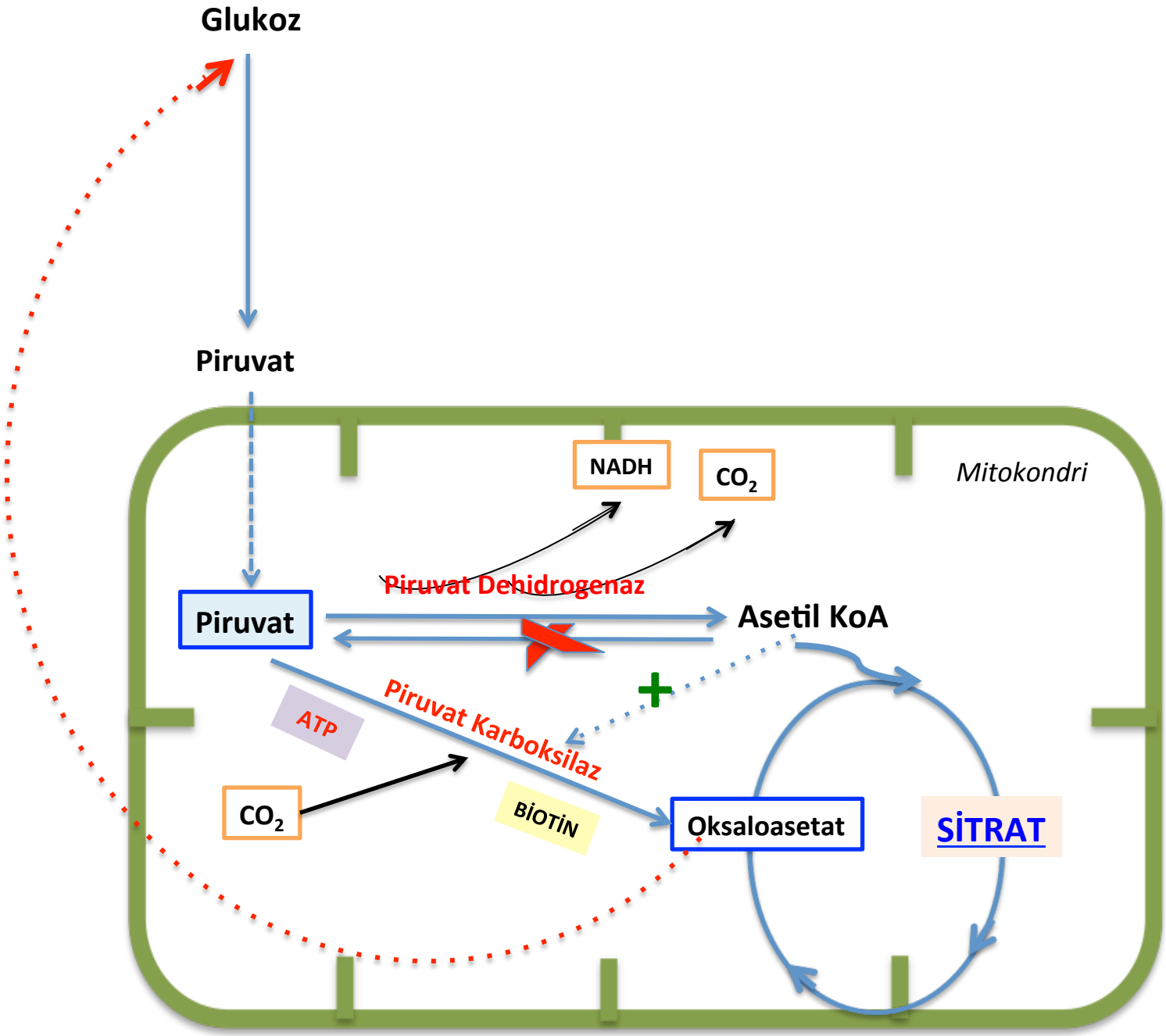
80. Glikoliz reaksiyonunda substrat seviyesinde ATP kazanılan reaksiyonu aşağıdaki enzimlerden hangisi katalizler?

a) Fosfofruktokinaz-1
b) Fosfogliserat kinaz
c) Aldolaz
d) Enolaz
e) Gliseraldehid 3-fosfat dehidrojenaz

- **<u>Glikolizin sonunda oluşan Pirüvat hangi maddelere dönebilir:</u>**

- Glikoliz sonucu sitozolde oluşan pirüvatın bazı alternatif yolları vardır.


Glikoz
Alanin
Pirüvat
Laktat Dehidrogenaz
Laktat
Etanol
Pirüvat Karboksilaz
Pirüvat Dehidrogenaz
Okzaloasetat
Asetil CoA


Glukoz
Piruvat
NADH
CO_2
Mitokondri
Piruvat Dehidrogenaz
Piruvat
Asetil KoA
ATP
Piruvat Karboksilaz
CO_2
BİOTİN
Oksaloasetat
SİTRAT

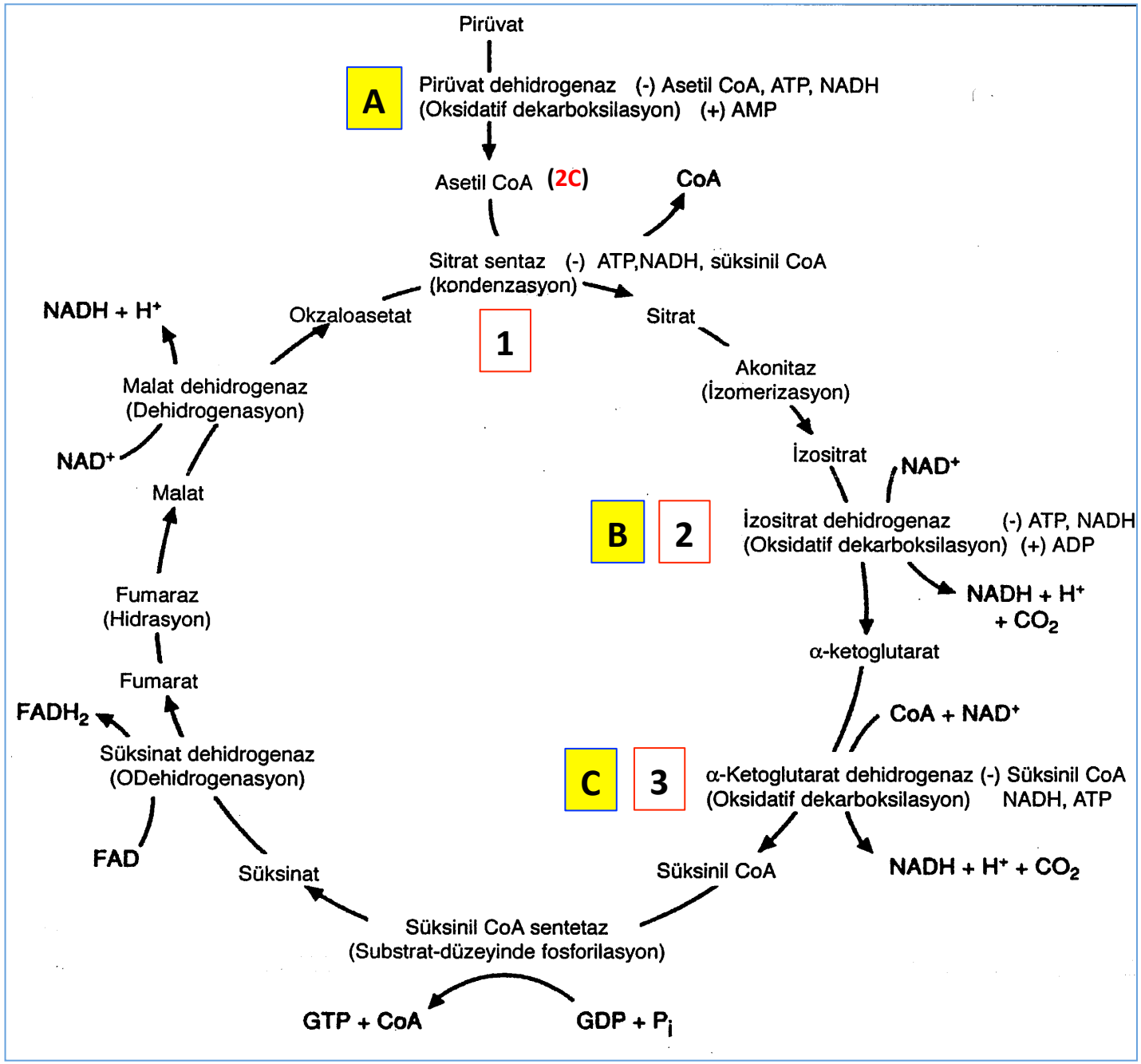
16. Aşağıdakilerden hangisi piruvat dehidrogenaz enzim kompleksinin inhibitörüdür?

a) ADP
b) NAD
c) Asetil CoA
d) Piruvat
e) Koenzim Q

KREBS DÖNGÜSÜ
TRİKARBOKSİLİK ASİT DÖNGÜSÜ (TCA)
SİTRİK ASİT DÖNGÜSÜ

TRİKARBOKSİLİK ASİT DÖNGÜSÜ (TCA)

- **Mitokondri matriksinde** gerçekleşir.
- Amaç **enerji** üretmek
- Makromoleküllerin son ortak oksidasyon döngüsüdür.
- Siklusdaki ara ürünlerin net üretimi ya da tüketimi yoktur.
- Siklus içinde birçok sentez reaksiyonunda rol alan metabolitler sentezlenir.


Pirüvat
A
Pirüvat dehidrogenaz (-) Asetil CoA, ATP, NADH
(Oksidatif dekarboksilasyon) (+) AMP
Asetil CoA (2C)
CoA
Sitrat sentaz (-) ATP,NADH, süksinil CoA
(kondenzasyon)
1
Sitrat
Akonitaz
(İzomerizasyon)
İzositrat
NAD+
B
2
İzositrat dehidrogenaz (-) ATP, NADH
(Oksidatif dekarboksilasyon) (+) ADP
NADH + H+
+ CO2
α-ketoglutarat
CoA + NAD+
C
3
α-Ketoglutarat dehidrogenaz (-) Süksinil CoA
(Oksidatif dekarboksilasyon) NADH, ATP
Süksinil CoA
NADH + H+ + CO2
Süksinil CoA sentetaz
(Substrat-düzeyinde fosforilasyon)
GTP + CoA
GDP + Pi
Süksinat
Süksinat dehidrogenaz
(ODehidrogenasyon)
FAD
FADH2
Fumarat
Fumaraz
(Hidrasyon)
Malat
Malat dehidrogenaz
(Dehidrogenasyon)
NAD+
NADH + H+
Okzaloasetat

TCA – HIZ KISITLAYICI ENZİMLER (1,2,3)

1- SİTRAT SENTAZ

2- İZOSİTRAT DEHİDROGENAZ

3- α KETOGLUTARAT DEHİDROGENAZ

KARDEŞ ENZİMLER (A,B,C)

A-Pirüvat Dehidrogenaz

B-İzositrat Dehidrogenaz

C-α ketoglutarat Dehidrogenaz

Allosterik enzimler
NADH çıkartırlar
CO_2 çıkartırlar
(Oksidatif dekarboksilasyon)

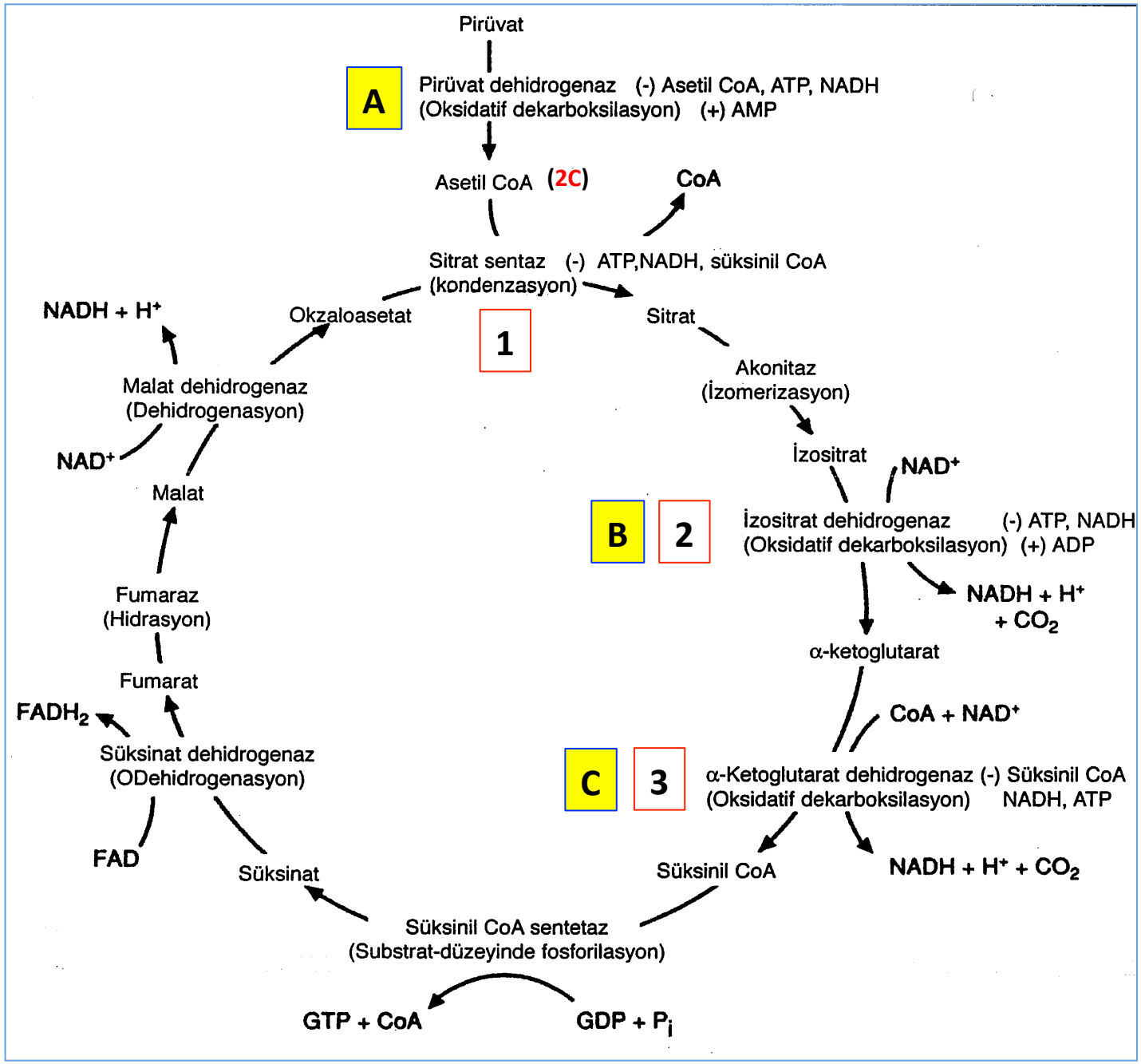
TEK YUMURTA İKİZLERİ (A,C)

A-Pirüvat Dehidrogenaz

C-α ketoglutarat Dehidrogenaz

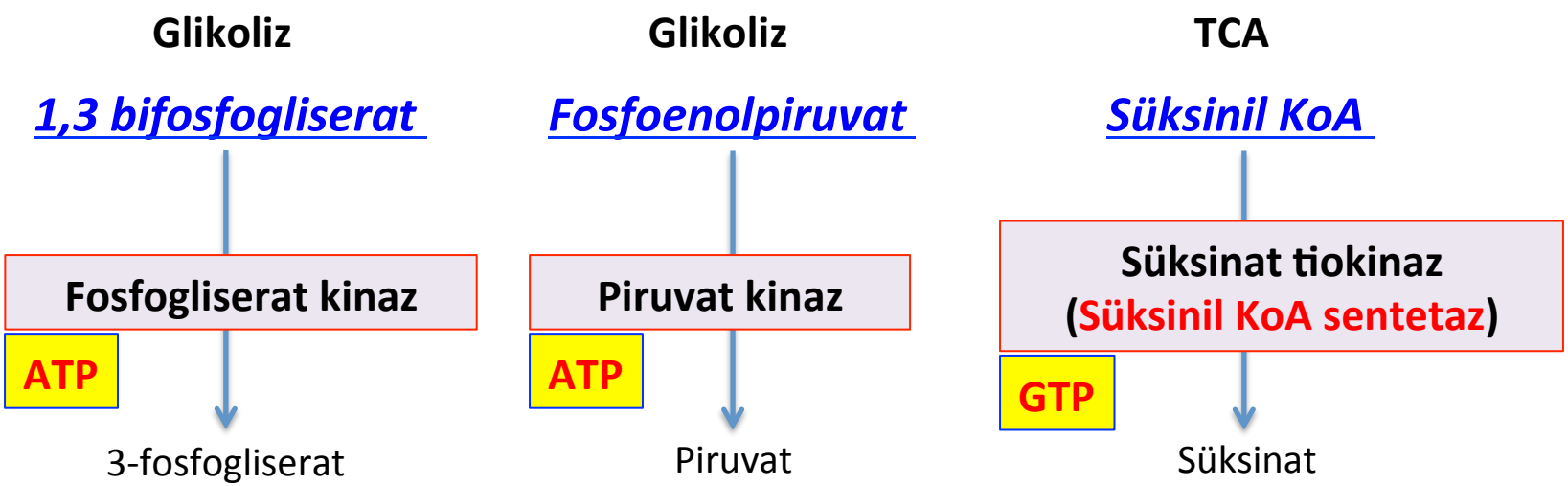
B_1	Tiamin
B_2	FAD (Riboflavin)
B_3	NAD (Niasin)
B_5	KoA (Pantotenik asit)

Lipoik asit (VİTAMİN DEĞİL)


Pirüvat
A
Pirüvat dehidrogenaz (-) Asetil CoA, ATP, NADH
(Oksidatif dekarboksilasyon) (+) AMP
Asetil CoA (2C)
CoA
Sitrat sentaz (-) ATP,NADH, süksinil CoA
(kondenzasyon)
1
Sitrat
Akonitaz
(İzomerizasyon)
İzositrat
NAD+
B
2
İzositrat dehidrogenaz (-) ATP, NADH
(Oksidatif dekarboksilasyon) (+) ADP
NADH + H+
+ CO2
α-ketoglutarat
CoA + NAD+
C
3
α-Ketoglutarat dehidrogenaz (-) Süksinil CoA
(Oksidatif dekarboksilasyon) NADH, ATP
Süksinil CoA
NADH + H+ + CO2
Süksinil CoA sentetaz
(Substrat-düzeyinde fosforilasyon)
GTP + CoA
GDP + Pi
Süksinat
Süksinat dehidrogenaz
(ODehidrogenasyon)
FAD
FADH2
Fumarat
Fumaraz
(Hidrasyon)
Malat
Malat dehidrogenaz
(Dehidrogenasyon)
NAD+
NADH + H+
Okzaloasetat

SUBSTRAT DÜZEYİNDE FOSFORİLASYON

SUBSTRAT DÜZEYİNDE FOSFORİLASYON



- ✓ **Glikoliz**de **substrat düzeyinde fosforilasyon** için kullanılan **yüksek enerjili fosfat** bileşikleri **1,3 bifosfogliserat** ve **fosfoenolpiruvat**'dır.
- ✓ **TCA** döngüsünde **substrat düzeyinde fosforilasyon** için kullanılan yüksek enerjili tiyoester bağına sahip bileşik **Süksinil KoA**'dır.

SÜKSİNAT DEHİDROGENAZ

KOMPLEKS 2-İKİLİ OYNAR!!!

MİTOKONDRİ İÇ ZAR

FADH2 çıkartır

TCA;

Hız kısıtlayıcı enzimler; Sitrat sentaz, İzositrat dehidrogenaz, Alfa KG dehidrogenaz

CO_2 çıkartan enzimler; İzositrat dehidrogenaz, Alfa KG dehidrogenaz

NADH çıkartan enzimler; İzositrat dehidrogenaz, Alfa KG dehidrogenaz, Malat dehidrogenaz

$FADH_2$ çıkartan enzim; Süksinat dehidrogenaz

GTP sentezi yapan enzim; Süksinat tiokinaz

H_2O çıkartan enzimler; Akonitaz, fumaraz

24. Aşağıdaki metabolik olaylardan hangisi mitokondride gerçekleşir?

a) Sitrik asit siklusu (TCA Devri)

b) Yağ asidi sentezi

c) Glikoliz

d) Pentoz fosfat yolu

e) Hiçbiri

50. Aşağıdakilerden hangisi pirüvat dehidrogenazın kofaktörlerinden **<u>değildir?</u>**

a) Tiamin pirofosfat

b) Lipoik asit

c) NAD

d) Biyotin

e) FAD

26. Karbonhidrat metabolizmasında önemli olan Pirüvat Dehidrogenaz enziminin katalizlediği reaksiyonda görev alan koenzimlerden hangisi vitamin kaynaklı değildir?

a) Tiaminpirofosfat

b) Koenzim A

c) Lipoik asit

d) NAD

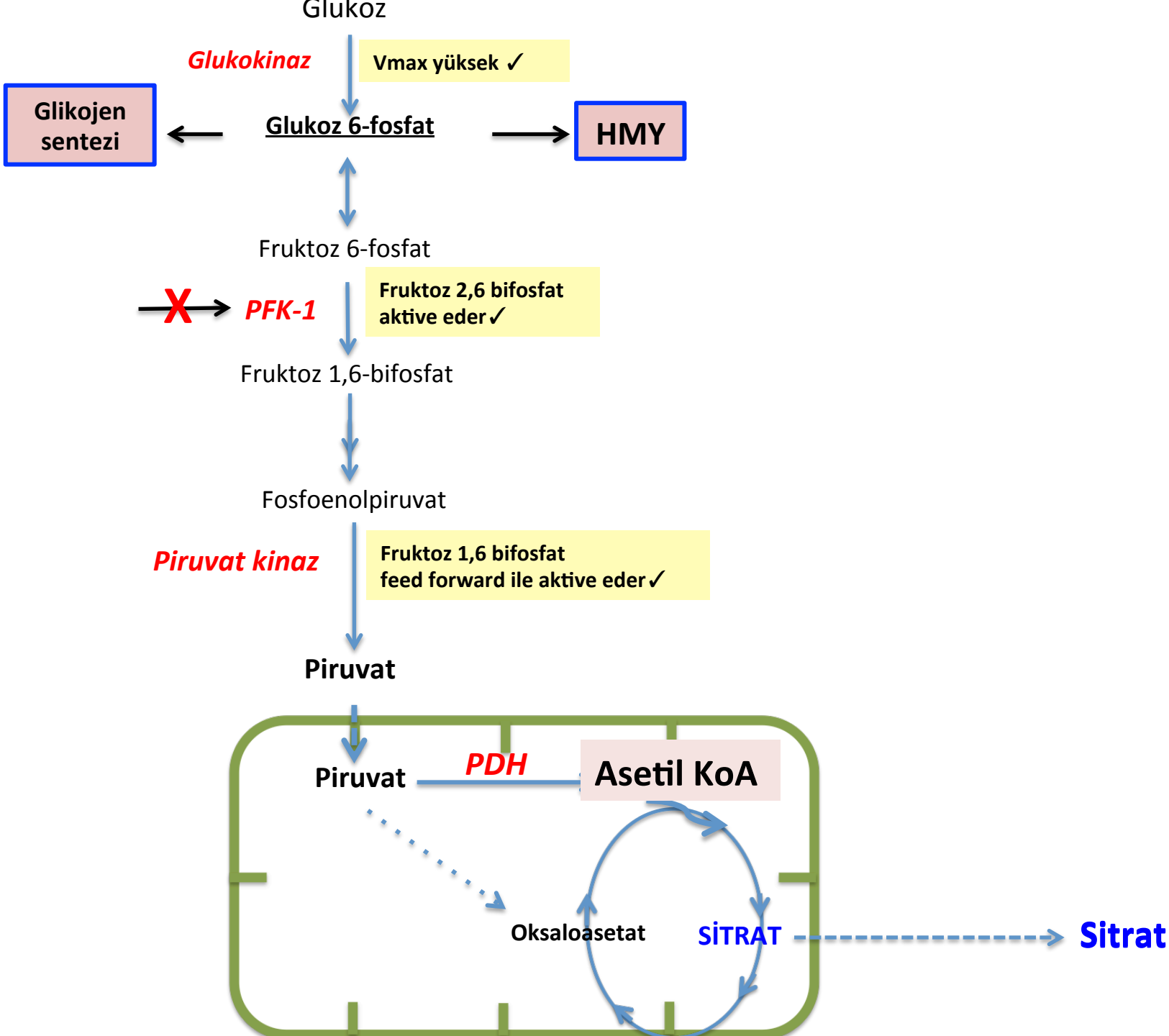
e) FAD

d) Pankreatik α-amilaz
e) Trehalaz

48) Krebs (TCA) siklusunda substrat düzeyinde fosforilasyonun gerçekleştiği reaksiyon aşağıdakilerden hangisidir?

a) İzositrat → alfaketoglutarat (izositrat dehidrogenaz)
b) Alfaketoglutarat → süksinil KoA (alfaketoglutarat dehidrogenaz)
c) Süksinil KoA → süksinat (süksinat tiokinaz)
d) Süksinat → Fumarat (süksinat dehidrogenaz)
e) Malat → Oksaloasetat (malat dehidrogenaz)

[illegible] Zehirlenmesinde aşağıdaki enzimlerden hangisi inhibe olur ve tedavide ne


Glukoz
Glukokinaz
Vmax yüksek ✓
Glikojen sentezi
Glukoz 6-fosfat
HMY
Fruktoz 6-fosfat
PFK-1
Fruktoz 2,6 bifosfat aktive eder ✓
Fruktoz 1,6-bifosfat
Fosfoenolpiruvat
Piruvat kinaz
Fruktoz 1,6 bifosfat feed forward ile aktive eder ✓
Piruvat
Piruvat
PDH
Asetil KoA
Oksaloasetat
SİTRAT
Sitrat

Sitratın fonksiyonu:

- **Glikolizdeki PFK1'i inhibe eder.**
- **Glukoz 6 fosfat birikmeye başlar.**
- **Biriken glukoz 6 fosfat'lar iki metabolik yolakda substrat olarak kullanılır.**
- **Bu metabolik yolaklar Glikojen sentezi ve HMY'dir.**

GLUKONEOGENEZ

GLUKONEOGENEZ

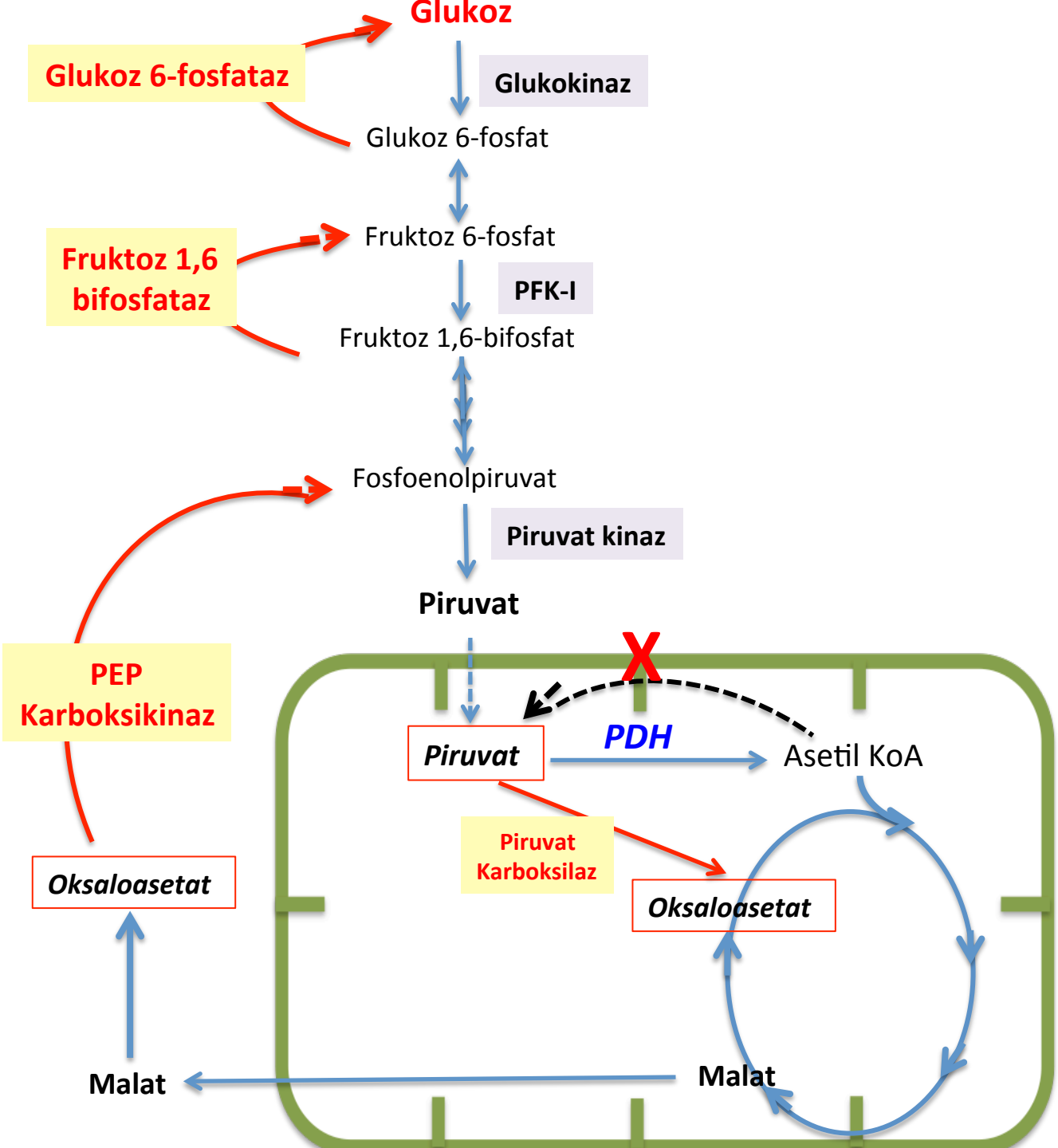
- **Karbonhidrat dışı maddelerden yeniden glukoz sentezi**

Amaç : 1) Açlıkta Kan glukoz düzeyinin belli sınırlar içinde tutmak
2) Kanı bazı maddelerden temizlemek (Laktat gibi)

- Glukoneogenezin %90'ı **karaciğerde,%10'u ise böbreklerde** sentezlenir
- **Glukoneogenez mitokondri ve sitoplasmada gerçekleştirilir**

- Glukoneogenezin **enerji maliyeti yüksek**tir.

- Bu yolağın enerji maliyeti **yağ asitlerin oksidasyonundan** elde edilir.


Glukoz
Glukoz 6-fosfataz
Glukokinaz
Glukoz 6-fosfat
Fruktoz 6-fosfat
Fruktoz 1,6 bifosfataz
PFK-I
Fruktoz 1,6-bifosfat
Fosfoenolpiruvat
Piruvat kinaz
Piruvat
PEP Karboksikinaz
X
Piruvat
PDH
Asetil KoA
Piruvat Karboksilaz
Oksaloasetat
Oksaloasetat
Malat
Malat

Glikoliz	Glukoneogenez
Glukokinaz	Piruvat karboksilaz
Hekzokinaz	PEP karboksikinaz
Fosfofruktokinaz	Fruktoz 1,6 bifosfataz
Piruvat kinaz	Glukoz 6-fosfataz

$$2\ \text{Pürivat} + 4\ \text{ATP} + 2\ \text{GTP} + 2\ \text{NADH} + 2\ H^+ + 6\ H_20$$

$$\Downarrow$$

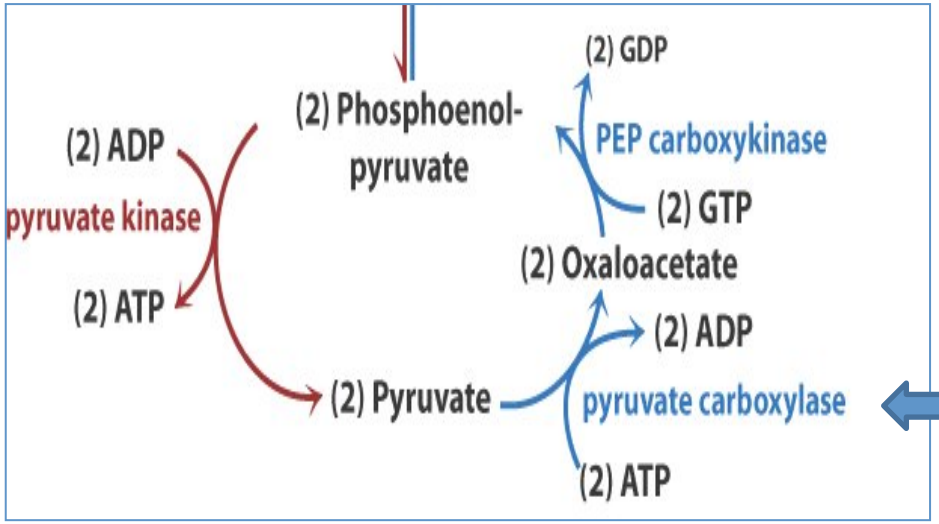
$$\text{Glukoz} + 2\ NAD^+ + 4\ \text{ADP} + 2\ \text{GDP} + 6\text{Pi} + 6H^+$$

- **Glukoneogenezin bu yüksek enerji maliyeti yağ asitlerinin oksidasyonundan kaynaklanmaktadır**

Glukoneogeneze substrat olanlar	Glukoneogeneze substrat olmayanlar
Piruvat	Asetil KoA
Aminoasitler (Lösin, lizin hariç)	Lösin ve lizin
Alanin	Palmitat (Çift karbonlu yağ asitleri)
Laktat	Kolesterol
TCA ara bileşikleri (Asetil KoA hariç)	Keton
Gliserol	
Propiyonat (Tek karbonlu yağ asitleri)	

Glukoneogenezin düzenlenmesi

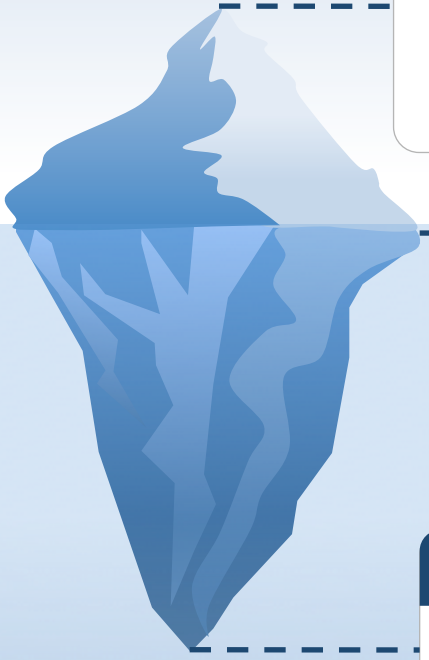
- Hormonal düzenlenme (Kovalent modifikasyon)
- Glukagon hakimiyetinde
  - Enzimler fosforile aktif
- İnsülin hakimiyetinde ise bu yolak çalışmaz
  - Enzimler defosforile inaktif



+

Asetil CoA

Asetil CoA ,Pirüvat karboksilaz enziminin en önemli aktivatörüdür



GLUKONEOGENEZ OLMAYAN

- Asetil CoA
- Lösin ve lizin
- Çift karbonlu y.a.
- Ketonlar

ENZİMLER

Piruvat karboksilaz

PEP-Karboksikinaz

Fruktoz 1,6 Bifosfataz

Glukoz 6-Fosfataz

Önemli

- Asetil CoA

✓ prüvat karboksilazı aktive eder

10. Kana glikoz verilmesini sağlayan enzim hangisidir?

a) Glikojen sentetaz
b) Hekzokinaz
c) Glukokinaz
d) Glukoz-6-fosfataz
e) Fosfofruktokinaz

44. Laktik asidin glukoza çevrilip kana verildiği süreç içinde aşağıdakilerden hangisinin bir görevi yoktur?

a) Pirüvat Karboksilaz
b) PEP Karboksikinaz
c) Fruktoz 1,6 bifosfataz
d) Fosfofruktokinaz 1
e) ATP

8-Aşağıdaki yollardan hangisinin bir kısmı mitokondride bir kısmı da sitoplazmada meydana gelir?

A. Sitrik asit siklüsü
B. Glikoliz
C. Glikoneogenez
D. Pentoz Fosfat Yolu
E. Yağ asidi sentezi

2- Hangisi glukoneogenez kaynağı olarak kabul edilmez?

a) Laktat

b) Pirüvat

c) Asetil CoA

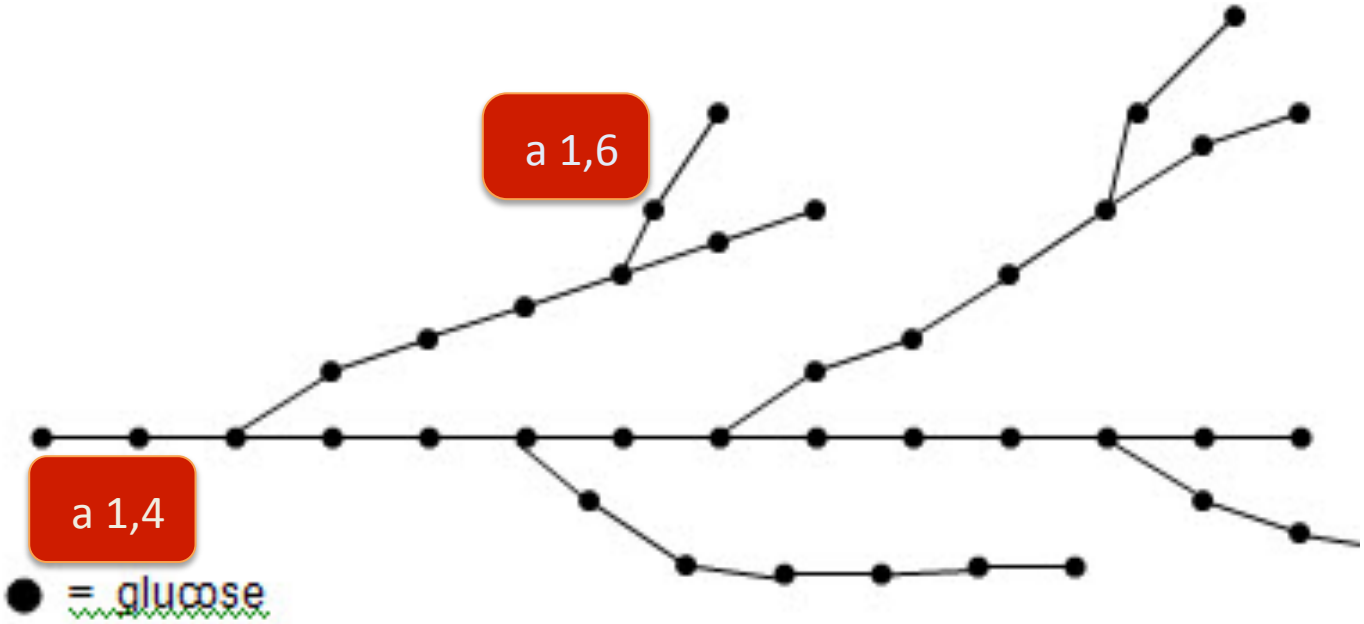
d) α-ketoasitler

e) Bazı aminoasitler

GLİKOJEN METABOLİZMASI

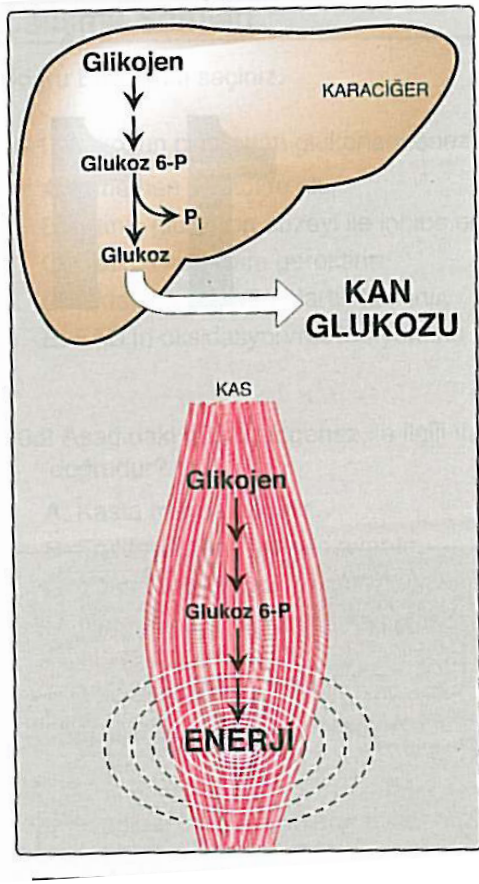
GLİKOJEN

- Fazla miktardaki glukoz, insanda glikojen, bitkilerde nişasta olarak depolanır
- Dallı zincirli Homopolisakkarit



- **Karaciğerdeki glikojen miktarı;**
- Yemeklerden sonra artar (450mM)
- Gece açlığını takiben düşer (250nM)
- Hızla mobilize edilebilecek bir glukoz deposu
- 12-18st açığı takiben tamamen tükenir

- **Kastaki glikojen miktarı;**
- Kısa süreli açlıklardan etkilenmez (1-2 günlük)
- Haftalar süren açlıkları takiben azalır.
- Egzersizde yıkım görülür, kas istirahate geçtiğinde depolanma başlar.



GLİKOJEN SENTEZİ (GLİKOJENEZ)

YER: SİTOPLAZMA

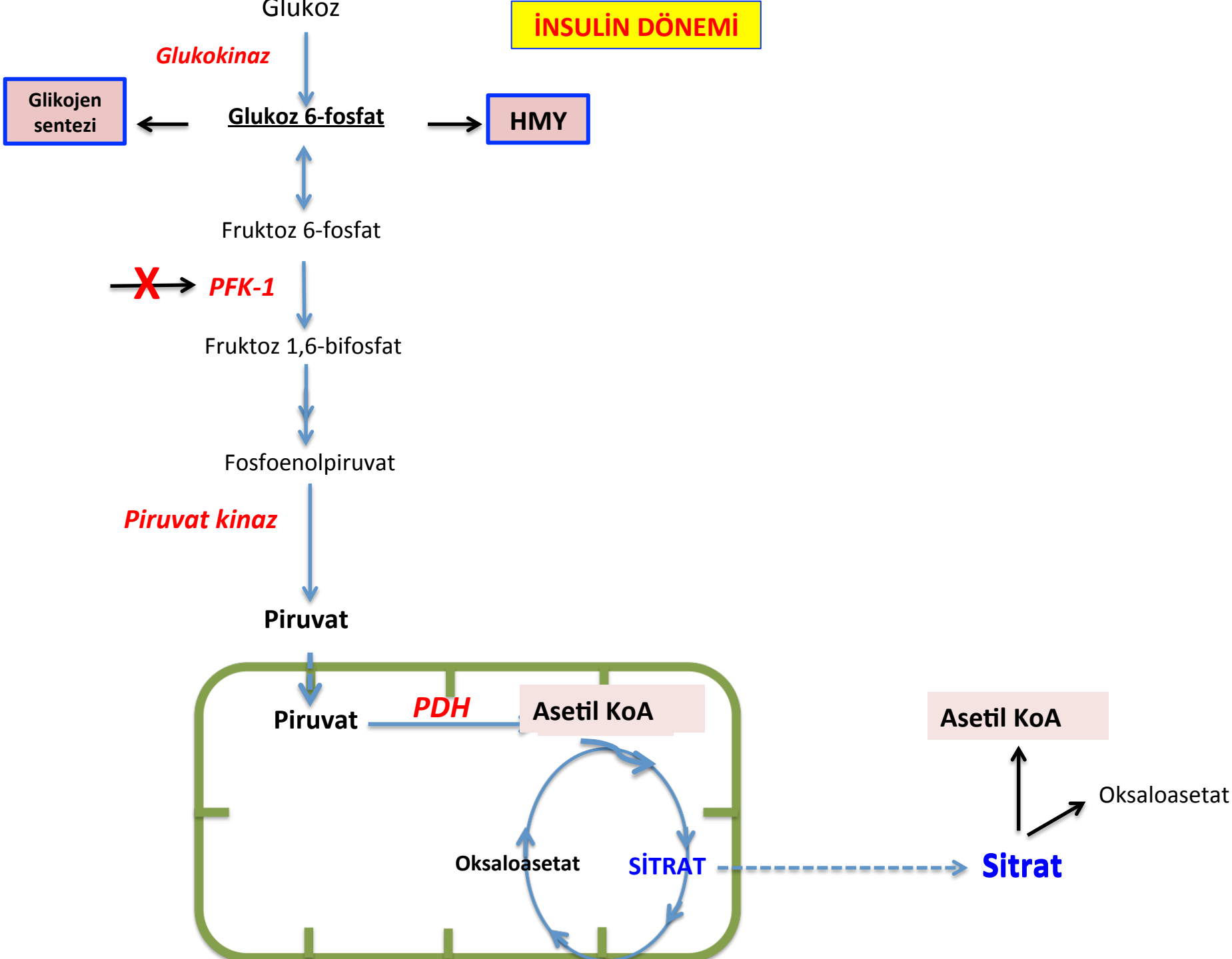
ATP ve UTP den enerji sağlanır

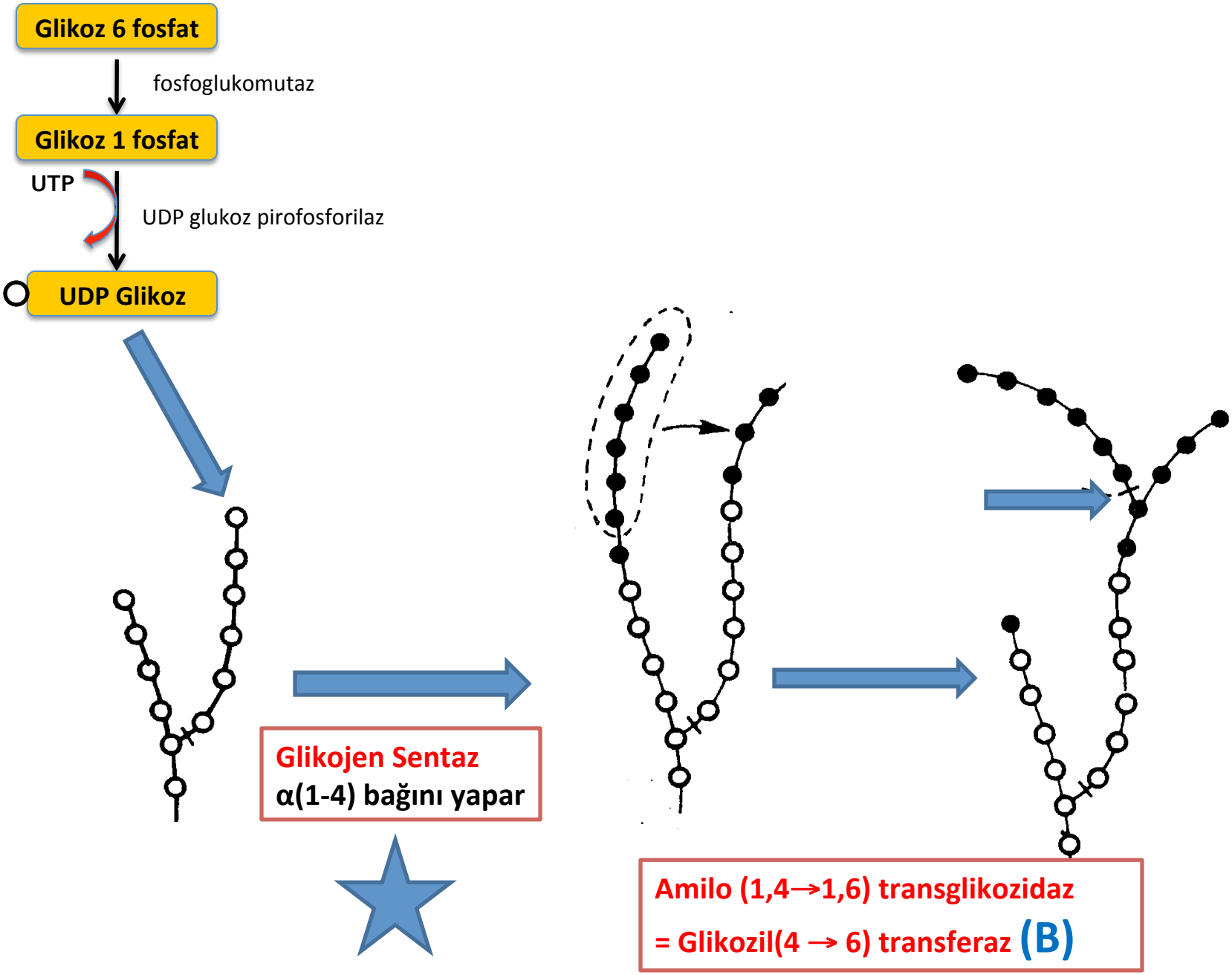
Sentezde görevli 2 enzim:

1) Glikojen sentaz, α(1→4) bağlarını sentezzler

hız düzenleyici enzimi

2) Dallandırıcı enzim: Amilo (1,4→1,6) bağını yapar


İNSULİN DÖNEMİ
Glukoz
Glukokinaz
Glikojen sentezi
Glukoz 6-fosfat
HMY
Fruktoz 6-fosfat
PFK-1
Fruktoz 1,6-bifosfat
Fosfoenolpiruvat
Piruvat kinaz
Piruvat
Piruvat
PDH
Asetil KoA
Oksaloasetat
SİTRAT
Asetil KoA
Oksaloasetat
Sitrat


Glikoz 6 fosfat
fosfoglukomutaz
Glikoz 1 fosfat
UTP
UDP glukoz pirofosforilaz
UDP Glikoz
Glikojen Sentaz
α(1-4) bağını yapar
Amilo (1,4→1,6) transglikozidaz
= Glikozil(4 → 6) transferaz (B)

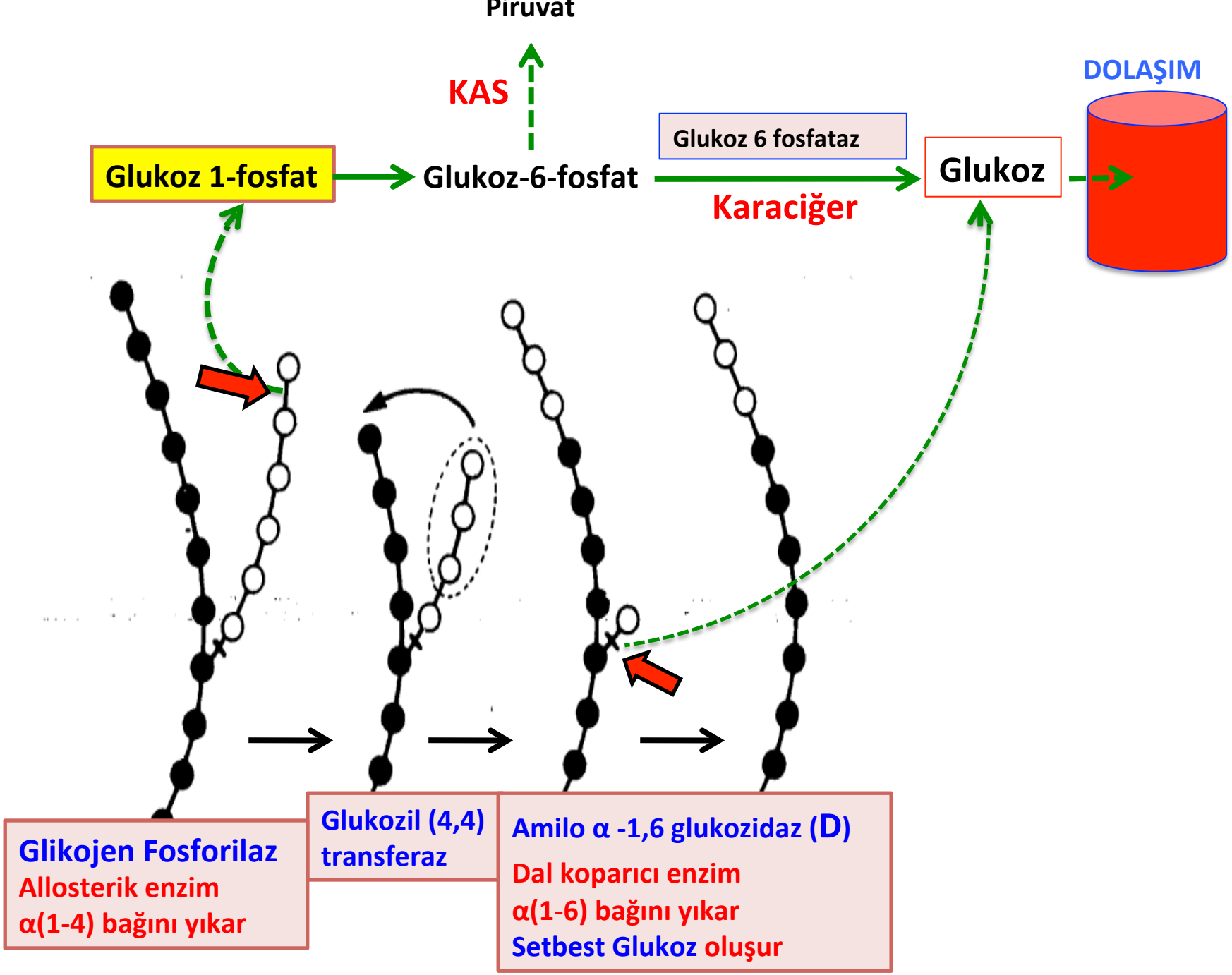
GLİKOJEN YIKIMI (GLİKOJENOLİZ)

GLİKOJEN YIKIMI (GLİKOJENOLİZ)

- Glikojen karaciğerde ve kaslarda yıkılır.
- ***<u>Yıkımda görevli enzimler:</u>***

- **1) Glikojen fosforilaz**
- α(1→4) bağlarını yıkar ve ortama glukoz-1-P salınır
- Yıkımda hız kısıtlayıcı basamaktır
- Dallanma noktasına 4 glukoz kalıncaya kadar etki eder

- **2) Debranching enzim:**
- Dallanma noktalarındaki **α(1→6) bağlarını yıkar**
- **a) Transferaz aktivitesi:**
- **b) Glikozidaz aktivitesi:**


Piruvat
KAS
DOLAŞIM
Glukoz 1-fosfat
Glukoz-6-fosfat
Glukoz 6 fosfataz
Glukoz
Karaciğer
Glikojen Fosforilaz
Allosterik enzim
α(1-4) bağını yıkar
Glukozil (4,4) transferaz
Amilo α -1,6 glukozidaz (D)
Dal koparıcı enzim
α(1-6) bağını yıkar
Setbest Glukoz oluşur

23. KC ve böbrekten kana serbest glikoz salınmasını sağlayan kaslarda bulunmayan enzim hangisidir?

a) Fosforilaz fosfataz

b) Hekzokinaz

c) Glikoz-6-Fosfataz

d) Glikokinaz

e) Glikoz 6 fosfat dehidrogenaz

37. Aşağıdakileden hangisi glikojen sentezi için gerekli değildir?

a) UDP
b) Glikojen primeri
c) Glukoz 1 fosfat
d) Glikojen sentetaz
e) Glikojen fosforilaz

19. İnsülin aşağıdaki enzimlerden hangisinin aktivitesini arttırmaz?

a) Glikokinaz

b) Glikoljen sentetaz

c) Fosfofruktokinaz

d) Piruvat kinaz

e) Glikojen fosforilaz

39. Glikojen metabolizması için hangisi yanlıştır?

a) Glikojen kas ve karaciğerde depolanır.
b) Toklukta glikojen sentaz aktive olur.
c) Glikoz-6-fosfataz, glikojen sentezinde hız kısıtlayıcıdır.
d) İnsülin, glikojen sentazı aktive eder.
e) Kasta Glukoz-6- fosfataz bulunmaz.

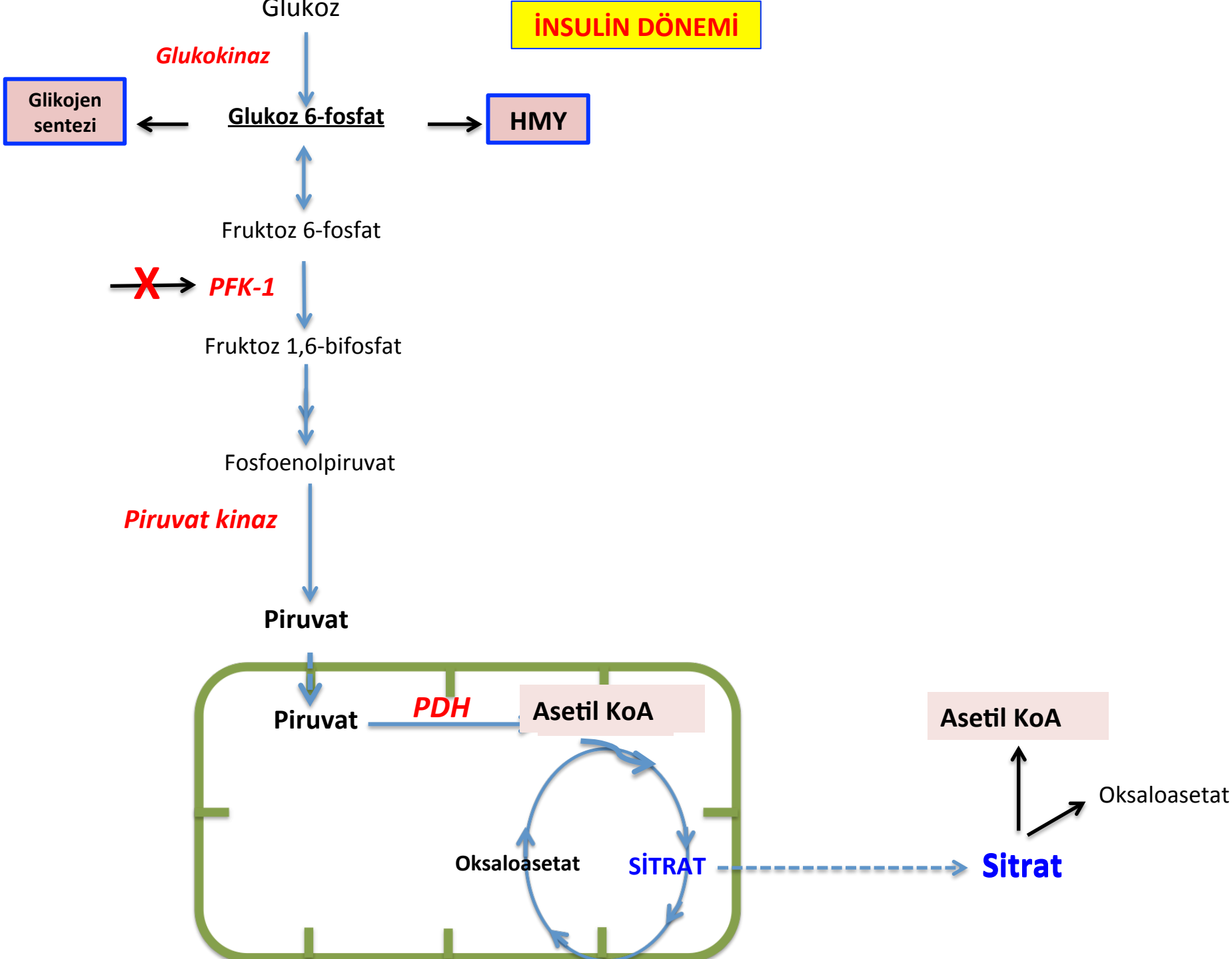
41. İyi bir kahvaltıdan sonra aşağıdakilerde, hangisinin oluşmasını beklersiniz?

a) Glukoz 6 fosfatazın artmış aktivitesi
b) Asetil Koa Karboksilazın azalmış aktivitesi
c) Glikojenoliz hızının azalması
d) Protein sentezinin azalması
e) Fosfoenol pirüvat karboksikinaz aktivitesinin artması

HEKSOZ MONOFOSFAT YOLU(HMPY)
- PENTOZ FOSFAT YOLU
- FOSFOGLUKONOLAKTON YOLU

Uzm.Dr.Hasan Taşlıdere

dr.hasantaslidere@gmail.com

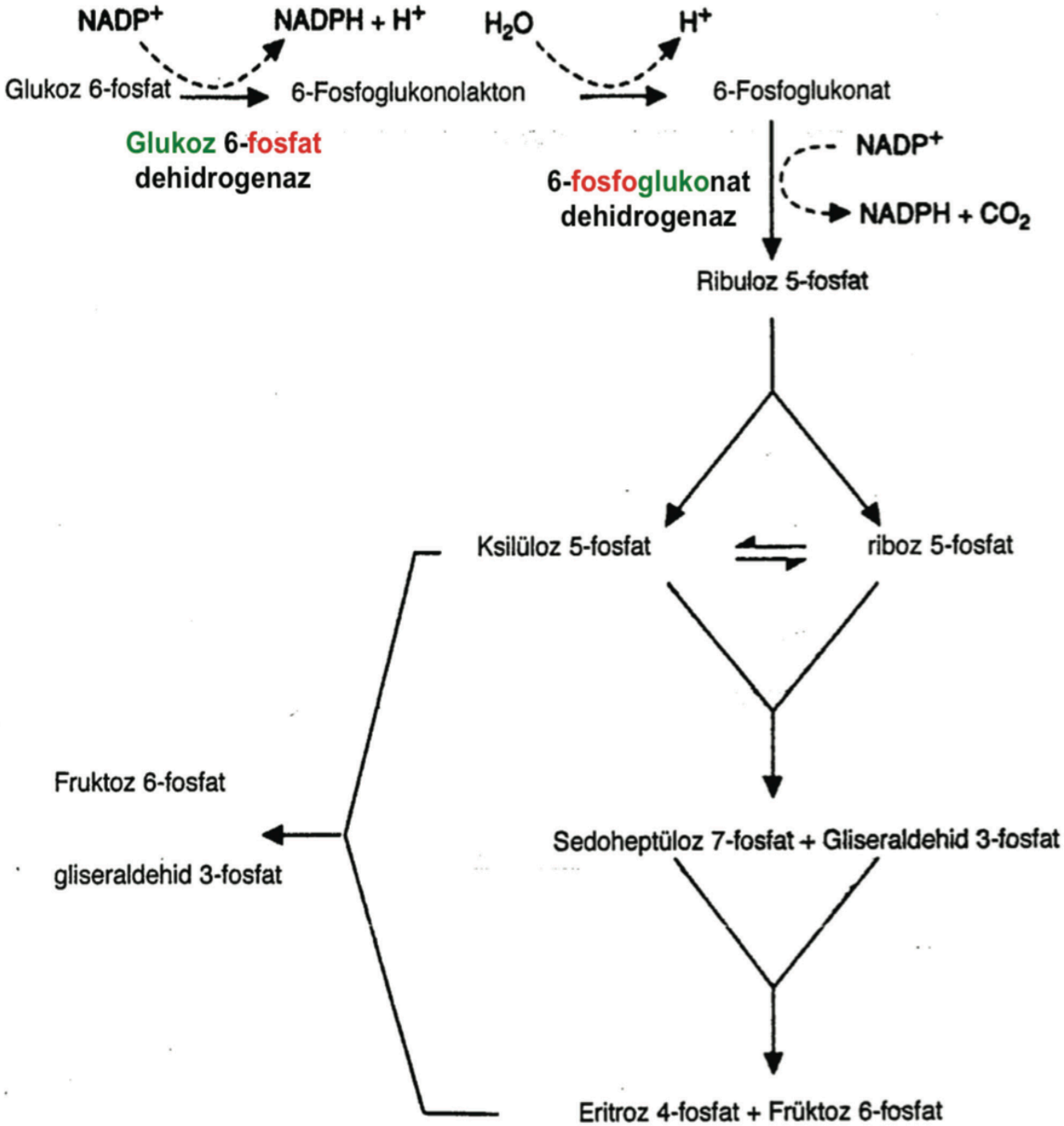

İNSULİN DÖNEMİ
Glukoz
Glukokinaz
Glikojen sentezi
Glukoz 6-fosfat
HMY
Fruktoz 6-fosfat
PFK-1
Fruktoz 1,6-bifosfat
Fosfoenolpiruvat
Piruvat kinaz
Piruvat
Piruvat
PDH
Asetil KoA
Oksaloasetat
SİTRAT
Asetil KoA
Oksaloasetat
Sitrat

HMY (Pentoz Fosfat Yolu)

- **İnsulin** döneminde **aktif** bir yolaktır.
- Hücrenin **sitoplazmasında** gerçekleşir.
- Substrat **glukoz 6-fosfat** molekülüdür.

HMY - AMAÇ

- ✓ **NADPH (İki adet)**
- ✓ **Riboz 5-fosfat** (PENTOZ) üretmektir.
- **ATP sentezi** ya da **tüketimi** yoktur.


NADP+
NADPH + H+
H2O
H+
Glukoz 6-fosfat
6-Fosfoglukonolakton
6-Fosfoglukonat
Glukoz 6-fosfat dehidrogenaz
NADP+
6-fosfoglukonat dehidrogenaz
NADPH + CO2
Ribuloz 5-fosfat
Ksilüloz 5-fosfat
riboz 5-fosfat
Fruktoz 6-fosfat
gliseraldehid 3-fosfat
Sedoheptüloz 7-fosfat + Gliseraldehid 3-fosfat
Eritroz 4-fosfat + Früktoz 6-fosfat

Heksoz monofosfat yolu düzenlenmesi

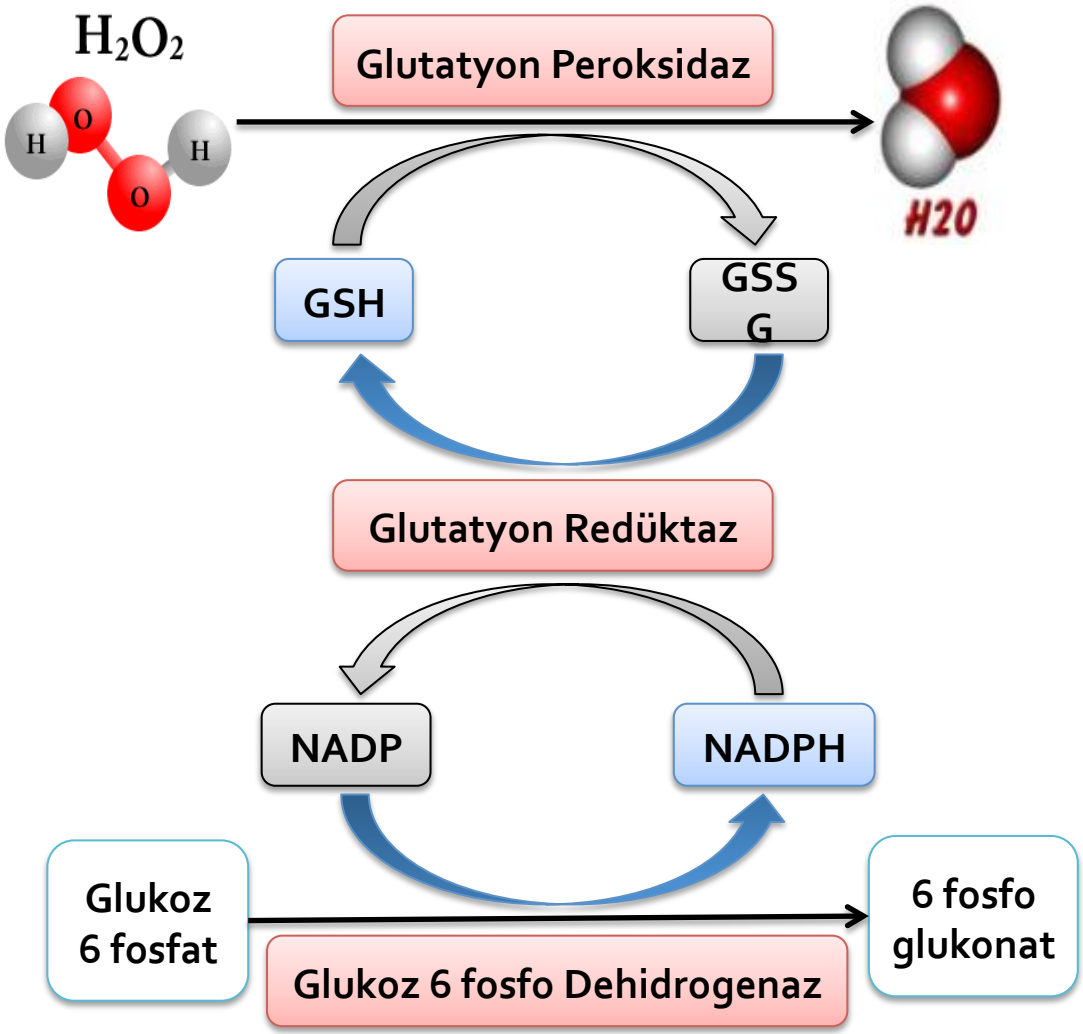
- Hız kısıtlayıcı enzimi **glukoz 6-fosfat dehidrogenaz**dır.
  - Allosterik olarak **NADPH** tarafından **inhibe**; **NADP** tarafından a**ktive** edilir.
  - **İnsulin defosforile-aktif**;
  - **Glukagon fosforile-inaktif** yapar.

NADPH‘IN KULLANIMLARI

- **1. İndirgeyici Biyosentez:**
- **Yağ asidi**
- **Kolesterol**
- **Safra asidi**
- **Steroid biyosentezinde**

2. Hidrojen peroksidin indirgenmesi:

ERİTROSİT MEMBRAN DİRENCİ



Glukoz 6-fosfat dehidrogenaz eksikliği;

- Yeterli **NADPH** oluşamaz.
- **Azalan NADPH** sonucunda oksidatif strese sebep olan ajanlar (**H_2O_2**) detoksifiye edilemez.
- Bu oksidan ajanlar hücrenin DNA, lipid, protein ve hücre membranına **zarar** verir.
- Bu durum özellikle **eritrositlerde membran direncinin düşmesine** neden olur.
- SONUÇ; **Hemolitik anemi**
- Oksidatif stresin arttığı durumlarda (ilaç kullanımı, enfeksiyonlar, bakla yenmesi gibi) **hemolitik krizler** sık görülür.

FAVİZM; Sıtma ilaçları ya da Bakla yenmesi hemolitik anemiye neden olur

NADPH KULLANAN REAKSİYONLAR

- **İndirgeyici sentez reaksiyonları**
  - Yağ asidi
  - Kolesterol
  - Steroid
  - Safra asitleri

- **H_2O_2 indirgenmesi**
- **Fagositoz**
- **İlaç metabolizması**

YAĞ ASİTLERİN YIKIMI YOK!!!

45. Alyuvarların oksitleyici bileşiklere karşı korunmasında aşağıdakilerden hangisi önemli rol oynar?

a) Glikoz
b) Pentoz Fosfat Yolu
c) Krebs Döngüsü
d) Cori döngüsü
e) Glukoneogenez

47. Pentoz fosfat yolunun reaksiyonları hücrenin hangi organelinde gerçekleşir?

a) Mitokondri
b) Golgi
c) Peroksizom
d) Sitozol
e) Ribozom

4- Hangi enzim NADP+'yi koenzimi olarak kullanır?

a) Pirüvat kinaz
b) Glukoz 6-fosfat dehidrogenaz
c) Gliseraldehid 3-fosfat dehidrogenaz
d) Pirüvat karboksilaz
e) Fosfoglukoz izomeraz

38. Pentoz fosfat yolunun anahtar düzenleyici enzimi, hangisi tarafından pozitif olarak düzenlenir?

a) NADH
b) ADP
c) GTP
d) NADP
e) FADH

43. Glukoz 6 fosfat sitozoldeki NADPH düzeyi azaldığında aşağıdaki metabolik yollardan hangisine girer?

a) Glikoliz
b) Glukuronik asit yolu
c) Pentoz Fosfat Yolu
d) Krebs Döngüsü
e) Üronik asit yolu

TUS TIME
Kazandırır...

VİTAMİNLER

05

UZMAN KADROMUZ DEĞERLİ MESLEKTAŞLARIMIZ İÇİN YENİLİKLER ÜRETMEYE DEVAM EDİYOR

Uzm.Dr. Hasan Taşlıdere
dr.hasantaslidere@gmail.com

- **Yağda çözünen vitaminler**
- Depolanır
- Taşıyıcı protein
- Isıya dayanıklı

- **Suda çözünen vitaminler**
- Depolanmaz
- Taşıyıcı protein yoktur
- Isıya dayanıksız

B12 vitamini

1.SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLER

Tiamin (B1)

- Aktif hali tiamin pirofosfat
- Transketolaz

Riboflavin (B2)

- **FMN ve FAD** olarak pek çok reaksiyonda görev alır.
- Özellikle **elektron transport sisteminde rol alır**

Niasin (B3)

- **Triptofan'dan sentezlenir.**
- **Aktif formları NAD ve NADP'dir**

- **Pridoksal Fosfat (B6)**

Pridoksal Fosfat'ın Kullanıldığı Önemli Reaksiyonlar	
Glikojen fosforilaz	Glikojen yıkımı
Transaminasyon	ALT, AST
Dekarboksilasyon	Dopa→Dopamin Histidin→Histamin Glutamat→GABA

Biotin

- **Karboksilasyon reaksiyonlarının kofaktörüdür (CO_2 transferi yapar)** ★

– asetil coA **karboksilaz**
– piruvat **karboksilaz**
– propionil **coA karboksilaz**
– β–metil krotonil coA karboksilaz

Folik Asit (B9)

- Aktif ismi; **Tetrahidrofolik asit**

- **Tek karbon transferinde** anahtar rol alır

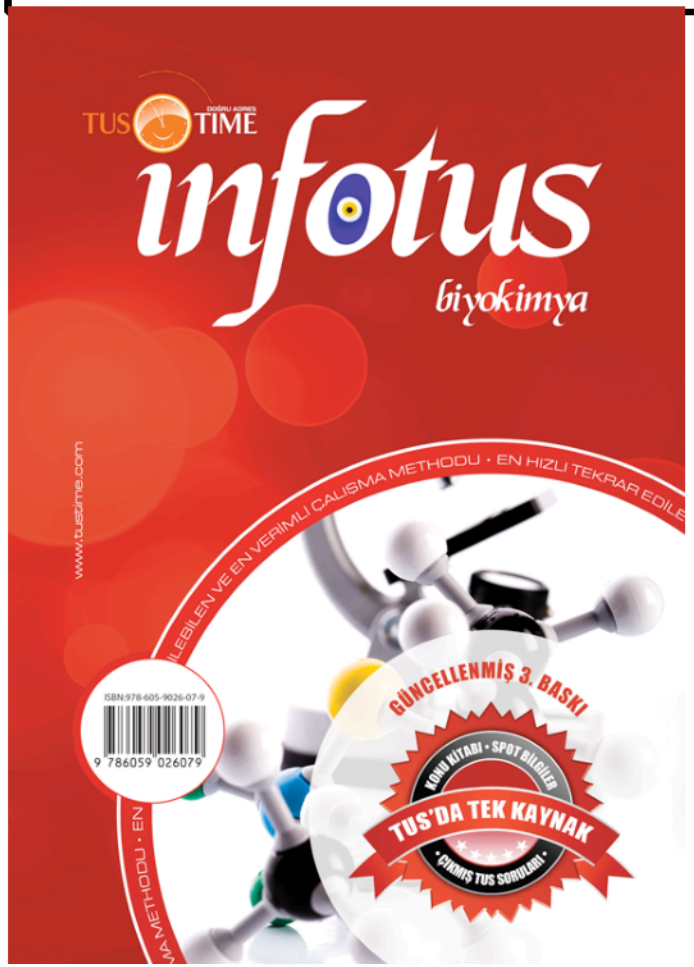
Folik Asit eksikliği

- DNA sentezi bozulur ve hücre büyümesi ve çoğalması olumsuz etkilenir
  - Nöral tüp defekti
  - Megaloblastik (pernisiyoz) anemi:

B12 (Kobalamin)

- **Hayvansal gıdalarla** ile alınır.
- **Vejeteryan beslenmede** eksikliği gelişir
- **Kobalt içerir**.
- ***Depo edilebilen ve kanda*** *taşıyıcı protein*

SINAVINIZDA BAŞARILAR . . .



TUS TIME DOĞRU ADRES

Kaynak:
TUSTİME İnfotus BIYOKIMYA

Uzm.Dr.Hasan Taşlıdere