

BIYOKİMYA

DOÇ. DR. MEHMET KARACA

TANIMLAR

GLİKOLİZ: (LİZ LEZYON (LYSIS), YIKAMA, PARÇALAMA ANLAMINDADIR). Glikoliz hücrede sitozolde gerçekleşir. Glikoliz olayı hem aerobik hem de anaerobik organizmalarda gerçekleşebilir.

GLİKONEOGENEZ: (NEOGENEZ: YENİ ÜRETİM). Glikozun diğer moleküller kullanılarak üretilmesi.

GLİKOJENOLİZ: Glikojenin yıkımı ile glikoz üretimi.

GLİKOJENOGENEZ: Glikojenin oluşturulması

KARBOHİDRATLARIN SİNDİRİMİ

Hayvanlarda karbohidratlar sindirim kanalında, bazı enzimlerin etkisiyle, hidrolitik olarak yıkılır ve bağırsaklardan emilir. Besinlerle alınan karbohidratların bağırsak duvarından emilebilmeleri için monosakkarit haline geçmeleri gerekir, aksi halde emilemezler ve dışarı atılırlar.

Bu monosakkaritlerin küçük bir kısmı, bağırsak bakterileri tarafından fermentasyona uğratılır.

Bitkilerde karbohidratlar kloroplastlarda sentezlenir. Depo organlarında depolandıktan sonra (örneğin tohum vb) bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemlerde yıkılır. Bitkilerde yıkım işlemleri mitokondri ve sitozolde gerçekleştirilir.

KARBOHİDRATLARIN SİNDİRİMİ

Karbohidrat metabolizması başlıca, anaerobik ve aerobik reaksiyonlar olmak üzere iki kısımda incelenir.

Anaerobik (oksijensiz) yol ile glikoz molekülü iki molekül “laktik aside” kadar parçalanır.

Anaerobik glikoliz Krebs döngüsüne ve oksidatif fosforilizasyona kadar ilerlemez.

Aerobik reaksiyonlar dizisinde glikoliz ve “Sitrik Asit Siklusu” (Krebs siklusu) ve oksidatif fosforilizasyon devam eder.

GLİKOLİZ

GLİKOLİZ GLİKOZUN KATOBOLİZMASI OLMASI YANI SIRA BAZI MOLEKÜLLERİN ANABOLİZMASINDA KULLANILACAK ANA ARA MOLEKÜLLERİN SENTEZLENDİĞİ ÖNEMLİ BİR METABOLİK SÜREÇTİR.

GLİKOLİZİN BÜTÜN ENZİMLERİ “SİTOZOLİKTİR”.

GLİKOZDE GLİKOZ DIŞINDAKİ ŞEKERLERDEN DE YARARLANILIR.

FRUKTOZ → 2 ADET GLİSERALDEHİT-3-FOSFAT

LAKTOZ → GLİKOZ + GALAKTOZ

GALAKTOZ → GLİKOZ-1-FOSFAT → GLİKOZ-6-FOSFAT

MANNOZ → MANNOZ-6-FOSFAT → FRUKTOZ-6-FOSFAT

GLİKOLİZ

Organizmada glikozun kullanılmasına, yani glikozun en son metabolik ürün olan karbondioksit ve suya parçalanmasına glikoliz denmektedir.

GLİKOZUN PİRÜVATA PARÇALANMASINA GLİKOLİZ ADI VERİLİR.

Embden-Meyerhof-Parnas Glikolitik yolu (Sitozol)

Glikoliz (Sitozol)

Laktik asit (Sitozol)

Etanol (Sitozol)

T.C.A. (TriKarboksilikAsit) veya Krebs siklusu

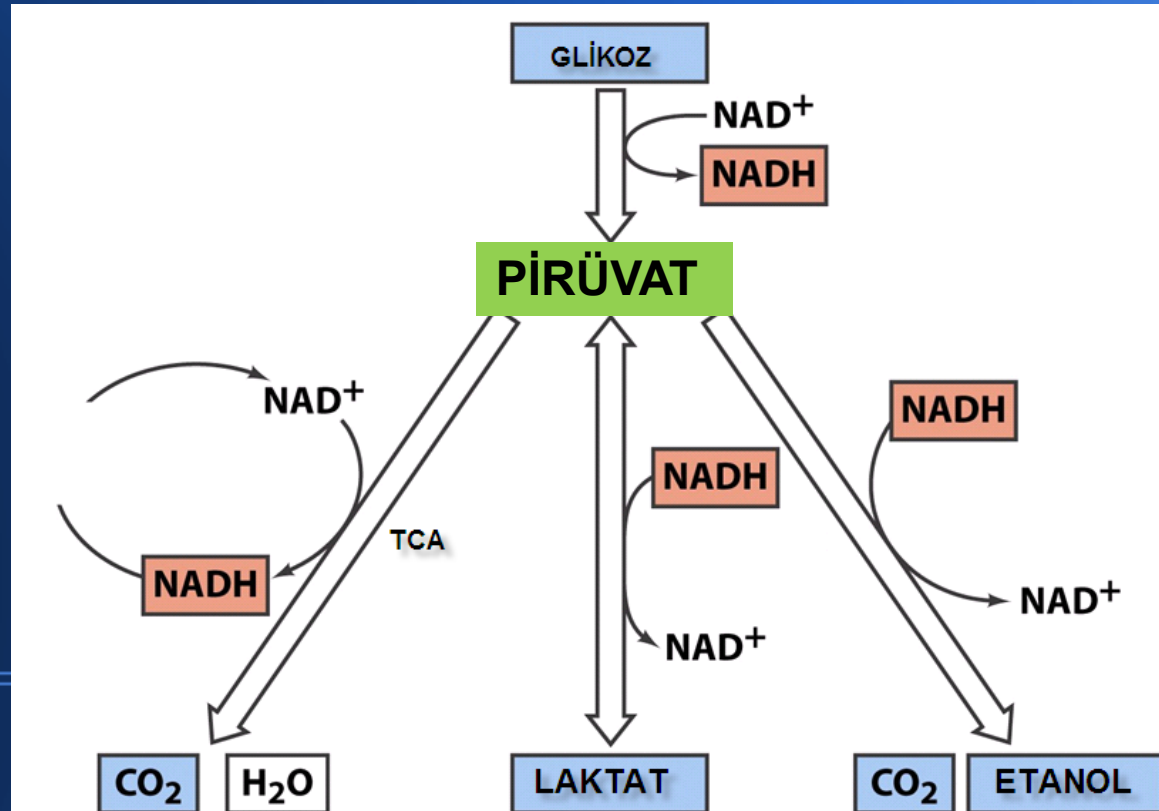
Mitokondride gerçekleşir.

Pentoz fosfat yolu (Sitozol)

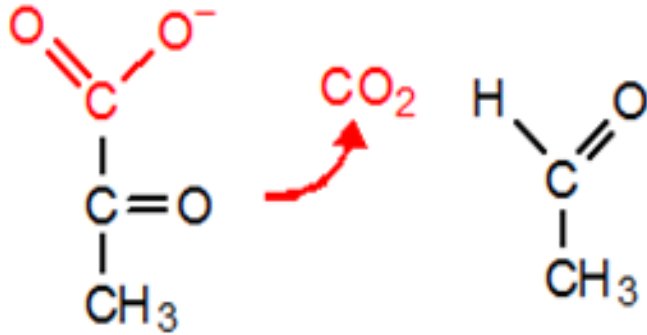
GLİKOLİZ

Glikolizle üretilmiş olan pirüvat bazı bakteriler dışında genel olarak 3 farklı tipte patikaya alınır.

1. Krebs döngüsüne (mitokondri),
2. Laktik asite (Sitozol),
3. Etanol (Sitozol).



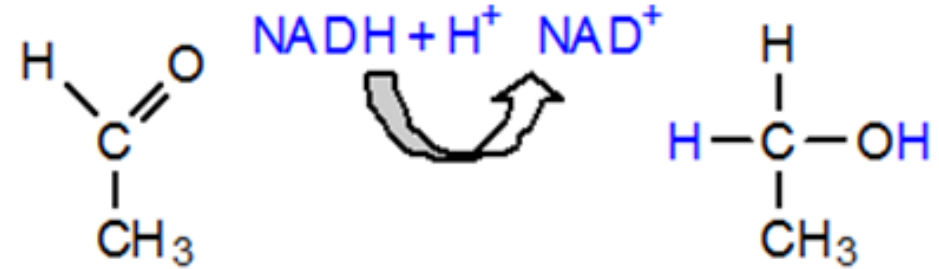
ANAEROBİK ŞARTLARDA PİRÜVATIN YAZGISI



Pirüvat

Asetaldehit

Pirüvat asetaldehyde **PİRÜVAT DEKARBOKSİLİZ** enzimi ile dönüştürülür



Asetaldehit

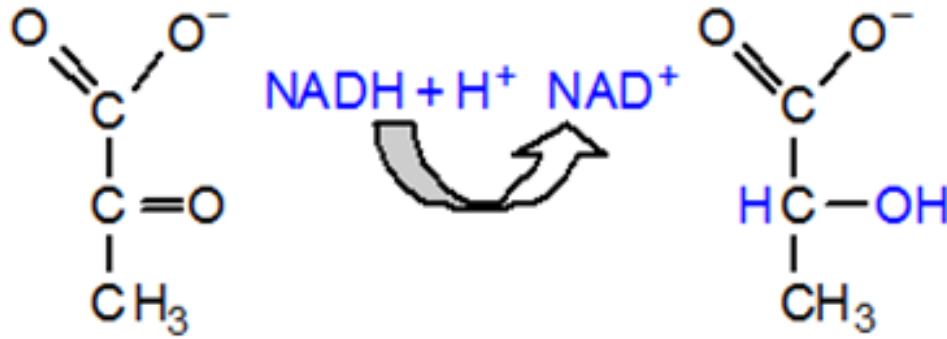
Etanol

Asetaldehit etanole **ALKOL DEHİDROGENAZ** enzimi ile dönüştürülür.

BU AŞAMADA PİRÜVATA KADAR KAZANILMIŞ OLAN 2 NADH TEKRAR KULLANILIR. NET ATP KAZANCI 2 ATP OLARAK GÖRÜLÜR.

OYSA AEROBİK ŞARTLARDA OLSAYDI 2 NADH VE 2 ATP KAZANILMIŞ OLURDU (NET 8 ATP OLURDU)

ANAEROBİK ŞARTLARDA PİRÜVATIN YAZGISI



Pirüvat

Laktat

Pirüvat laktik asite **LAKTAT DEHİDROGENAZ** enzimi ile dönüştürülür. Laktik asit Cori Döngüsü kullanılarak metabolize edilerek değerlendirilir.

Laktat organizma tarafından enerji üretiminde kullanılır. Adele kaslarında glikoz laktata dönüşür.

Laktat kandan alınarak Pirüvata dönüşür ve Pirüvat Krebs'e alınır veya Glikoneogenez ile tekrar glikoza dönüştürülebilir.

Eksersiz veya maraton sonrası kas ağrıları laktik asit birikiminden kaynaklanır.

AEROBİK ŞARTLARDA PİRÜVATIN YAZGISI

KREBS DÖNGÜSÜ ÖKARYOTLARDA MİTOKONDİRİDE
PROKARYOTLARDA SİTOZOLDE (HÜCRE MEMBRANI)
GERÇEKLEŞİR.

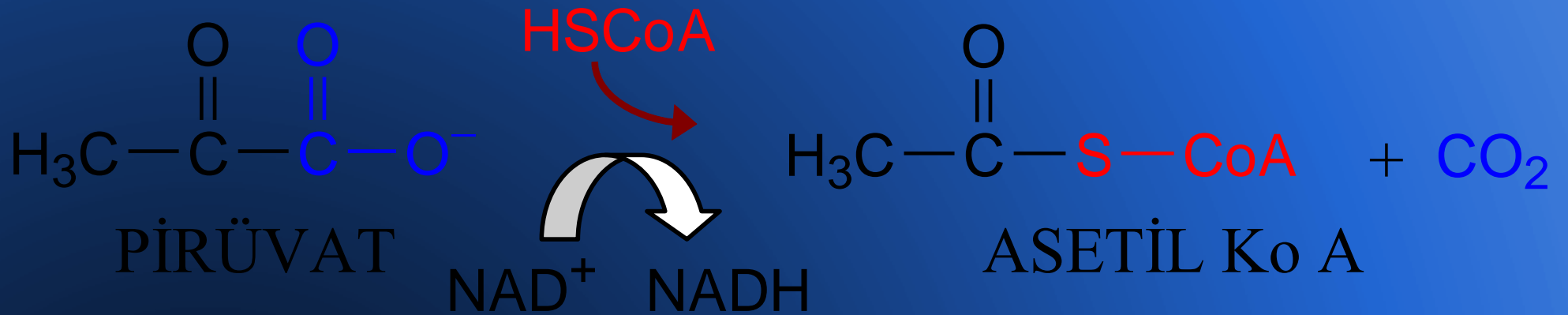
GLİKOLİZDEN ÜRETİLEN PİRÜVAT “PORİNLERLE”
MİTOKONDİRİYE ALINIR. MİTOKONDİRİ İÇ MEMBRAN
SİSTEMİNE “PİRÜVAT TRANSLOKAZ” ENZİMİ İLE
TAŞINIR.

PİRÜVAT ASETİL KoA YA DÖNÜŞÜMÜNDE 3 ENZİM
GEREKLİDİR:

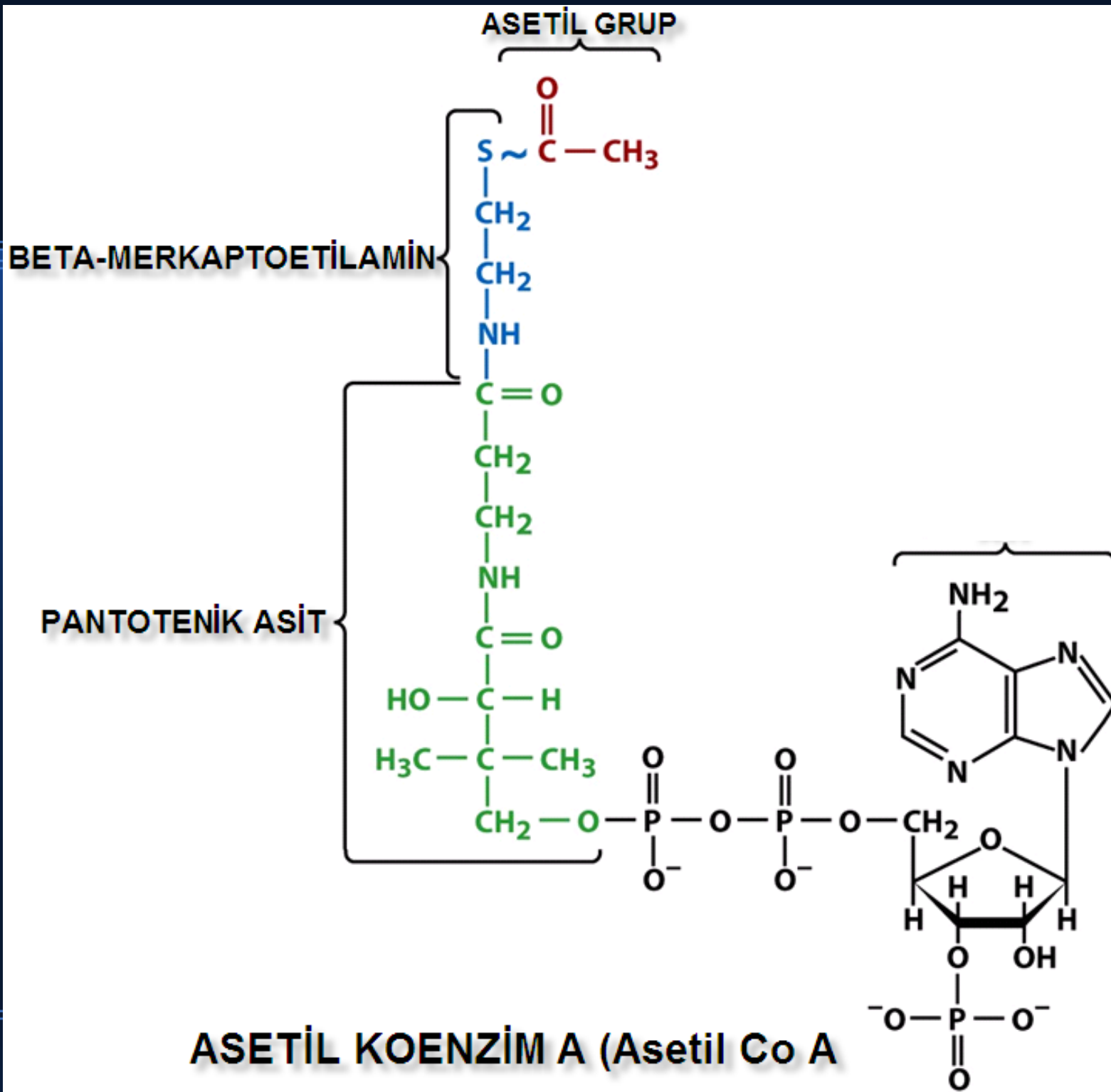
- PİRÜVAT DEHİDROGENAZ
- DİHİDROLİPOMİD ASETİLTRANSFERAZ
- DİHİDROLİPOAMİD DEHİDROGENAZ

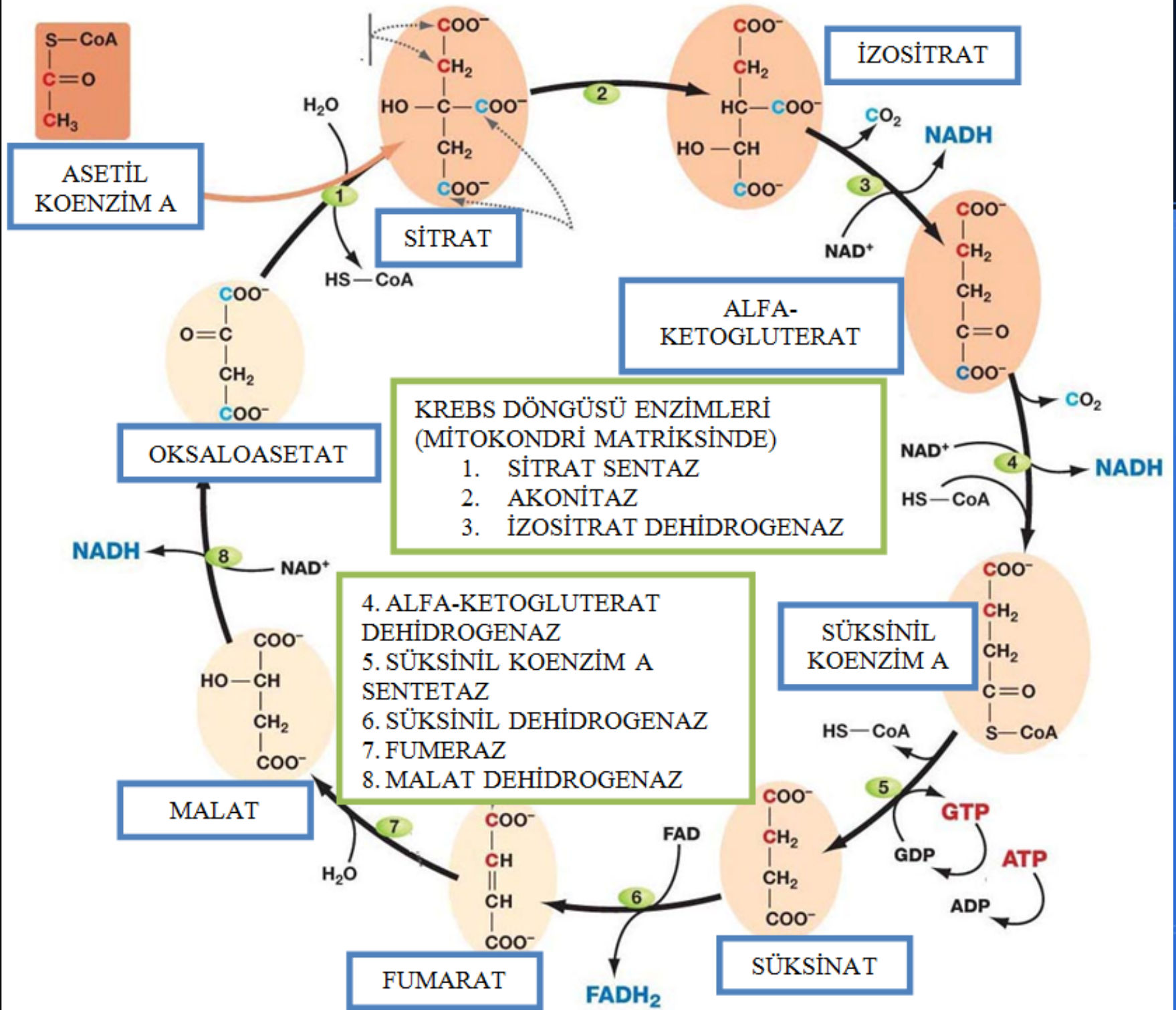
AEROBİK ŞARTLARDA PİRÜVATIN YAZGISI

PİRÜVAT DEHİDROGENAZ



Pirüvat Dehidrogenaz pirüvatı dekarboksile ederek asetil-KoA'ya dönüştürür. ASETİL KOENZİM A KREBS DÖNGÜSÜNE MİTOKONDRİDE ALINIR





KREBS DÖNGÜSÜNÜN ARA MOLEKÜLLERİ

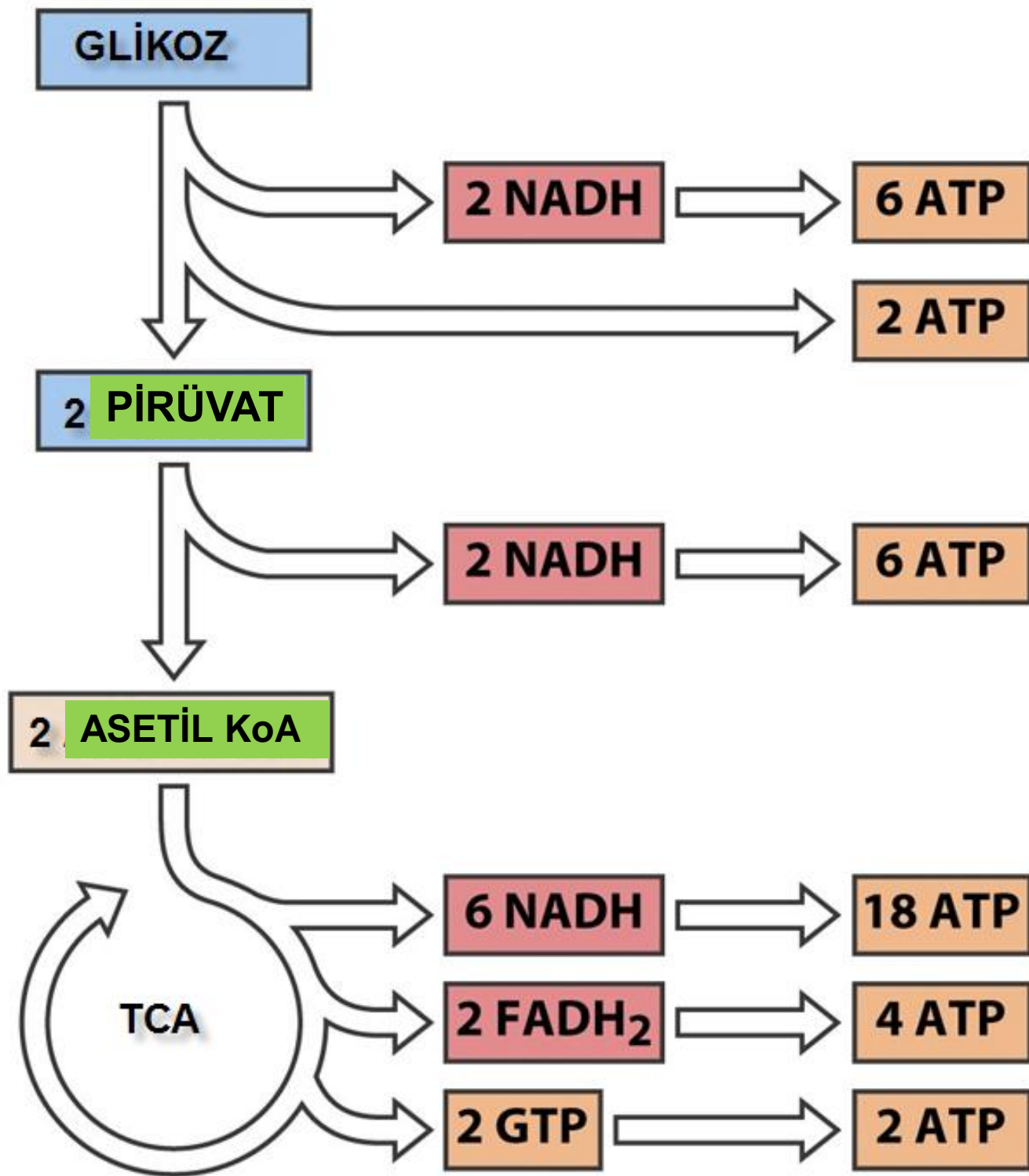
**SİTRAT, ALFA-KETOGLUTARAT, SUKSİNİL KoA DİĞER
BİYOSENTETİK PATİKALARDA GÖREV ALIRLAR.**

SİTRAT: YAĞ ASİTLERİ VE STEROLLERİN SENTEZİNDE

**ALFA-KETAGLUTARAT: AMİNO ASİT VE NÜKLEİK ASİT
SENTEZİNDE**

SÜKSİNİL KoA: YAĞ ASİTLERİ SENTEZİNDE

OKSALASETAT: GLİKONEOGENEZ, PRİMİDİN SENTEZİ



ATP=GTP
 NADH= 3 ATP
 FADH₂=2 ATP

GLİKOLİZİN KONTROLÜ

**Glikolizin Kontrolünde 3 ana enzim bulunmaktadır
Heksokinaz (1.), Fosfofruktokinaz (3.) & Pirüvat Kinaz
(10.)**

Lokal Kontrol:

**Hücresel düzeyde substrat ve aracı molekül
konsantrasyonlu ile**

Genel Kontrol:

**Bütün organizma seviyesinde ve genellikle “hormonlar”
tarafından kontrol edilir.**

GLİKOLİZİN KONTROLÜ

Heksokinaz kendi ürünü olan Glikoz-6-Fosfat tarafından aktif bölgesine yarışmacı şekilde allosterik olarak bağlanarak Glikoliz kontrol edilir.

Glikokinaz karaciğerde bulunur ve çok miktarda glikoz varsa “aktifdir”.

İnsilün glikozun kanda fazla bulunması durumunda “Glikokinaz” geninin aktif hale gelmesini sağlar.
“İnsilün glikolizin çalışmasına sağlar”.

GLİKOLİZİN KONTROLÜ

Fosfofruktokinaz ATP tarafından allosterik olarak inhibe edilir.

Eğer ATP “az” miktarda ise enzimin aktif bölgesine ATP bağlanır ve glikoliz gerçekleşir.

Eğer “yüksek” ATP varsa enzimin diğer bölgesine ATP bağlanır ve glikoliz “inhibe” edilir.

GLİKOLİZİN KONTROLÜ

Pirüvat Kinaz

Allosterik ve kovalent modifikasyonlarla regüle edilebilir.

Fruktoz 1, 6-bisfosfat tarafından allosterik olarak aktive edilirken yüksek ATP ile yine allosterik olarak inaktif hale getirilir.

KREBS DÖNGÜSÜNÜN KONTROLÜ

2 enzim tarafından kontrol edilir.

1. İzositrat dehidrogenaz:

Yüksek miktarda ADP ve kalsiyum iyonu varsa allosterik olarak aktif hale getirilir.

Yüksek oranda NADH varsa allosterik olarak inaktif edilir.

2. Alfa- ketogulutarat dehidrogenaz

Yüksek kalsiyum tarafından allosterik olarak aktive edilir.

Yüksek oranda süksinil Koenzim A ve NADH tarafından allosterik olarak inaktif edilir.

GLİOKSİLAT DÖNGÜSÜ (GLYOXYLATE CYCLE)

Krebs döngüsünün bir modifikasyonu olup bitkilerde, funguslarda ve bakteride anabolik patikaları içerir.

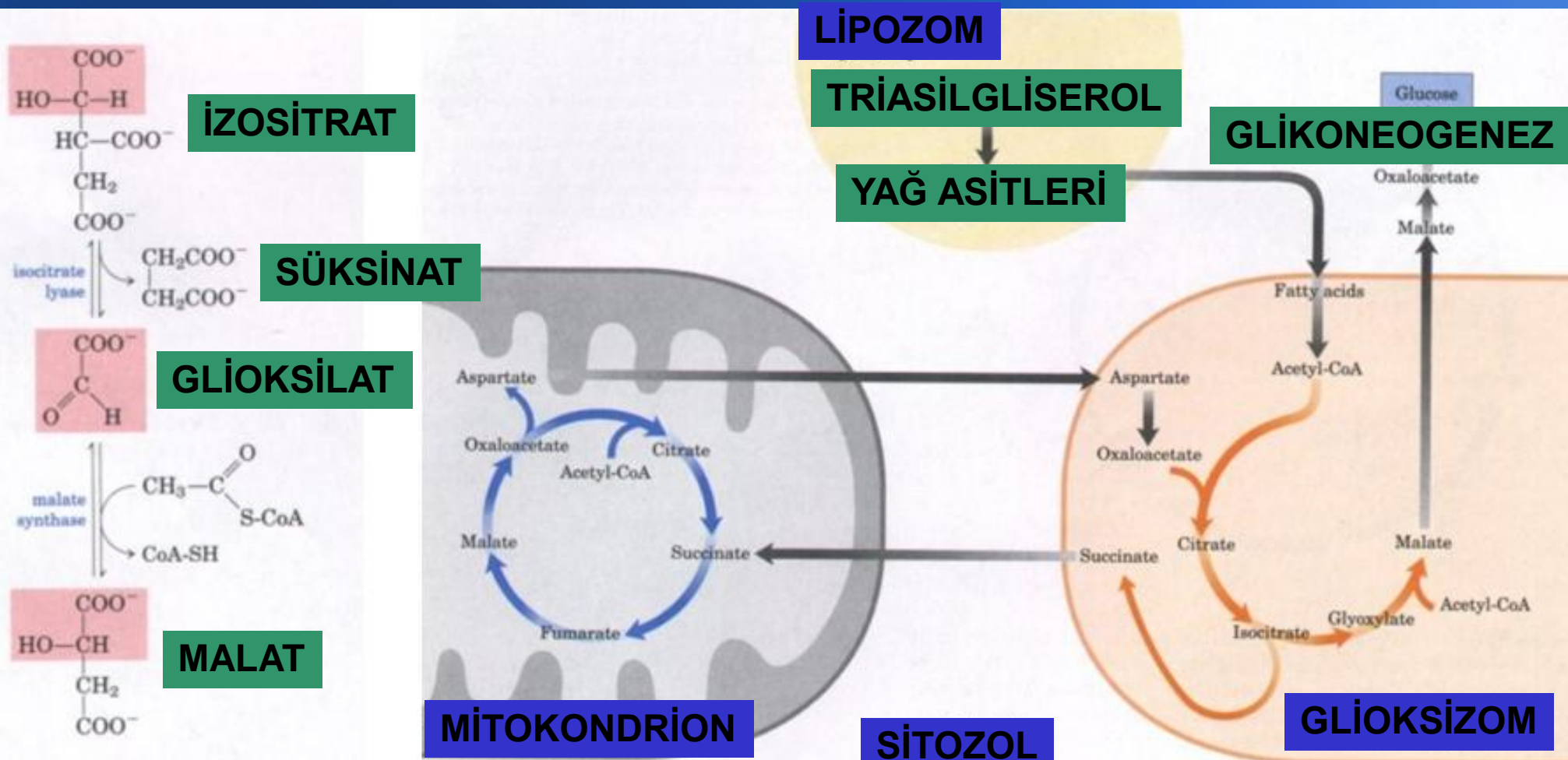
Bu döngü yağ asitleri kullanılarak karbonhidratların sentezlenir.

Asetil KoA süksinata dönüştürülerek karbonhidratların sentezi yapılabilir.

Bitki tohumlarında yağ olarak depolanır ancak çimlenme sırasında korbohidratlara dönüştürülür.

Gliksilat döngüsü bitkilerde gliksilat organellerinde oluşur.

GLİOKSİLAT DÖNGÜSÜ (GLYOXYLATE CYCLE)



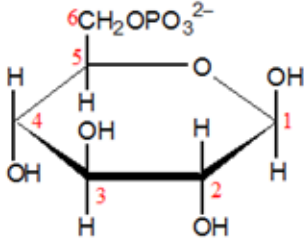

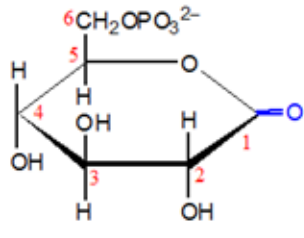
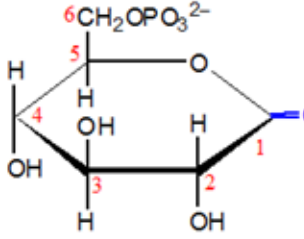
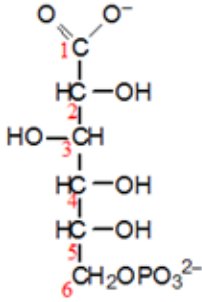
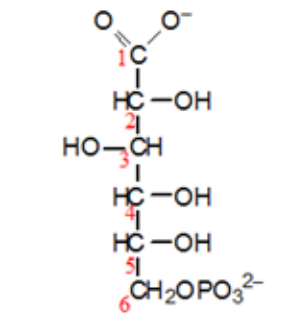
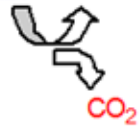
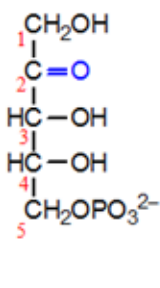
“Pentoz Fosfat Patikası”, “Fosfoglikonat Patikası” “Heksoz Monofozfat Patikası” “Pentoz Shunt”

**Bu yol ile 6 molekül Glikoz-6-fosfattan, 6 molekül CO₂ ve 6 adet 5 karbonlu şeker meydana gelir.
Glikoliz İle Birlikte Sitozolda Gerçekleşir.
Calvin Döngüsü & Krebs Döngüsü için Bazı Ara Maddeleri Sentezler.**

**Bazı Metabolizmalar İçin Gerkli Maddelerin Sentezi
Örneğin Eritroz-4-fosfat Gibi
Lignin, Flavonot Ve Antisyoninler İçin Üretim**

**Riboz Ve Deoksiriboz Üretimi
Glikozdan Enerji Üretimi (NADPH)
Yağ Asitleri Ve İzoprenoitlerin Sentezi**

“Pentoz Fosfat Patikası”, “Fosfoglikonat Patikası” “Heksoz Monofozfat Patikası” “Pentoz Shunt”

	$\text{NADPH} + \text{H}^+$  NADP^+	
GLİKOZ-6-FOSFAT	GLİKOZ-6-FOSFAT DEHİDROGENAZ ENZİMİ	6-FOSFOGLİKONOLAKTON
	6- FOSFOGLİKONOLAKTAN AZ ENZİMİ	
6-FOSFOGLİKONOLAKTON		6-FOSFOGLİKONAT
	NADP^+ $\text{NADPH} + \text{H}^+$  CO_2	
6-FOSFOGLİKONAT	FOSFOGLİKONAT DEHİDROGENAZ	RİBULOZ-5-FOSFAT

GLİKONEOGENEZ

Karbohidrat olmayan maddelerden glikoz yapılması demektir. Organizmalar yeteri kadar karbohidrat alamadıkları zaman, gerekli glikoz bu şekilde sağlanır.

Glikoneogenez, diğer dokuların metabolizma ürünlerini örneğin hayvanlarda kas ve eritrositler tarafından kanda oluşturulan “laktik asidi” ve yağ dokusu tarafından meydana getirilen “gliserolü” kandan temizlemek için gereklidir.

Glikoneogenez işlemi glikojenik amino asitten, gliserolden, laktik asitten glikoz veya glikojen oluşturan reaksiyonlar dizisidir.

GLİKONEOGENEZ ÖNCÜL MADDELERİ

- 1) LAKTİK ASİT (LAKTAT) CORİ DÖNGÜSÜ İLE ANAEROBİK SOLUNUMDAN ELDE EDİLMİŞ OLAN PİRÜVATTAN
- 2) AMİNO ASİTLERDEN ÖRNEĞİN ALANİN AMİNO ASİTİ
- 3) TRİASİGLİSEROL (Gliksilat Döngüsü)

GLİKONEOGENESİN REGÜLASYONU

GLİKOLİZ VE GLİKONEOGENEZ KARŞILIKLI OLARAK REGÜLE EDİLİR. HER İKİSİ AYNA ANDA YÜRÜTÜLMEZ. FRUKTOZ 1,6 BİSFOSFATAZ ENZİMİ AMP İLE İNAKTİF EDİLİR. PÜRİVAT KARBOKSİLİZ ASETİL COA İLE AKTİVE EDİLİR

GLİKOJENOLİZ

Kandaki glikoz düzeyi azaldığı zaman karaciğerdeki glikojen moleküllerinden glikoz birimleri ayrılarak kana verilir. Glikojen molekülünün, glikoz ünitelerine parçalanmasına “glikojenoliz” denir.

Kanda glikoz düzeyinin artışı, glikojenogenezin başlamasına neden olur. Ters durumlarda, glikojenolizde hızlanma görülür.

Glikojenoliz, “epinefrin” ve “glikagon” kontrol edilir. Bu hormonlar “İnsülin” hormonunun ters etkisini yapar. Diğer bir ifade ile insulin glikolizi sağlarken bu hormonlar glikojenolizi sağlar.

GLİKOJENOGENEZ

GLİKOJENOGENEZ

Karaciğerde glikozdan glikojen sentezine glikojenogenez denir. Glikojen özellikle karaciğer ve kaslarda yaygın halde bulunan polisakkarittir.

Hidroliz edilirse glikoz ünitelerine ayrılır. Kaslarda glikojen oluşumunun, karaciğerde glikojen oluşumundan bir farkı vardır. Kaslarda glikozdan başka şekerler kullanılamaz.

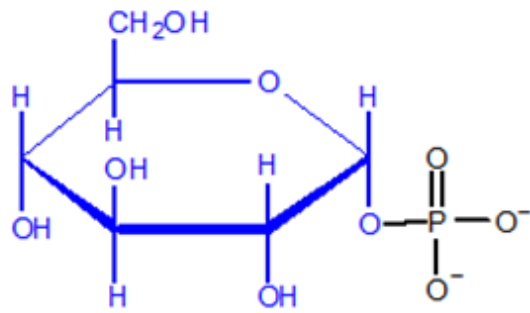
Kas kontraksiyonu, glikojenin kullanımına neden olur. Azalan glikojenin yerini kan şekeri alır, karaciğer glikojeni de kan şekerini tamamlar.

GLİKOJEN SENTEZİ

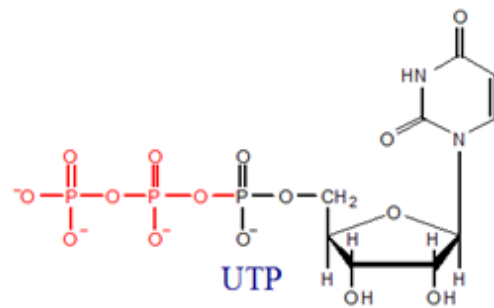
Uridin difosfat glikoz (UDP-glikoz) glikojen sentezinde temel başlatıcı moleküldür.

UDP-glikoz “UDP-Glikoz-Pirofosforilaz” enzimi tarafından oluşturulur.

Glikojen sentezinden sorumlu enzim Glikojenin enzimidir.

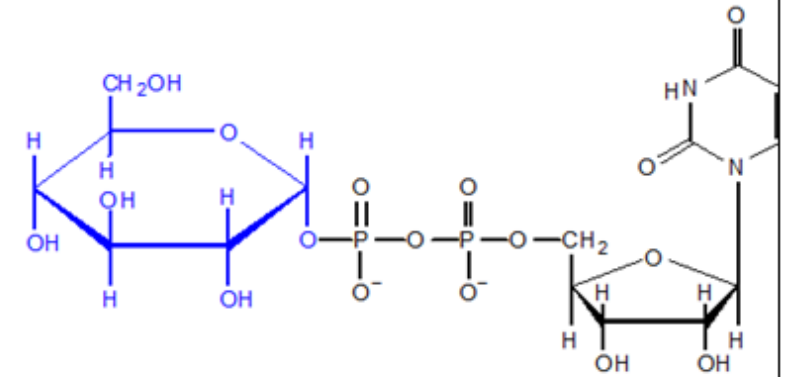


GLİKOZ-1-FOSFAT

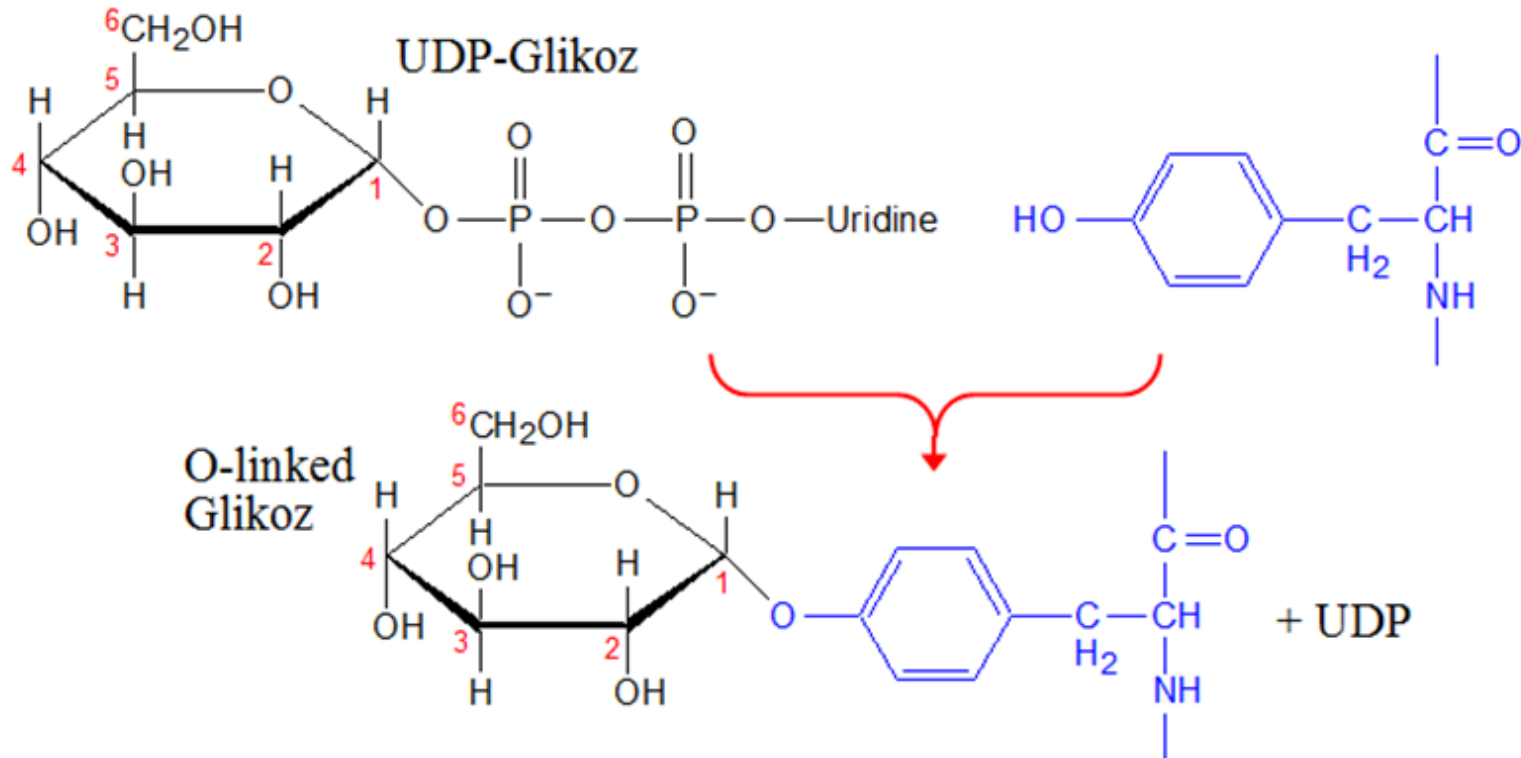


UTP

UDP-GLİKOZ-
PİROFOSFORİLAZ



UDP-GLİKOZ



Glikojen sentezinden sorumlu enzim GLİKOJENİN enzimidir.

NİŞASTA SENTEZİ



GLİKOZ-6-FOSFAT

ATP

ADP-GLİKOZ
PİROFOSFORİLAZ

ADP-GLİKOZ

Pi



ADP-GLİKOZ

NİŞASTA SENTAZ

ADP + ALFA-AMİLAZ

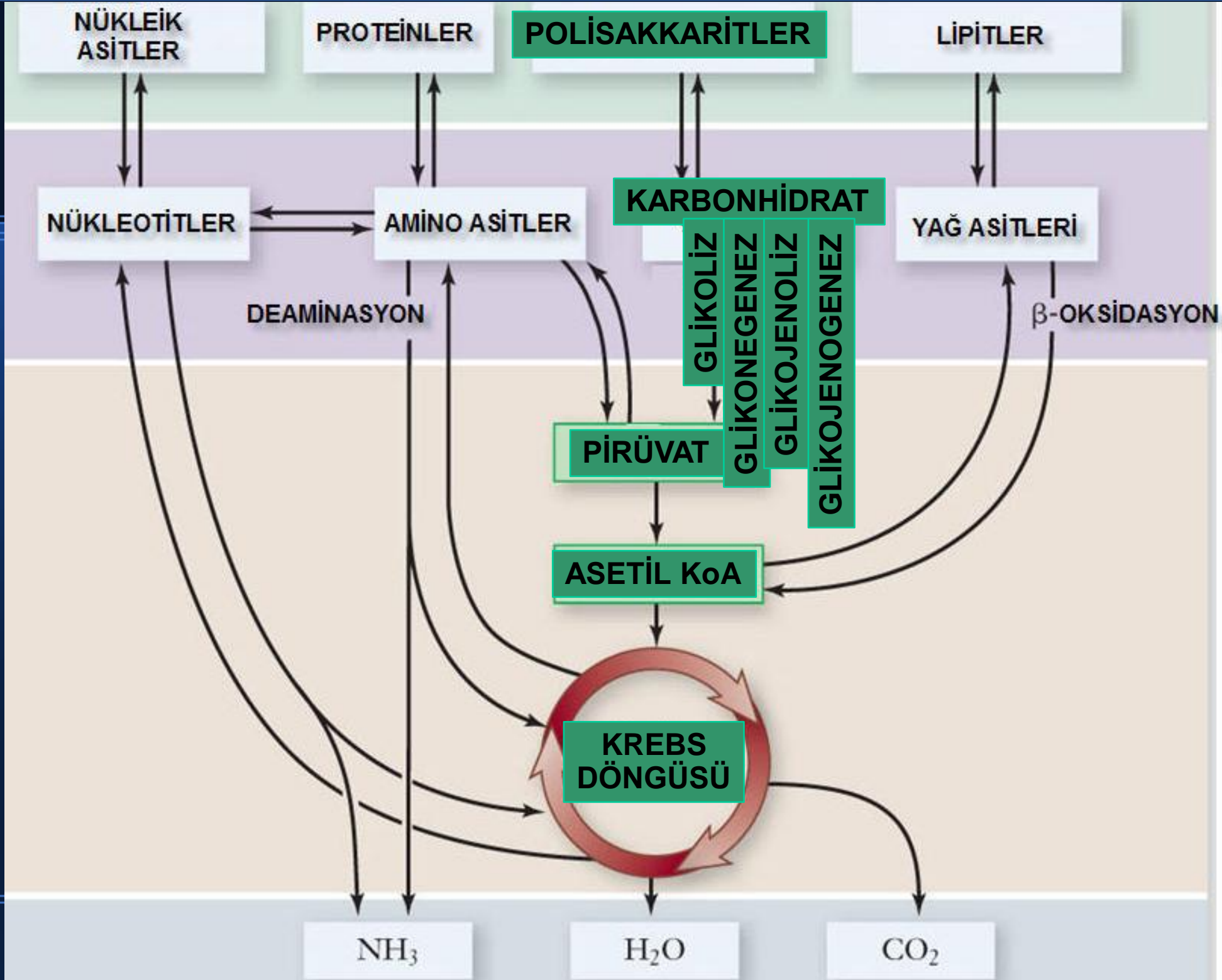
NİŞASTA DALLANMA ENZİMİ

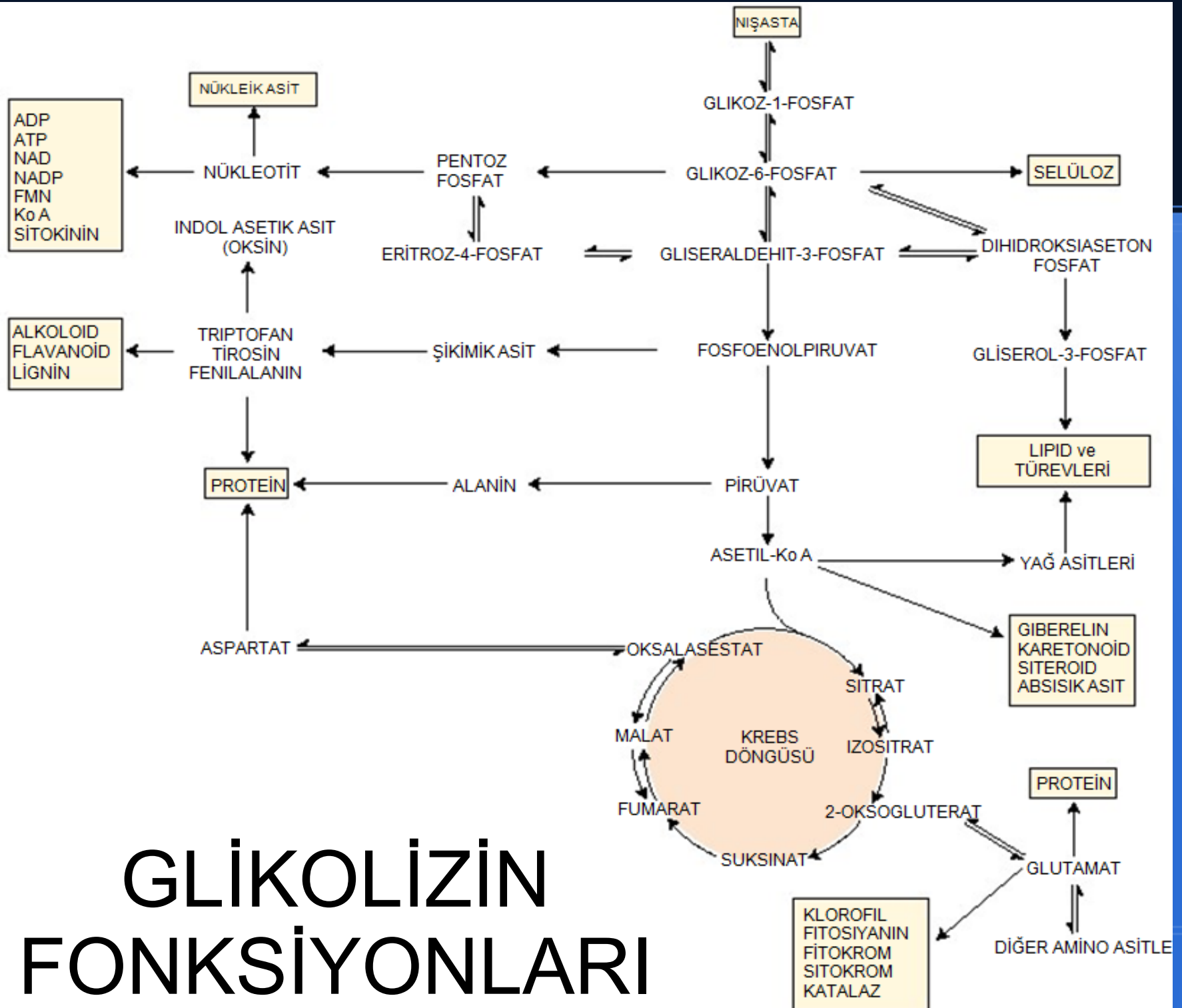


ALFA-AMİLAZ

DAL UZAKLAŞTIRMA ENZİMİ

AMİLOPEKTİN





GLİKOLİZİN FONKSİYONLARI

KLOROFİL
FİTOSİYANİN
FİTOKROM
SİTOKROM
KATALAZ

DİĞER AMİNO ASİTLER