

Biyofiziksel Kimya

BİYO FİZİKSEL KİMYA

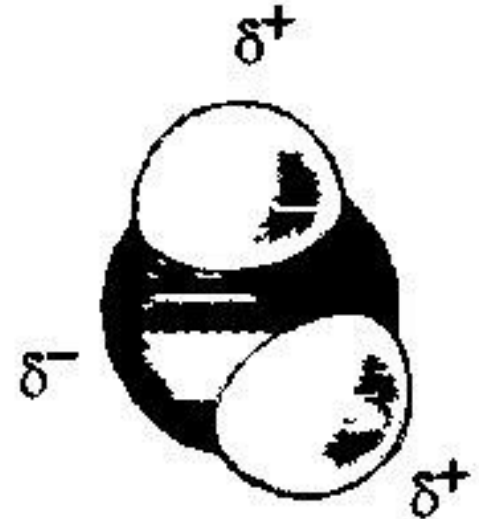
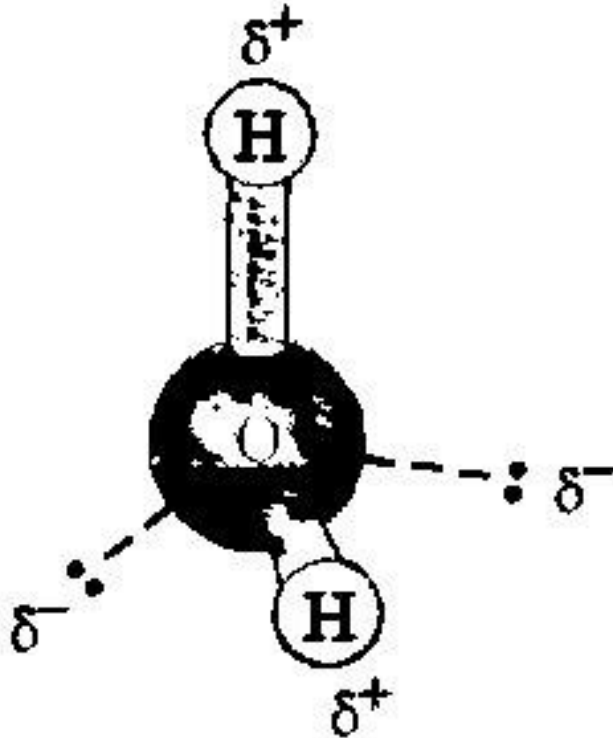
- Biyokimya ve fiziğin ortak konularını inceleyen bilim dalıdır. Fiziksel ve kimyasal karakterli bu olaylar canlı hücrede sulu ortamda, protoplazmada meydana gelir.
- Biyokimyasal reaksiyonların gerçekleştiği protoplazmanın önemli bir kısmı sudan oluşur. Bu yüzden öncelikle su ve su dengesi hakkında kısaca bilgi sahibi olmakta yarar vardır.

SU VE SU DENGESİ

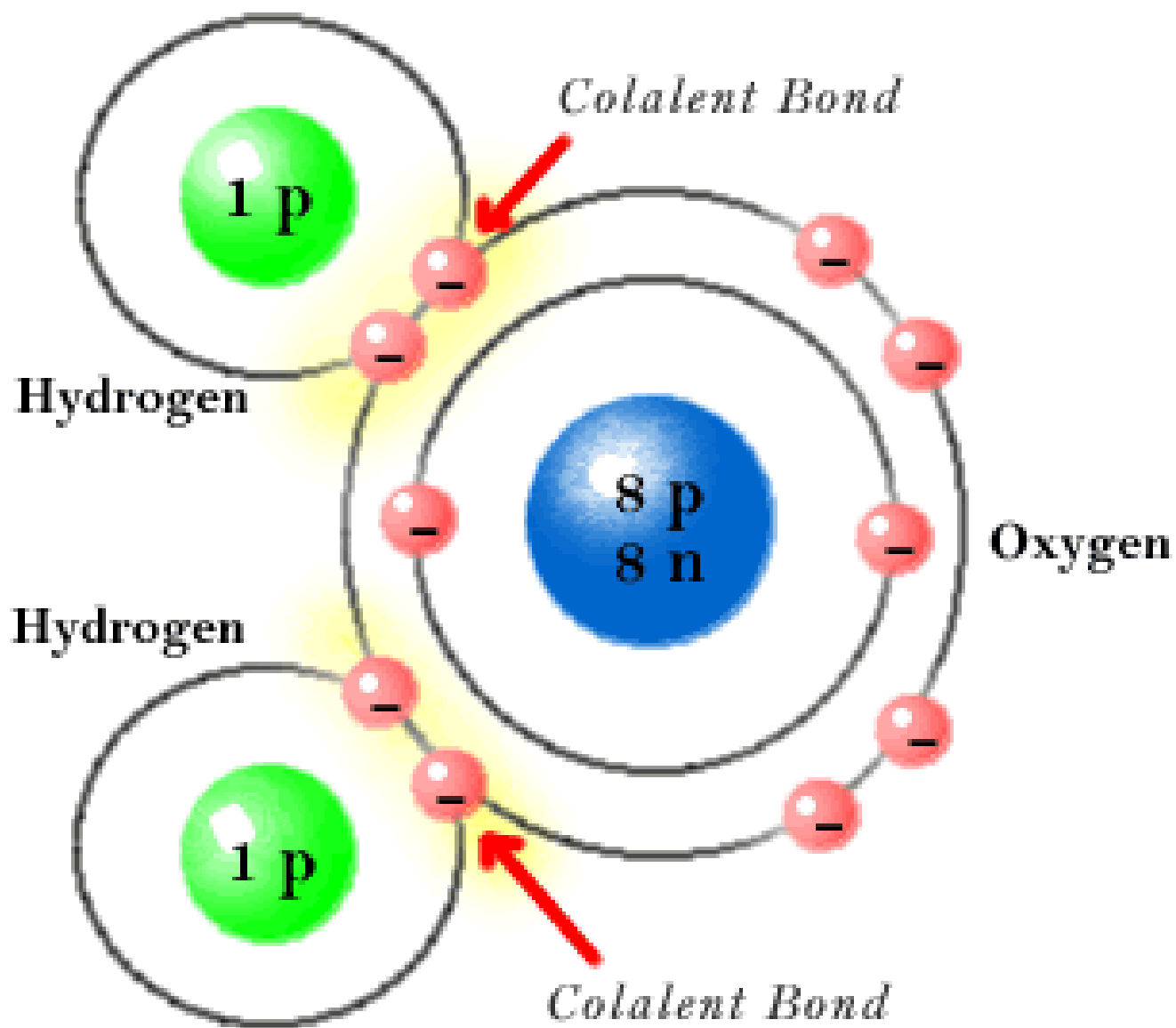
- Vücut suyu sabit elektrolit içeriği nedeniyle bir çözeltiye benzer. Vücuttaki su ve elektrolit düzeni fonksiyonel bir ünite oluşturur. Bunlardan birinin değişmesi diğerinin de değişmesine yol açar.

SUYUN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

- Su molekülleri, dipol karakterde oluşları nedeniyle hem katı halde hem de sıvı halde iken, birbirlerine hidrojen bağıyla bağlanırlar.

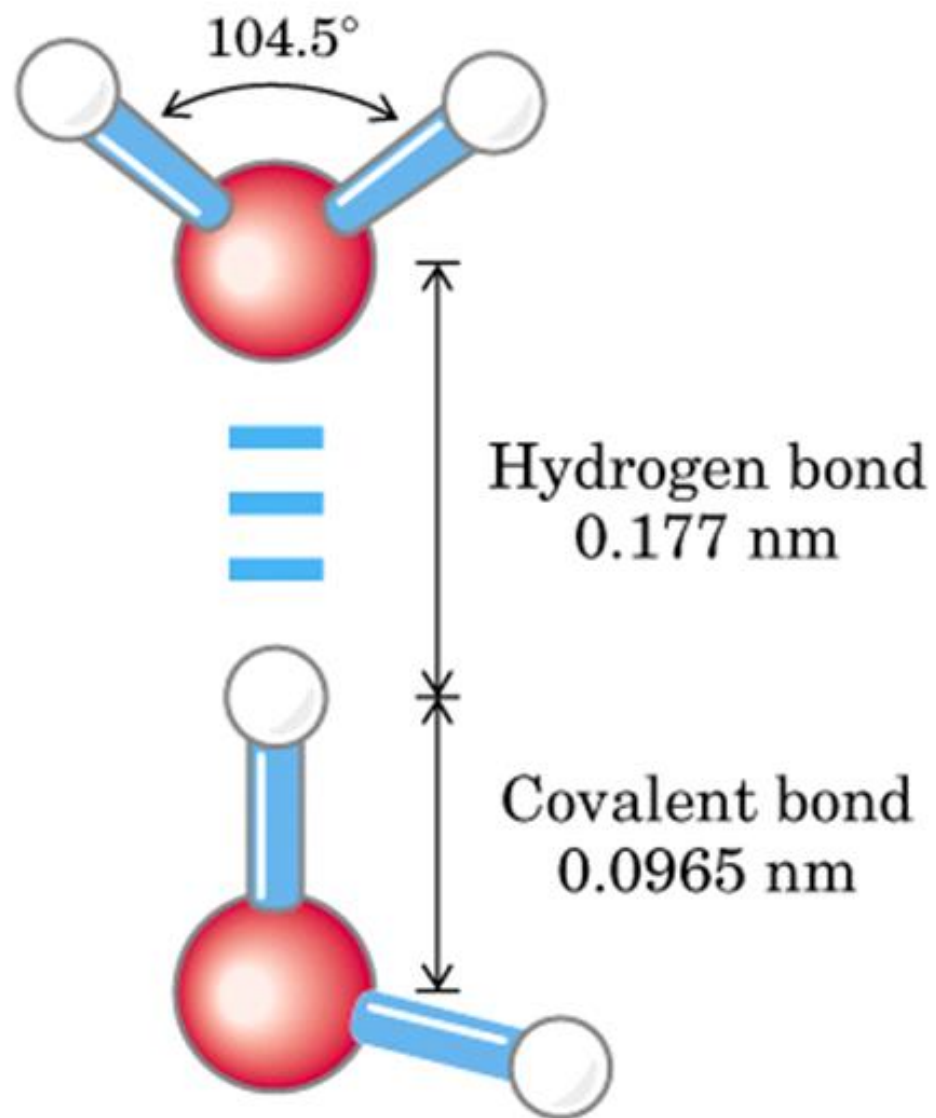


- Bir su molekülünün bir hidrojen çekirdeği ile bir başka su molekülünün ortaklanmamış elektron çiftleri arasında, karşılıklı elektrostatik reaksiyonla bir hidrojen bağı oluşur. Su molekülünün oksijen tarafı elektronlardan zengindir ve lokal bir negatif (–) yüklü bölge oluşturur, hidrojen tarafı da elektronlardan fakirdir ve lokal bir pozitif (+) yüklü bölge oluşturur



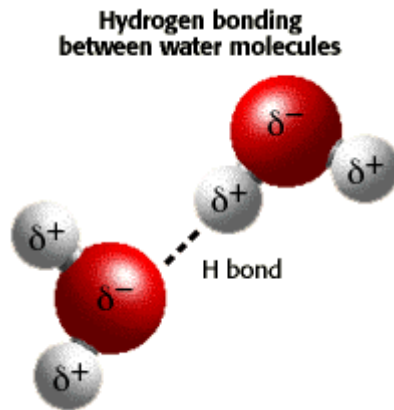
Bohr Model of H_2O

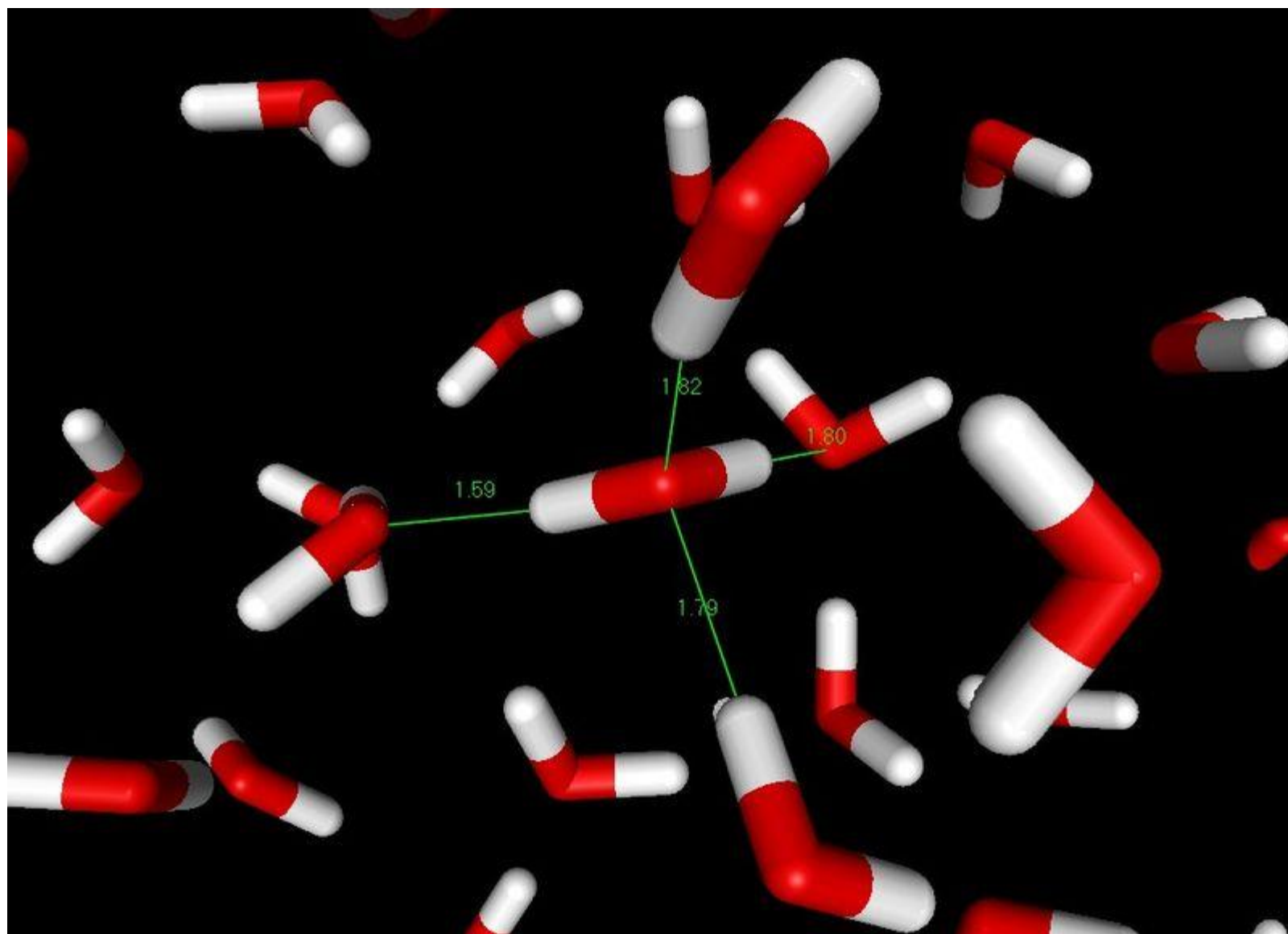
Bir su molekülünün bir hidrojen çekirdeği ile bir başka su molekülünün ortaklanmamış elektron çiftleri arasında, karşılıklı elektrostatik reaksiyonla bir hidrojen bağı oluşur. Su molekülünün oksijen tarafı elektronlardan zengindir ve lokal bir negatif (–) yüklü bölge oluşturur, hidrojen tarafı da elektronlardan fakirdir ve lokal bir pozitif (+) yüklü bölge oluşturur.



- Su kuvvetli kovalent bağlar içerir ki bunlar iki hidrojen atomunu oksijen atomuna 0.96°A uzaklıkta bağlar ve 105°C 'lik bir açı ile ayrılırlar ve su molekülü V şeklindedir. Yüklerdeki bu dengesizlik bir polar moleküle dört komşu su molekülü ile 4 hidrojen bağı yapabilme yeteneği kazandırmaktadır. Komşu su moleküllerinin arasında oluşan bu hidrojen bağının uzunluğu ise 1.80°A 'dur. Hidrojen bağlarının uzunluğu nedeni ile suyun donma ve kaynama noktaları benzer bileşiklerden daha yüksektir.

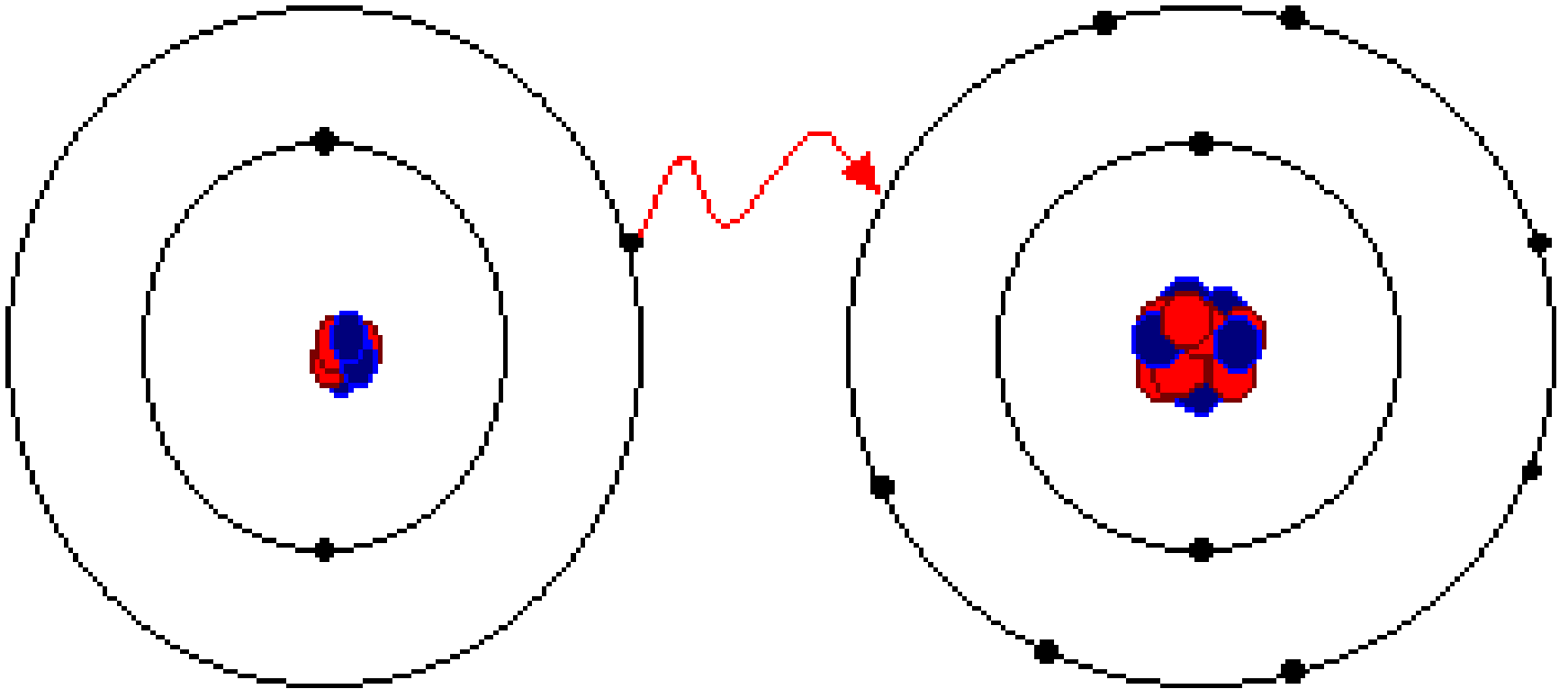
Hidrojen bağları



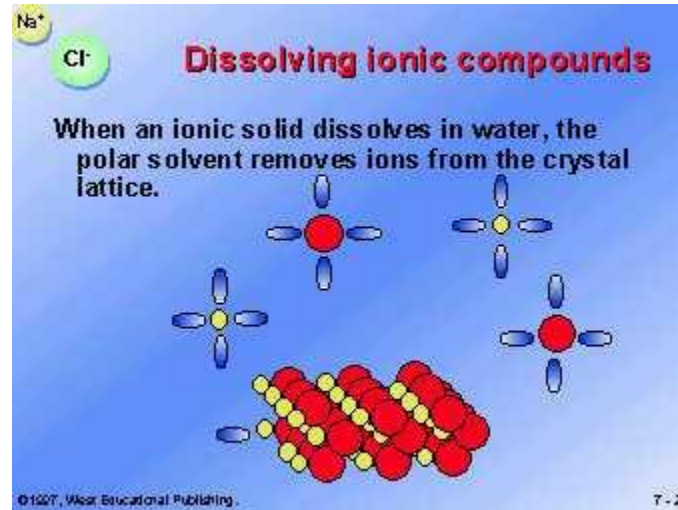


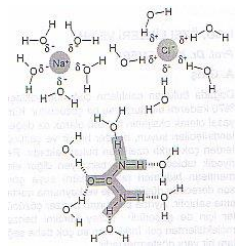
- Sulu çözeltide bütün iyonlar, hidratize formda yani su molekülleriyle sarılmış durumda bulunurlar. Katyonlar su molekülünün negatif yük merkezini, anyonlar da su molekülünün pozitif yük merkezini çekerler.

İyonik Bağ



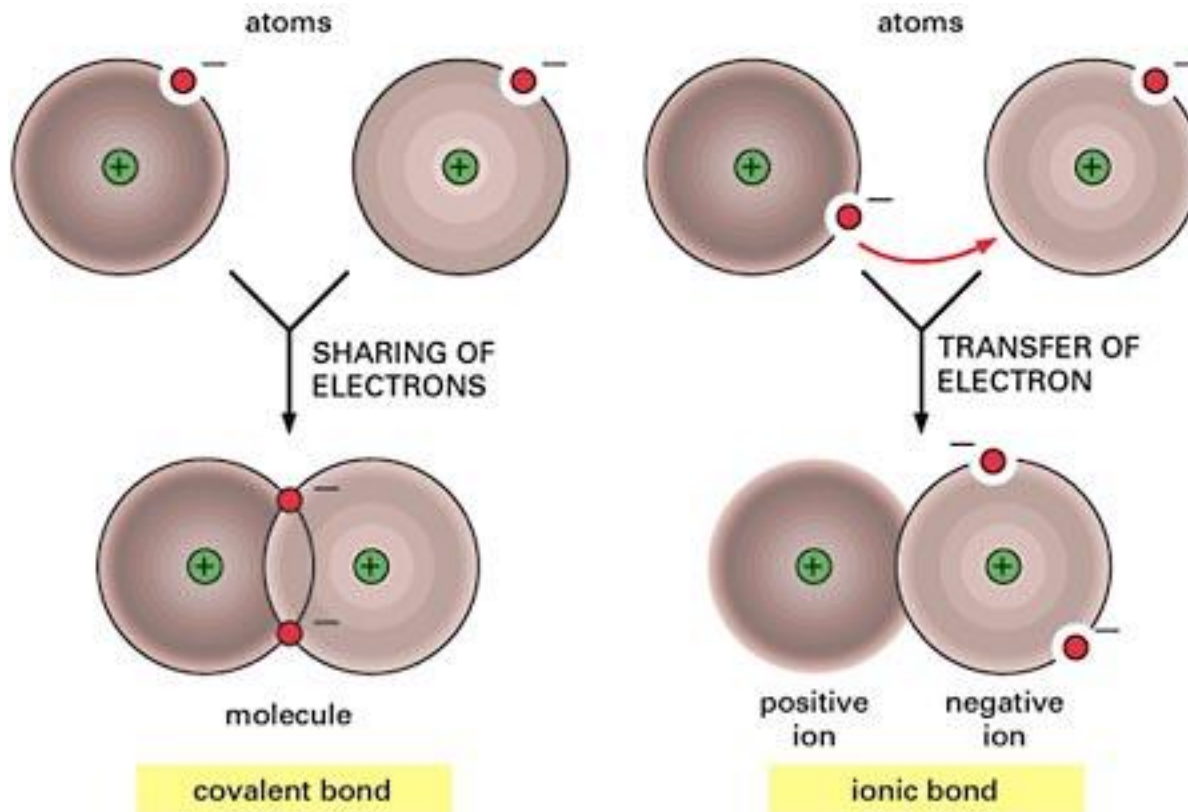
İyonik bileşiklerin çözünmesi



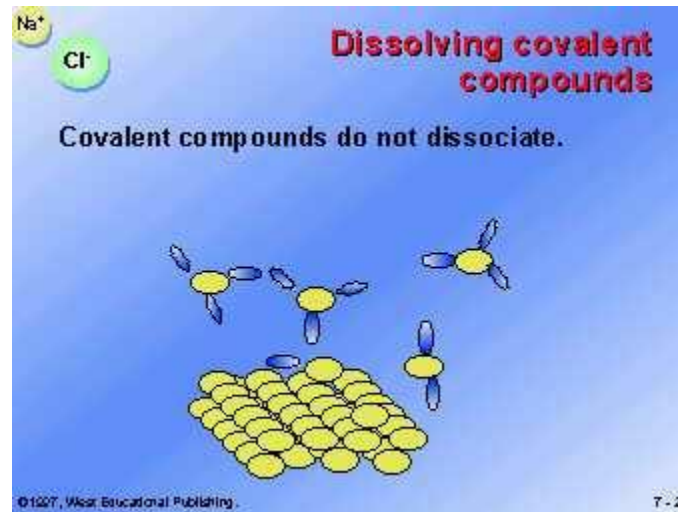


- Şeker molekülleri gibi, yüksüz fakat polar biyomoleküller, birçok hidrojen bağının stabilize edici etkisi nedeniyle suda çözünürler; hidrojen bağları, polar su molekülleri ile şekerin hidroksil grupları veya karbonil oksijenleri arasında meydana gelir. Alkoller, aldehitler ve ketonlar da su ile hidrojen bağları oluştururlar.

Kovalent bağ



Kovalent bileşiklerin çözünmesi



- Ancak çok büyük sayılarda oldukları zaman, bulundukları bileşiğin özellikleri üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptirler. Bu eşsiz yapısal düzenlenmesi ile su çok değişik katı maddeleri çözebilmekte ve biyolojik çözücü olarak görev görebilmektedir.
- Su molekülleri arasındaki ortalama uzaklık sıcaklıktan etkilenebilir. Sıcaklıktaki artışla su moleküllerinin kinetik enerjileri de artar ve daha hızlı hareket ederler.

Suyun Fiziksel Özellikleri

- Su renksiz, kokusuz ve tatsız bir sıvıdır. Normal atmosfer koşulları altında 100°C 'de kaynar ve 0°C 'de donar. Düşük molekül ağırlığına sahip bileşikler içinde suyun eşsiz özelliklere sahip olması hidrojen bağlarından ileri gelmektedir. Çünkü hidrojen bağları her bir molekül grubu ile dayanıksız üniteler oluşturur, böylece tek bir molekülden daha yüksek etkili moleküler kütle olmasını sağlar.
- 1 gram suyun 100°C 'de buhara dönüşmesi için enerjiye gerek vardır ki bu gizli buharlaşma ısıdır ve 540 kaloridir. Yani 1 gram su kaynama noktasında yaklaşık 540 kalori absorbe eder ve buhar haline gelir.

Suyun iyonizasyonu

- Su molekülleri, az da olsa, bir hidrojen iyonu (H^+) ve bir hidroksil iyonu (OH^-) vermek üzere, reverzibl (geri dönüşümlü) olarak iyonlaşma eğilimindedirler:
- Sulu çözeltilerde, saf suda olduğu gibi H^+ ile OH^- 'nin konsantrasyonları eşit olduğunda, çözeltinin **nötral pH**' da olduğu ifade edilir

Bir reaktant olarak su

- Su, canlı hücrelerde meydana gelen kimyasal reaksiyonlara sıklıkla doğrudan katılır.
- Hidroliz reaksiyonları, diyetle alınan proteinler, karbonhidratlar ve nükleik asitlerin enzimatik depolimerizasyonunu sağlarlar.
- Hidrolazlar denen hidrolitik enzimler, bu makromoleküllerdeki monomerik alt üniteleri birbirine bağlayan bağlara su elementlerinin eklenmesini katalize ederler.
- Su ve karbondioksit, glukoz gibi enerji maddelerinin oksidasyonunun son ürünleridirler. Yeşil bitkiler ve algler, fotosentezde, suyu bölmek için güneş enerjisini kullanırlar.

Su Miktarı ve Dağılımı

- Canlıların miktar olarak büyük bir kısmını su oluşturur ve toplam ağırlığın %60-95'ni kapsamaktadır. Bütün organlar ve dokular temel bileşen olarak su içerirler. Yeni doğmuş bir bebeğin vücudundaki su oranı %75 kadardır ancak büyüme ile birlikte bu oran %60'a düşmektedir.
- Organizmadaki su, **intraseellüler (hücre içi) sıvı** ve **ekstraseellüler (hücre dışı) sıvı** olmak üzere 2 bölümde bulunur.

- **Hücre içi su;** hücreler içinde bulunur ve toplam vücut suyunun $2/3$ 'nü oluşturur.
- **Hücreler arası su** hücreleri kuşatır ve toplam vücut suyunun $1/3$ 'nü oluşturur. Buna göre hücre dışı alan plazma, dokular arasındaki su hücreler arasında bulunur.
- Organizmadaki su eşit şekilde dağılmamıştır. Bazı dokularda (kemikler, dişler ve saç gibi) daha az miktardadır. Kandaki su miktarı %83 iken, yağ dokusunda sadece %10'dur. (Tablo 1).

Tablo 1: İnsan Vücutundaki Doku ve Organların Su Bileşimi

– Dokular	Su miktarı (%)
• Kan	83.0
• Böbrekler	82.7
• Kalp	79.2
• Akciğerler	79.0
• Dalak	75.8
• Kaslar	75.6
• Beyin	74.8
• İnce barsaklar	74.5
• Deri	72.0
• Kemikler	22.0
• Yağ dokusu	10.0

- Vücuttaki su miktarı, genç ve yaşlılarda, erkek ve kadınlarda, zayıf ve şişmanlarda farklılık gösterir. Toplam vücut suyu miktarı, yaşlandıkça ve vücut yağ içeriği arttıkça azalır.
- Total vücut suyunun vücut sıvı kompartmanları arasındaki dağılımını elektrolitler, proteinler gibi büyük moleküllü organik maddeler ve küçük moleküllü organik maddeler gibi çeşitli faktörler etkiler.
- Sellüler metabolizma olayları, hücre plazma membranlarının seçici geçirgenliği ve aktif transport olaylarının bir sonucu olarak intrasellüler ve ekstrasellüler sıvıların bileşimleri birbirinden farklıdır.

İntrasellüler sıvı

- İntrasellüler sıvı, sağlıklı erişkinlerde total vücut suyunun %55'ini oluşturur, homojendir.
- **İntrasellüler sıvıda bulunan katyonlar;** bazik katyonlardır. Yoğunluk sırasına göre K^+ , Mg^{2+} , Na^+ gelir.
- **İntrasellüler sıvıda bulunan temel anyonlar** fosfat ve proteinattır; klorür anyonları çok az bulunur.

Ekstraselüler sıvı

- Ekstraselüler sıvı, sağlıklı erişkinlerde total vücut suyunun %45'ini oluşturur. Ekstraselüler sıvı, heterojendir; dört alt bölüme ayrılır:
- **1.Kan plazması**, kanın sıvı kısmıdır, sağlıklı erişkinlerde total vücut suyunun %7,5'ini oluşturur.
- **2. İnterstisyel sıvı ve lenf**, sağlıklı erişkinlerde total vücut suyunun %20'sini oluşturur. Doku hücrelerinin etrafını çevreleyen ve kapillerin endotelial örtüsü ile plazmadan ayrılan sıvıdır; lenf ise lenf damarlarını dolduran sıvıdır.

- **3.Yoğun bağ dokusu, kıkırdak ve kemik sıvıları,** sağlıklı erişkinlerde total vücut suyunun %15'ini oluşturur; bu kompartman ile diğer kompartmanlar arasında su ve elektrolit değiş tokuşu oldukça yavaştır.

- **4. Transsellüler sıvılar**, hücrelerin transport ve salgısal aktivitesi sonucu oluşan sıvılardır. **Edelman sıvıları** diye de bilinirler.
- Tükürük bezi, pankreas, karaciğer ve safra yolları tiroid follikülleri, gonadlar, böbrekler, gastrointestinal kanal, eklemler, göz içi, deri, müköz membranlar ve beyin-omurilik sıvısı (BOS, serebrospinal sıvı), transsellüler sıvılara örnektir

- **Ekstrasellüler sıvıda bulunan katyonlar** bazik katyonlardır. Bunların %90'ını Na^+ oluşturur, diğerleri başlıca K^+ , Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarıdır.
- **Ekstrasellüler sıvıda bulunan temel anyonlar** klorür ve bikarbonattır, bunların toplamı, temel katyon olan sodyumunkine yakındır. Ekstrasellüler sıvıda daha az miktarda bulunan anyonlar; proteinat, organik asitler, fosfat ve sülfattır

Suyun Görevleri

Suyun vücuttaki başlıca görevleri şunlardır:

- 1) **Su, makromoleküllerin yapı taşıdır.**
- 2) **Su, küçük moleküllü maddeler için iyi bir çözücüdür.**
- 3) **Su, iyi bir substrattır.**
- 4) **Su, iyi bir ısı düzenleyicisidir.**
- 5) **Su, enerjiyi düzenli bir şekilde yönetir.**
- 6) **Su, bir kayganlaştırıcı olarak işlev görür.**
- 7) **Taşıyıcılık görevi**

1) Su, makromoleküllerin yapı taşıdır.

- Hidrojen köprüleriyle su molekülüne bağlanan polisakkarit, protein, nükleik asitler gibi kompleks makromoleküller, suyu düzenli bir şekilde tutma yeteneğine sahiptirler.

2) Su, küçük moleküllü maddeler için iyi bir çözücüdür.

- Su katı maddeler için bir çözücüdür. Suda çözünen katı maddeler vücutta çözelti oluştururlar. Organizmada birçok substrat, suda çözünmüş olarak bulunur, birçok metabolizma olayı sulu ortamda gerçekleşir ve metabolizma olayları sonucunda oluşan birçok artık ürün suda çözünmüş olarak atılır.

3) Su, iyi bir substrattır.

- Su, metabolizmanın birçok tepkimesine katılır. Hidrolaz ve hidrataz grubu enzimler, kosubstrat olarak suya gereksinim gösterirler, oksidazlar ve solunum enzimleri, tepkime ürünü olarak su oluştururlar.

4) Su, iyi bir ısı düzenleyicisidir.

- Su, yüksek bir buharlaşma ısısına sahiptir; 1 g suyu 100°C'de buhar haline getirmek için yaklaşık 540 kaloriye ihtiyaç vardır. Organizmadan küçük miktarda su çıkması, büyük oranda ısı kaybına neden olur; terlemenin vücudu soğutucu etkisi bundan dolayıdır.
- Vücutta besin öğelerinin sindirimi ve kullanılması, kasların kasılması endergonik tepkimelerdir, ve sonuçta yüksek miktarda ısı açığa çıkar. Bu sırada vücudun sıcaklığını normal değerinde korumak gerekir. Böylece açığa çıkan fazla ısının vücuttaki yapısal proteinleri ve enzimleri hasar uğratmasını engellenmiş olur.

5) Su, enerjiyi düzenli bir şekilde yönetir.

- Hidratize yapılarda hidrojen bağları kovalent bağlara değişebilir veya tersi olabilir.

6) Su, bir kayganlaştırıcı olarak işlev görür.

- Hareketli organların çevrelerinde veya aralarındaki boşluklarda bulunan su, bunların hareketini kolaylaştırmaktadır. Su, eklem sıvısı, hücre duvarı ve sıvı ile kaplı olan dokuların en büyük bileşenidir. Vücudun hareketli kısımları arasında yağlayıcı etki gösterir ve sürtünerek aşınmalarını önler.

7) Taşıyıcılık görevi

- Kan, idrar, ter ve hücre dışı sıvıların başlıca bileşeni sudur. Su kanın bileşenlerini taşır, çözülmüş besin öğelerini kandan hücrelere geçişini sağlar, hücreler içinde tepkimelerin oluşması için gerekli ortamı sağlar, metabolik artıkları kana iletir ve idrar yoluyla atılmalarını sağlar. Atık ve zararlı maddeler hücrelerden ve vücuttan su ile atılırlar. Tüketilen besinler sindirilirken, çözelti içinde ince barsak duvarından taşınırken, hücre membranlarından geçerken suya gerek duyarlar.

Su Dengesi

- Vücutta oluşan zararlı artık maddeler ve fazla ısı, böbreklerden idrar, deriden ter, barsaklardan dışkı ve solunum yoluyla her gün vücuttan su ile birlikte atılmaktadır. Vücuttan yitirilen suyun yerine konması gerekir. Besinler ve içeceklerle alınan su ile vücuttan kaybedilen su miktarı dengede olmalıdır. Bu durum tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2: Vücut Su Dengesi

Su Kayıpları (ml)	Su Alımı (ml)
Deriden ter ile 500ml (%20)	İçecekler 1500ml (%60)
Solunum yolu ile 400ml (%16)	Besinlerle 700ml (%28)
Dışkı ile atım 100ml (%4)	Metabolik su 300ml (%12)
İdrar ile atım 1500ml (%60)	
Toplam 2500ml	Toplam 2500ml

- Normal koşullarda bir insan vücudundan günde 2.5 litre su kaybeder. Vücuttan kaybedilen bu su, içilen su ve içecekler, besinlerle metabolizma sonucu oluşan su ile karşılanır.
- Vücuttan su kaybı sonucu kan plazmasının yoğunluğu %1 artınca beyindeki susama merkezi uyarılır ve susama duygusu gelişir. Birey su veya su yerini tutan içecek tüketir. Normalde her kalori için 1-1.5 ml su alınmalıdır. Yemekle birlikte alınan su sindirimi kolaylaştırır.

Vücuda su sağlanması ve su bilançosu

- Erişkin bir insanın, günde vücut ağırlığının kilogramı başına 30-40 mL suya gereksinimi vardır. Çocuklarda su gereksinimi yetişkinlerin 5-6 mislidir.
- Organizma, gereksinimi olan suyun bir kısmını dışarıdan alır, bir kısmını ise kendisi oluşturur.
- Organizmanın dışarıdan aldığı su, **eksojen su**, organizmada oluşturulan su ise **endojen su** olarak adlandırılır.

Endojen su,

- Genel metabolizma sırasında ortaya çıkar ve biyolojik oksidasyon sırasında oksidasyon suyu şeklinde oluşur.
- Biyolojik oksidasyon sonucu
 - 1 g karbonhidrattan 0,36 mL,
 - 1g proteinden 0,34 mL
 - 1 g yağdan 1,07 mL su oluşabilmektedir;
- Günde 3000 kcal bir diyet 300 mL endojen su oluşturur.

Eksojen su

- Kaynağı; içilen su, sulu içecekler ve yiyeceklerdir. Yetişkin bir insanın günlük diyetinin %70-90'ı sudur.
- Dışarıdan alınan su, içerisinde çeşitli elektrolitleri değişik oranlarda içermekle birlikte hipotoniktir; sindirim kanalında izotonikleşir.
- Mideye gelen su, besinlerden çok daha önce bağırsaklara geçer, büyük kısmı ince bağırsak, az bir kısmı da kalın bağırsaktan emilir.

- Sindirim kanalından emilerek dolaşıma giren su, hızla plazma sıvısından hücreler arasına geçer ve orada bir süre için depolanarak **su yedeğini** oluşturur.
- Hücreler arasında depolanmış su yedeği, plazmayı besler, sindirim kanalının ve salgı bezlerinin günde 5-8 litreye varan sekresyon sıvılarını sağlar.
- İnsanda her gün, sindirim kanalına, 0,5-1,5 litre tükürük, 1-2 litre mide-bağırsak salgısı, 0,5 litre pankreas salgısı, 1,5 litre safra olmak üzere toplam olarak yaklaşık 5-6 litre sindirim salgısı salgılanmaktadır ki bunun 100 mL kadarı dışkı ile atılır, kalanı ise geri emilir.

- Suyun vücuttan çıkarılması, **su buharı ve sıvı halinde** olur.
- Suyun su buharı şeklinde vücuttan çıkarılması, deriden günde ortalama 600 mL kadardır. Akciğerlerden günde ortalama 400 mL kadar olur.
- Suyun sıvı halde vücuttan çıkarılması ise, idrar ile böbreklerden günde ortalama 1500 mL ve dışkı ile intestinal kanaldan günde ortalama 100 mL kadar olur.

Su Bilançosu

- Bir günde vücuda sağlanan ve vücuttan çıkarılan su miktarlarının karşılaştırılması vücudun günlük **su bilançosunu** verir. Bir günde vücuda sağlanan ve vücuttan çıkarılan su miktarları eşitse su bilançosu dengededir.
- Denge için, bilançonun her iki tarafına da ateşli hastalıklarda 500 mL, orta derecede terlemede 500 mL, bol terlemede 1000 mL eklenebilir.

Dispers sistemler

- Dispers sistemler, sıvı maddelerle katı maddelerin karışımlarıdır.
- Dispers sistemlerde katı faza **iç faz** veya **dispers fazı** denir; sıvı faza da **dış faz** veya **dispersiyon ortamı** denir.
- Biyolojik ortamda dispersiyon ortamı genellikle sudur

- Toz halindeki bir katı madde su ile karıştırılırsa ya çözelti, ya kolloidal sistem, ya da süspansiyon meydana gelir. Çözelti, kolloidal sistem ve süspansiyonların özellikleri arasında çeşitli farklar vardır.

Çözeltiler	Kolloidal sistemler	Süspansiyonlar
İç faz parçacıkları <10 nm	İç faz parçacıkları 1-100 nm	İç faz parçacıkları >100 nm
Homojendirler	Heterojendirler	Heterojendirler
Yüksek ozmotik basınç oluşturur.	Viskozitesi yüksektir	Viskozitesi çok yüksektir
Tyndall etkisi göstermez	Tyndall etkisi gösterir	

Çözeltiler	Kolloidal sistemler	Süspansiyonlar
İç faz parçacıkları optik ve elektronik sistemlerle dahi görülemez.	İç faz parçacıkları elektron mikroskop ile görülebilir.	İç faz parçacıkları ışık mikroskobu hatta çıplak gözle bile görülebilir.
İç faz parçacıkları moleküler hareketler yaparlar	İç faz parçacıklarında Brown hareketi görülür	İç faz parçacıklarında yavaş Brown hareketi görülür; zamanla kabın dibine çökerler
İç faz parçacıkları süzgeç kağıdından veya yarı geçirgen zarla diyalizle bile ayrılmaz	İç faz parçacıkları süzgeç kağıdından süzmekle ayrılmaz, yarı geçirgen zarla diyalizle ayrılır	İç faz parçacıkları süzgeç kağıdından süzmekle ve yarı geçirgen zarla diyalizle ayrılır

Kolloidal sistemler

- Kolloidal kelimesi aslında İngilizce bir terim olan “colloid”lerden geliyor. Homojen karışımlara bir örnek olan kolloidler, süspansiyon ve çözelti arasında bir yerde düşünmek yanlış olmaz.
- Çözeltiler gibi homojen dağılım göstermekle beraber, süspansiyon gibi parçacıklardan oluşur ve sıvı içerisinde asılı dururlar.
- Çözeltiler gibi çözücü sıvı molekülleri ile iyi bir bağ oluşturmazlar. Moleküllerden daha büyük yapıldırlar. Yine de iyi bir mikroskop olmadan (çıplak gözle) görülemeyecek kadar da küçüktürler. Boyları yaklaşık 1 ile 100 nanometre (10×10^{-9}) arasında değişir.

- Bazı çözeltilerde, çözünen madde iyonlarının yanı sıra, her ne kadar göremesek de, çözücü içerisinde çok küçük parçacıklar halinde asılı duran cisimcikler vardır. Bu asılı duran cisimciklere “**kolloid**” denir.
- Bir çözelti üzerine ışık yolladığımızda, çözeltideki kolloidler, belli dalga boyundaki ışığı dağıtır ve yansıtırlar. Buna “**tyndal efekti**” denir. Örneğin jelatin, kolloidal yapıdadır. Jelatinin üzerine ışık yollarsak, ışığı, ışınlara ayrılmış olarak görürüz.

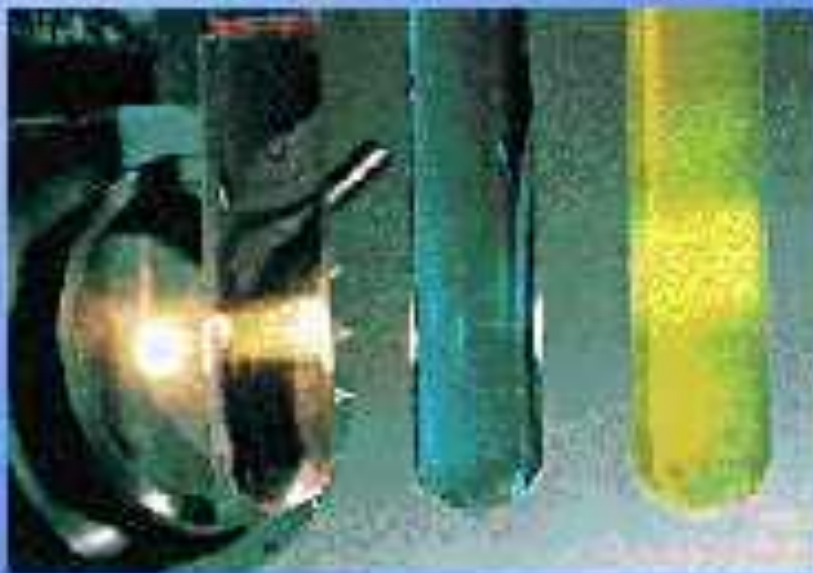
Tyndal efekti

Na^+

Cl^-

Tyndal effect

Unlike solutions, colloidal suspensions exhibit light scattering.



1

2

3

1. purple gold sol

2. copper sulfate solution

3. iron(III) hydroxide colloid

Kolloid(süt) & Hakiki çözelti($K_2Cr_2O_7$)



- Ama tuzlu su da bir çözelti olmasına rağmen tındal efekti göstermez. Bunun sebebi de tuzlu su çözeltisinin tam bir çözelti olması ve çözeltideki iyonların kolloidlere oranla çok daha küçük boyutta olmalarıdır.
- Kolloidal yapılara verilecek çok fazla örnek bulabiliriz. Mesela, havada oluşan sis, bulutlar, güneş ışımalarını bazen kırmızı, turuncu gibi renklerde görürüz.



- Thomas Graham, 1861’de, maddeleri zardan geçip geçemediklerine göre ikiye ayırmıştı;
- zardan geçebilenlere **kristalloidler**,
- zardan geçemeyenlere **kolloidler** dedi.

Bir madde, kristal halde bulunsa bile zardan geçemiyorsa kolloidler sınıfından sayılır; örneğin yumurta albümini, kristal şeklinde hazırlanmasına rağmen suda çözündüğünde zardan geçemediğinden kolloidal bir maddedir.

- Kolloidler su ile karıştırıldıklarında **kolloidal sistem** meydana gelir.
- Kolloidal sistemdeki kolloidal parçacıklara kolloidal sistemin **dispers fazı** denir.
- Bu parçacıkların bulundukları ortama **dispersiyon ortamı** denir.
- Dispersiyon ortamı sudan başka madde olan kolloidal sistemler de vardır; katı-katı içinde, katı-sıvı içinde, katı-gaz içinde, sıvı-sıvı içinde, sıvı-katı içinde, sıvı-gaz içinde, gaz-sıvı içinde, gaz-katı içinde kolloidal sistemler vardır. Kolloidler, dispersiyon ortamına zıt elektrik yükü taşırlar; bu da kolloidal durumun devamlılığını sağlar.

Kolloid Tipleri



The diagram shows a yellow circle with 'Na+' and a green circle with 'Cl-'.

Dispersing medium	Dispersed phase	Name	Example
Gas	Liquid	Aerosol	Fog
Gas	Solid		Smoke
Liquid	Gas	Foam	Whipped cream
Liquid	Liquid	Emulsion	Milk, mayo
Liquid	Solid	Sol	Paint, ink
Solid	Gas	Solid foam	Marshmallow
Solid	Liquid		Butter
Solid	Solid		Pearls, opals

©1997, West Educational Publishing.

7 - 51

- Dispers fazın dispersiyon ortamına bir affinitesi yok ve gerçek çözelti haline geçmeye meyletmiyorsa kolloidal sisteme **süspansoid** veya **liyofobik sistem** denir.
- Dispersiyon ortamı su ise bu sistemin **hidrofobik** olduğu ifade edilir.

Hidrofob yüzeyde su damlası





- Dispers fazın dispersiyon ortamına bir affinitesi var ve onunla birleşerek şişmeye meylediyorsa kolloidal sisteme **emülsoid** veya **liyofilik sistem** denir.
- Dispersiyon ortamı su ise bu sistem **hidrofilik** dir.

a) Ozmotik basınç:

- Ozmotik basınç, yarı geçirgen zarla sınırlanmış bir çözeltide dışa yönelik hidrostatik basıncı karşılayarak suyun iç ortam ile dış ortam arasında dağılımını düzenleyen basınçtır.
- Ozmotik basınç ortama su çekici etki göstermektedir. Yarı geçirgen zarla ayrılmış çözeltilerden ozmotik basıncı küçük olandan ozmotik basıncı büyük olana doğru su hareket ve geçişi vardır.

Ödem

- İnterstisyel kompartmanda patolojik olarak sıvı artışıdır. Ödem, şok gibi, fakat yavaş yavaş gelişir. Çeşitli nedenlere bağlı olarak gelişir:
- 1) Malnütrisyon ve çeşitli hepatik hastalıklarda plazma albumin konsantrasyonunun düşmesi
- 2) Yanıklar, allerji ve enflamasyon nedeniyle kapillerin plazma proteinlerine karşı geçirgenlik kazanmaları

Ödem

- 3) Kalp yetmezliği veya siroza bağlı portal hipertansiyon nedeniyle venöz kan basıncının artması sonucu
- 4) Tuz ve su atılımının bozulması sonucu damar içinde NaCl ve su artışı, interstisyel kompartmanda su toplanmasına yani ödeme neden olur.
- 5) Lenfatik obstrüksiyon, interstisyel kompartman sıvı drenajının engellenmesi sonucu ödeme neden olur.

Çözeltilerle ilgili önemli fiziksel tanımlamalar

- **Diffüzyon (yayılma):**
- Madde moleküllerinin çok yoğun olduğu ortamdan az yoğun olduğu ortama doğru yayılmalarıdır.
- Çözünen madde moleküllerinin kendiliklerinden çözeltinin her tarafına eşit olarak yayılması olayına **diffüzyon** denir.

Ozmotik basınç ve ozmos

- Ozmoz su için özel bir geçiş şeklidir. Seçici geçirgen bir zardan suyun geçmesine veya diffüzyonuna **ozmoz** denir.
- Su, hücre zarından kolayca geçerek zarın her iki yanındaki derişimini dengeler. Ancak, zardan geçemeyen maddelerin derişimi dengelenemez ve sonuçta çözeltinin birinin hacmi artarken diğerinin hacmi azalmış olur.

DİYALİZ

- Çözünmüş maddelerin yarı geçirgen zardan diffüzyonuna diyaliz denir.
- Örneğin, glikoz moleküllerini geçirebilen bir zarla çevrilmiş bir torba şekeri, saf su içerisine daldırırsak, glikoz molekülleri, zardan, derişimi her yerde aynı oluncaya kadar su içerisine geçmeye devam eder.
- Fakat zarın porları glikoz moleküllerini geçirmeyecek kadar küçükse, bu sefer su molekülleri glikoz çözeltisinin içine geçmeye başlar.

DİYALİZ

- Başlangıçta torba ve dış ortama konan iki kılcal boru aynı düzeyi göstermelerine karşın, bir zaman sonra kese içerisine girecek su ile içteki kılcal boruda su yükselecektir. Torba içerisindeki su derişimini %95 kabul edersek (%5'lik glikoz çözeltisinde) dışta su derişimi %100'dür; dolayısıyla derişik ortamdan seyreltik ortama bir akım vardır. Bu geçişe zaten **ozmoz** denir.
- Su düzeyi o derece yükselir ki, yükselen suyun ağırlığı ile şeker torbasına girmeye çalışan su moleküllerinin basıncı dengeye gelir. Kılcal boruda yükselen suyun ağırlığına, şekerli suyun o derişimdeki "**osmotik basıncı**" denir.

DİYALİZ

- Buradan, diyaliz ve ozmozun, difüzyonun özel bir şekli olduğu anlaşılır.
- Üre çözeltisi gibi bir çözelti ile saf su, aralarında yarı geçirgen bir zar olduğu halde bir kap içerisine yan yana konursa, bir süre sonra su moleküllerinin üre çözeltisi tarafına geçtikleri, üre çözeltisinin bulunduğu tarafın hacminin arttığı, bunun sonucu olarak yarı geçirgen zarın su tarafına doğru şiştiği gözlenir.

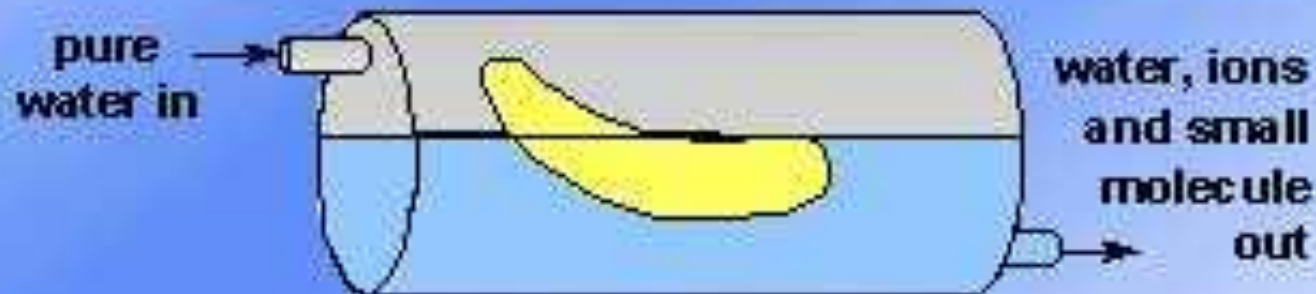
DIALYSIS

Na^+

Cl^-

Dialysis

By passing large amounts of a pure solvent past the membrane, we can flush out all but the largest components.



DİYALİZ

- Böbrekleri çalışmayan insanlardan suni olarak oluşturulan bir ortamla kandaki üre temizlenmektedir.
- Su ile birlikte küçük ve basit molekülleri veya iyonları da geçiren bir zar aracılığıyla büyük kompleks moleküllerin ayrılması olayına **diyaliz** denir.

Donma Noktası Düşmesi

- Bir çözeltideki maddeler, içinde çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürürler.
- İyonize olmayan bir maddenin 1 mol'ü 1 litre suda çözünürse suyun donma noktası $1,86^{\circ}\text{C}$ düşer ve çözeltinin donma noktası $-1,86^{\circ}\text{C}$ olur.
- Çözeltide ozmotik basıncı oluşturan maddeler Avogadro kanununa uyan gazlar gibi davrandıklarından donma noktası düşmesi tayini ile çözeltideki maddelerin molekül ağırlıkları ve ozmotik basınçları hesaplanabilmektedir.

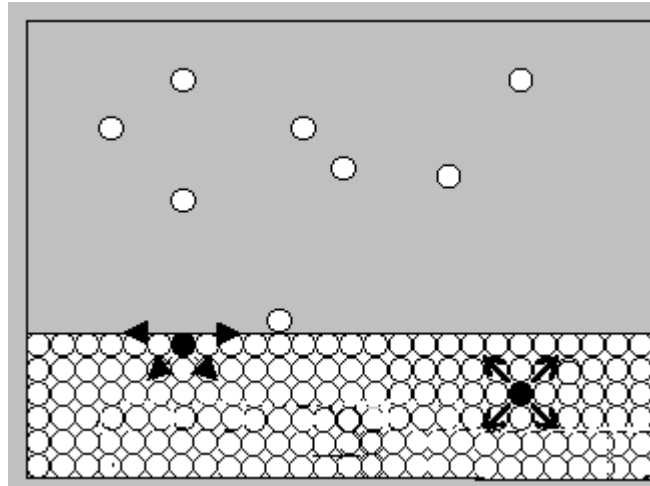
Donma Noktasının Düşmesi

- Bir çözeltideki maddelerin, çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürmeleri özelliği, hafif donmaların niçin öldürücü olmadığını da açıklar.
- Protoplasma, içinde çözünmüş halde bulunan maddelerden dolayı saf suyun donma noktasında donmaz.
- Ayrıca, sütün normalde $-0,56^{\circ}\text{C}$ olan donma noktası, katılan suyun miktarına bağlı olarak 0°C 'ye yaklaşır.

Yüzey Gerilimi

- Bir sıvı yüzeyindeki sıvı molekülleri, sıvının üzerindeki hava moleküllerinden daha büyük bir kuvvetle sıvının merkezine doğru çekilirler ve sonuçta sıvı yüzeyindeki sıvı moleküllerinin daha sık bulunmalarından dolayı sıvı yüzeyinde ince ve elastiki bir zar oluşur.
- Sıvı yüzeyinde bir zar oluşturan ve bu zarı yırtılmaya karşı koruyan etki, **yüzey gerilimi** olarak tanımlanır. Yüzey geriliminin azaldığı durumlarda sıvı yüzeyindeki zar kolay yırtılır; yüzey geriliminin arttığı durumlarda ise sıvı yüzeyindeki zar daha dayanıklı olur.

Yüzey Gerilimi



Yüzey Gerilimi

- Yüzey gerilimi etkisiyle bir sıvı yüzeyinde oluşan ve yırtılmaya karşı korunan zar nedeniyle su yüzeyine dikkatle bırakılan bir toplu iğne ve kükürt tozları batmadan su yüzeyinde kalabilir; küçük böcekler su yüzeyinde yürüyebilirler.
- Kapiller bir boruda suyun yükselmesi, bir filtre kağıdında suyun yayılması, lamba fitilinde gazın yükselmesi yüzey gerilimi etkisiyle olur.
- Bir sıvı, yüzey gerilimi etkisiyle yüzeyini olabildiğince küçültmeye ve en küçük yüzeyi olan küre biçimini almaya çalışır.



Yüzey Gerilimi

- Bir sıvı içinde bazı maddelerin çözünmüş olması, sıvının yüzey gerilimini değiştirir.
- Yüzey gerilimini küçülten maddelere **yüzey aktif (kapiller aktif) maddeler** denir.
- Yağ, sabun, safra tuzları gibi organik maddeler yüzey aktif maddelerdir; safra, yağların yüzey gerilimini azaltarak yağ taneciklerini sindirim için enzim etkisine açık hale getirir.
- İnorganik tuzlar ise yüzey gerilimini artırır. Bunlara **negatif yüzey aktif (kapiller inaktif) maddeler** denir.

VÜCUT SIVILARINDA ASİT-BAZ DENGESİ

- **Asitler** suda iyonlaştığında H^+ iyonu veren, **bazlar** ise, suda iyonlaştığında OH^- (hidroksit) iyonu veren maddeler olarak tanımlamıştır.
- Bu tanıma göre HCl (hidroklorik asit), HNO_3 (nitrik asit), H_2SO_4 (sülfirik asit) asit, $NaOH$ (sodyum hidroksit), KOH (potasyum hidroksit) baz maddelerdir.

VÜCUT SIVILARINDA ASİT-BAZ DENGESİ

- Bu tanım kullanışlı olmakla birlikte, sadece yapısında H^+ ya da OH^- bulunan maddeleri kapsamaktadır.
- Oysa CO_2 (karbondioksit) gazı suda çözündüğünde çözelti asit özelliği göstermekte, NH_3 (amonyak) gazı çözündüğünde çözelti baz özelliğini göstermektedir.

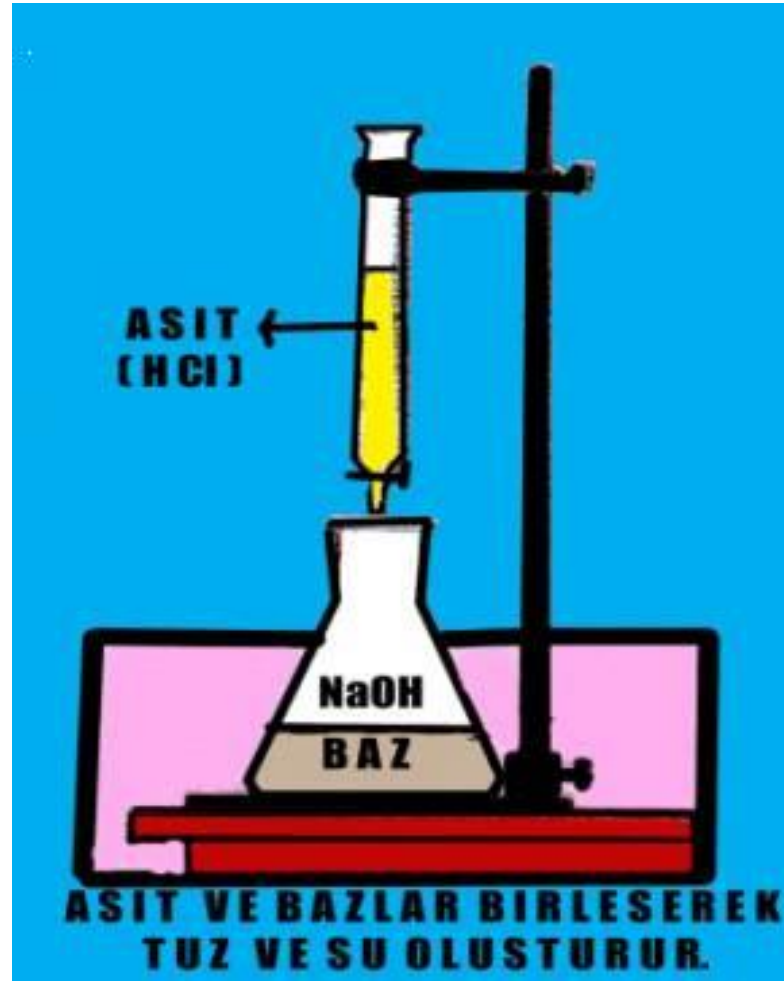
VÜCUT SIVILARINDA ASİT-BAZ DENGESİ

- Bu nedenle genişletilmiş Arrhenius kavramı ortaya atılmıştır:
- Su ile tepkimeye girdiğinde suyun H^+ iyonu konsantrasyonunu artıran maddelere asit, suyun OH^- iyonu konsantrasyonunu artıran maddelere de baz denir.

VÜCUT SIVILARINDA ASİT-BAZ DENGESİ

- Brönsted ve Lowry; daha genel olarak **asitlerin** proton (hidrojen iyonu) verebilen,
 - **bazların** da proton alabilen maddeler olarak tanımlanmasını önermişlerdir.
 - Bu tanıma göre asit veya baz bir iyon olabileceği gibi, bir molekül de olabilir.
 - $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- tepkimesinde NH_3 bir bazdır çünkü bir proton almış ve NH_4^+ iyonunu vermiştir.

Asit-baz titrasyonu



Tamponlar

- Tamponlar, küçük miktarlarda asit (H^+) veya baz (OH^-) eklendiğinde pH değişikliklerine karşı koyma eğiliminde olan sulu sistemlerdir
- Bir **tampon sistemi**, zayıf bir asit (proton donörü) ve onun konjuge bazını (proton akseptörü) içerir. Örneğin asetik asit (CH_3COOH) ve asetat (CH_3COO^-) iyonlarının eşit miktarlarda karışımı, bir tampon sistemidir.
- **Tamponlama**, proton donörü ve onun konjuge proton akseptörünün yaklaşık olarak eşit konsantrasyonlarda bulunduğu çözeltilerde denge oluşturan iki reverzibl reaksiyonun sonucudur

Tamponlar

- Bir tampona H^+ veya OH^- eklendiğinde, zayıf asit ve onun anyonunun nispi konsantrasyonlarının oranında ve dolayısıyla pH'da küçük bir değişiklik olur.
- Sistemin bir komponentinin konsantrasyonunda azalma, diğerinde bir artma ile dengelenir. Tampon komponentlerinin toplamı değişmez, yalnızca oranları değişir.

VÜCUT SIVILARININ pH DEĞERLERİ:

- Arteriyel kan: 7.40
- Venöz kan: 7.35
- Hücre dışı sıvı: 7.35
- Hücre içi sıvı: 7.00

- Arteriyel kan pH değeri azalırsa (<7.36) ASİDOZ, artarsa (>7.44) ALKALOZ oluşur.
- $\text{pH} > 7.7$ ve $\text{pH} < 7.0$ durumunda da hızla ölüm meydana gelir.

VÜCUT SIVILARINDA pH'ı SABİT TUTAN MEKANİZMALAR

- ❖ 1. Solunum sistemi: Dakikalar içerisinde etkisini gösterir.
- ❖ 2. Üriner sistem: Saatler, günler içerisinde etkisini gösterir.
- ❖ 3. Tampon sistemleri: Saniyeler içerisinde etkisini gösterir.

1.Solunum sistemi:

- Asit-baz dengesinin solunumsal mekanizmalarla düzenlenmesi, solunum hız ve derinliğinin ayarlanması suretiyle olmaktadır.
- Dolaylı olarak, yani bikarbonat tamponu üzerine etki yaparak tamponlama özelliği vardır.
- Beyin sapındaki solunum merkezinin kontrolünde, kan pH'ı yükselirse solunum yavaşlatılır (CO_2 tutmak için); kan pH'ı düşerse solunum hızlandırılır (CO_2 atmak için).

1.Solunum sistemi:

- Alveol havasında normalde 40 mmHg olan kısmi karbondioksit basıncı ($p\text{CO}_2$), arter kanındaki kısmi karbondioksit basıncı ile ve bu da kandaki H_2CO_3 (veya CO_2) konsantrasyonu ile dengededir.

1.Solunum sistemi:

- Alveol havasında CO_2 artışı, solunum merkezinin en önemli uyarıcısıdır.
- Kanda H_2CO_3 konsantrasyonu artarsa veya HCO_3^- konsantrasyonu azalırsa, solunum hız ve derinliği artar ve böylece $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ oranının ve dolayısıyla kan pH'ının değişmemesi sağlanmaya çalışılır.

2.Üriner sistem:

- Böbrekler gerekirse geri emmek ve gerekirse salgılamak yoluyla H^+ ve HCO_3^- iyonlarının kandaki konsantrasyonlarını düzenleme yeteneğine sahiptir.
- Kimyasal tampon sistemleri ve solunumsal mekanizmalar, asit-baz dengesinin düzenlenmesinde tam olarak başarılı olamazlar. Asit-baz dengesinin tam olarak düzenlenmesi, ancak metabolizma olayları sırasında oluşan H^+ iyonlarının böbrekler tarafından atılması suretiyle olur.

2.Üriner sistem:

Böbreklerin asit-baz dengesini düzenlemede katkısı aşağıdaki yollarla olur:

- Böbreklerde HCO_3^- geri emilimi suretiyle asit-baz dengesinin düzenlenmesi
- Böbreklerde fosfat tampon tuzlarının asidifikasyonu
- Böbreklerden amonyak salgılanması

Böbreklerde HCO_3^- geri emilimi suretiyle asit-baz dengesinin düzenlenmesi

- Asit fazlalığında, $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ tampon sisteminin etkisiyle H^+ iyonunun, HCO_3^- tarafından tamponlanır ve CO_2 ve H_2O oluşur.
- Proksimal tübüler hücrede, karbonik anhidraz (CA, karbonat dehidrataz) enzimi, plazmadan gelen CO_2 ve H_2O 'dan H_2CO_3 , bundan da H^+ ve HCO_3^- oluşturur.

Böbreklerde fosfat tampon tuzlarının asidifikasyonu

- Proksimal tübüler hücrelerden idrara atılan H^+ iyonlarının distal tubuluslarda HPO_4^{2-} ile bağlanarak H_2PO_4^- oluşturmaları şeklinde gerçekleşir.
- Böylece H^+ iyonları, NaH_2PO_4 gibi asit fosfat tuzları halinde idrarla atılır.

Böbreklerden amonyak salgılanması

- Proksimal tübüler hücrelerden idrara fazla miktarda H^+ iyonlarının atıldığı durumlarda distal tubulus hücrelerinde glutaminden NH_3 oluşturulur. NH_3 da idrardaki H^+ iyonunu tamponlayarak NH_4^+ halinde atılmasını sağlar ki kanda H^+ iyonlarının arttığı durumlarda idrarla NH_4Cl atılımı artar.
- Özetleyecek olursak vücut pH'ından iki madde sorumludur. HCO_3^- ve CO_2 . Birincisinden böbrekler, ikincisinden akciğerler sorumludur.

3.Biyolojik Tampon sistemleri

- Fazla olmayan miktarda kuvvetli asit veya kuvvetli baz ilave edildiğinde pH değerleri fazla oynama göstermeyen çözeltilere tampon çözeltiler denir. Örneğin deniz suyu iyi bir tampon çözeltidir. Çeşitli vücut sıvıları bu özelliği taşımaktadır.
- Çoğu hücrenin sitoplazması, yüksek konsantrasyonda protein içerir. Proteinlerde, birçok amino asit, amino asitlerde de zayıf asit ve zayıf baz olan fonksiyonel gruplar vardır

3.Biyolojik Tampon sistemleri

- Histidin amino asidinin yan zinciri, 6,0 pK_a değerine sahiptir; histidin kalıntısı içeren proteinler, nötral pH'ta etkili tampon olabilirler.
- ATP gibi nükleotidler, düşük moleküler ağırlıklı birçok metabolit, iyonize olabilen gruplar içerirler ve sitoplazmanın tamponlama gücüne katkıda bulunabilirler.
- Amonyak, idrarı tamponlar.
- Fosfat ve bikarbonat da önemli biyolojik tamponlardır.

3.Biyolojik Tampon sistemleri

- Vücutta asit-baz dengesinin sağlanmasında etkili başlıca dört tampon sistemi vardır:
 - ✓ Karbonik asit/Bikarbonat tampon sistemi.
 - ✓ Primer fosfat/Sekonder fosfat tampon sistemi.
 - ✓ Asit protein/Proteinat tampon sistemi.
 - ✓ Asit hemoglobin/Hemoglobinat tampon sistemi.

Bikarbonat tamponu

- Karbonik asit/Bikarbonat tampon sistemi, olarak da bilinir.
- Tamponlama gücü düşük gibi görünse de, hem karbonik asit, hem de bikarbonat konsantrasyonları vücuttaki fizyolojik mekanizmalar tarafından ayrı ayrı düzenlendiğinden, gerçekte tamponlama gücü çok yüksektir.

Bikarbonat tamponu

- Karbonik asit/Bikarbonat tampon sistemi, genel olarak ekstrasellüler sıvıların tampon sistemidir. vücutta yaygın olarak bulunur. Ekstrasellüler sıvının pH'ı sabit tutulmaya çalışılır.
- Normalde $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ oranı, 20/1 gibidir;
- Asit fazlalığında:
$$\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Baz fazlalığında
- $\text{OH}^- + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

Fosfat tamponu

- Tamponlama gücü yüksek olmasına rağmen, mutlak konsantrasyonları düşük olduğundan, fosfat tamponu güçlü bir tampon olarak kabul edilemez.
- Böbrek tübülüslerinde ve intraselüler sıvılarda (Her ikisinde de fosfat konsantrasyonu yüksek olduğu için) çok önemlidir.

Asit protein/Proteinat tampon sistemi

- Proteinlerdeki amino asitlerin bazen asidik, bazen bazik özellik göstermesiyle çalışan bir tampon sistemidir.
- Kan plazmasında ve intraselüler sıvının yanı sıra, interaselüler sıvıya da etki eder.

Asit protein/Proteinat tampon sistemi

- Asit protein/Proteinat tampon sistemi, doku hücrelerinde önde gelen tampon sistemlerindendir; kısmen plazmada da işlev görür.
- Asit fazlalığında: $\text{H}^+ + \text{Proteinat} \rightarrow \text{Asit protein}$
- Baz fazlalığında: $\text{OH}^- + \text{Asit protein} \rightarrow \text{Proteinat} + \text{H}_2\text{O}$

Asit hemoglobin/Hemoglobinat tampon sistemi

- Eritrositlerde bulunan tampon sistemidir. CO_2 'in HCO_3^- şeklinde taşınmasında etkilidir.
- CO_2 'in %5'i plazmada serbest olarak bulunur; %20'si eritrositlerde karbhemoglobin şeklinde ve %75'i kanda HCO_3^- şeklinde taşınmaktadır.
- Sellüler metabolizma olaylarında oluşan CO_2 , doku boşluklarına ve kan plazmasına geçer. Plazmada konsantrasyonu artan CO_2 de eritrositlere geçer.

Asit-baz dengesi bozuklukları

- Kan pH'ının normal değeri 7,38-7,42 arasındadır.
- Kanda H^+ iyonu konsantrasyonunun artması yani pH değerinin düşmesi, asidoz olarak tanımlanır.
- Kanda H^+ iyonu konsantrasyonunun azalması yani pH değerinin yükselmesi, alkaloz olarak tanımlanır.

Asit-baz dengesi bozuklukları

Asit-baz dengesindeki bozukluklar aşağıda verilen nedenlere bağlıdır.

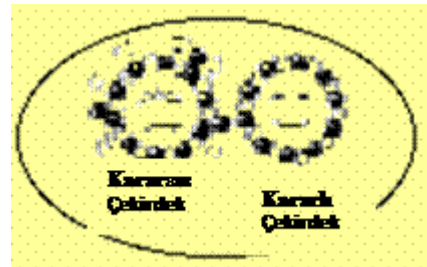
- ❖ H_2CO_3 (veya CO_2) değişimleri ile ilgili asit-baz dengesi bozuklukları
- ❖ HCO_3^- değişimleri ile ilgili asit-baz dengesi bozuklukları
- ❖ Sıvı kaybına bağlı asit-baz dengesi bozuklukları

ATOM VE İZOTOPLAR

- Radyasyon, dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan enerji paketleri ile yayılan enerjidir. Radyasyon, daima doğada var olan ve birlikte yaşadığımız bir olgudur. Radyo ve televizyon iletişimini olanaklı kılan radyo dalgaları; tıpta, endüstride kullanılan x-ışınları; güneş ışınları; günlük hayatımızda alışkın olduğumuz radyasyon çeşitleridir.

- Doğada mevcut elementlerin atomlarının bir kısmı **kararlı** diğer bir kısmı ise **kararsız** çekirdeklere sahiptirler. **Kararlı bir çekirdekte, çoğu durumda nötron sayısı (N) proton sayısından (Z) biraz daha yüksek ve N/Z oranı yaklaşık olarak 1,50 civarındadır.**

- Kararlı bir çekirdekte, proton ve nötronlar birbirlerine nükleer kuvvetlerle o kadar sıkı bağlıdırlar ki hiçbir parçacık çekirdek dışına kaçamaz. Bu durumda, çekirdek dengede kalacaktır.
- Ancak, çekirdek dengede değilse yani kararsız ise, fazla bir enerjiye sahip olacak ve parçacıkları bir arada kalamayacaktır. Kısa bir süre içinde veya daha uzun bir süre sonra bu fazla enerjisini boşaltacaktır.



- En basit çekirdek olan Hidrojen (H) çekirdeğinin dışındaki tüm çekirdekler nötron ve protonlardan oluşmuştur. N/Z oranı hafif izotoplarda 1 iken, ağır çekirdeklere doğru gidildikçe bu oran artmaktadır. Bu oran arttıkça çekirdeklerin artık kararlı olmadığı bir yere ulaşılır. En ağır kararlı çekirdek bir bizmut izotopudur (Bi-207).

- Daha ağır çekirdekler sahip oldukları fazla enerjiden dolayı kararsızdırlar. Böyle çekirdeklere **radyoaktif çekirdek** veya **radyoizotop** adı verilir. Bunlar fazla enerjilerinden kurtulmaya ve kararlı duruma geçmeye çalışırlar. Bu olaya **radyoaktivite** veya **radyoaktif parçalanma** denir.

Radyoaktivite kontrol edilemeyen bir olaydır:

- Herhangi bir şekilde müdahale edilip yavaşlatılamaz veya durdurulamaz. Üstel bir fonksiyon şeklindeki zayıflayan bir tempo ile azalarak kendiliğinden tükeninceye kadar devam eder. Radyoaktivite olayı **doğal** ve **yapay** olarak iki farklı şekilde meydana gelebilir.

Radyasyon genellikle bir atomun çekirdeğinde başlar.

- Atomları da, proton ve nötronların oluşturduğu bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönen elektronlar oluşturur. Doğada mevcut bulunan kararsız elementler kararlı yapıya geçmeye çalışırken, hiçbir dış müdahale olmadan, sahip oldukları fazla enerjilerini çekirdeklerinden dışarı salarlar. Ağır elementler (çekirdeğinde 83 den fazla proton barındıranlar), kararsız oldukları için daha küçük atomlara dönüşürler.

- Bu parçalanma sırasında, çekirdekten parçacıklar ve enerji dalgaları ortaya çıkar.
- Böyle elementlere **doğal radyoaktif elementler**, bunların enerji salma olayına da **doğal radyoaktivite** denir. Doğada kararlı olarak bulunan izotoplar da yapay yollarla kararsız (radyoaktif) hale getirilebilirler. Radyoaktif hale gelen çekirdek parçalanmaya uğrar. Bu olay **yapay radyoaktivite olarak** adlandırılır.

RADYOAKTİF ELEMENTLER

Radioactive elements

H																		He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac																
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Man made elements

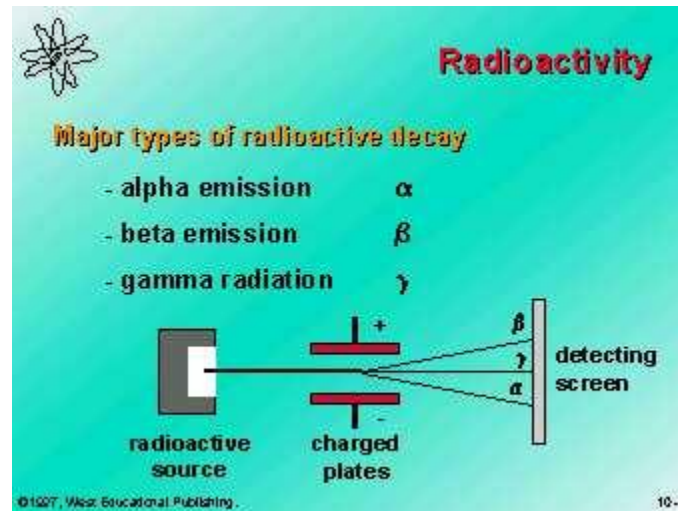
©1997, West Educational Publishing.

10.

Radyoaktif elementler temel olarak Alfa , Beta ve Gama olmak üzere, 3 ana tip enerji salınımında bulunurlar.

- Alfa radyasyonu, (+) yüklü parçacıklardan oluşur ve bir kağıt parçası tarafından durdurulabilir. Beta radyasyonu, elektronlardan oluşur. İnce bir alüminyum levha bu elektronları durdurmak için yeterlidir. Gama radyasyonu ise ışık hızında hareket eden enerji dalgalarından oluşmaktadır.
- Alfa, Beta ve Gama radyasyonu aynı zamanda iyonlaştırıcı radyasyon olarak da adlandırılırlar. Bir başka deyişle, diğer atomların elektronlarını ayıracak yeterli enerjiye sahiptirler.

RADYOAKTİVİTE NASIL SAĞLANIR?



- Radyoaktiflik hemen hemen bütün bilimsel ve teknik alanlarda geniş bir uygulama alanı bulur. Radyoaktif izotopların nükleer tepkimelerinden tekniğin birçok dalında kontrol aracı olarak faydalanılır. Bu kontrolde özellikle radyoaktif bir elementin radyoaktif olmayan bütün izotoplarıyla aynı özellikleri göstermesinden yararlanılır. Radyoaktif uygulamalardan bazı bilim dallarında şu şekilde yararlanılmıştır.

Radyoaktivitenin kullanım alanları

- Kimyada uygulamalar: Işınım Kimyası adında yeni bir kimya dalı gelişmiştir. Bu dalın konusu ışıma altında gelişen yeni kimyasal tepkimelerin incelenmesidir. Bu işlemlerde kobalt 60 gibi radyoaktiflik derecesi çok yüksek kaynaklar kullanılır.

Biyoloji ve Tarımdaki uygulamalar:

- Radyoaktifliğin en geniş uygulaması bu alanda bulunur. Bitkinin bünyesine düşük miktarda karbon 14 verildiğinde, bünyede karbon izlenebilir. Radyoaktif ışınımalar canlı hücreler üzerinde büyük etki yapar; bu hücreleri önce değişikliğe uğratar, sonra öldürür. İnsan için çok zararlı olan bu etkiler tarımda çok yararlıdır. Böylece çok çabuk olgunlaşan yeni bir domates türü geliştirilmiştir.

Metalurjideki uygulamalar

- Radyoaktiviteden çeliğin katılaşmasını, metalürjik tepkimelerin kinetiğini vb. incelemekte yararlanır. Bu yolla metallerin yayılması kolayca izlenir.

Tarih, Arkeoloji ve Jeolojide uygulamalar:

- Ahşap eşyanın veya kumaşların yapıldığı tarih, karbon 14 metoduyla kesin olarak bulunur. Bu usul eski medeniyetlerin incelenmesinde çok yararlıdır.

Tıbbi uygulamalar

- Tıpta tanı ve tedavide yaygın olarak radyasyondan yararlanılmaktadır.
- Kanser tedavisinde tümörlerin yok edilmesinde radyoterapi uzun süredir kullanılmaktadır.

Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

- Radyasyonun insan sağlığı üzerinde yaratabileceği zararlı etkiler uzun zamandır bilinmektedir. Bu etkiler radyasyon yanıkları, radyasyon hastalıkları, doğal ömür süresinin kısalması, kanser ve kalıtsal bozukluklardır. Hatta, çok büyük miktarlarda radyasyon dozuna maruz kalınması halinde ani ölümlere bile rastlamak mümkündür.

- Akut radyasyona maruz kalan organizmalarda görülen başlıca bozukluklar şunlardır:
- Proteinlerin sekonder ve tersiyer yapıları bozulur. Hücre organellerinde bozulmalar görülür. Hücre kromozomları ve nükleik asitlerinde kopmalar gözlenir. Mitoz bölünme durur.
- Bunlara bağlı olarak deri yanıkları ile başlayan ve organizmadaki hemen her sistemi tutan patolojik bozukluklara neden olur.

Karbonhidratlar

Karbonhidratların Tanımı

- Polihidroksialkollerin aldehit veya keton türevleridir
- Karbonun hidrat(sulu) hali de denir (sulu karbon)
- Sakkarid olarak da bilinirler (yunancada “sakchar” tatlılık ve şeker demektir.)

Karbonhidratların genel formülü

- $C_nH_{2n}O_n$
- $(CH_2O)_n$
- $CX(HO)_y$

Genel formüle uyan ve uymayan maddeler

- Laktik asit($C_3H_6O_3$)
- Asetik asit ($C_2H_4O_2$)

Karbonhidratların (genel formülüne uyar ama karbonhidrat değiller)

Genel formüle uymayıp da karbonhidrat olan maddeler

- Deoksi riboz
($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$)

Karbonhidratların Sınıflandırılması

- **Kimyasal yapılarına göre**
 - 1- Aldoşekerler
(Aldozlar)
 - 2-Ketoşekerler
(Ketoşerler)
- **Hidroliz oldukları zaman verdikleri türevlere göre**
 - 1-Monosakkaritler
 - 2-Disakkaritler
 - 3-Oligosakkaritler
 - 4-Polisakkaritler

Aldo ve keto şekerler



Karbonhidratları kimyasal yapısına göre sınıflandırma

- Yapısında aldehit grubu bulunduran şekerlere aldoşeker veya aldoz denir

H

|

R-C=O

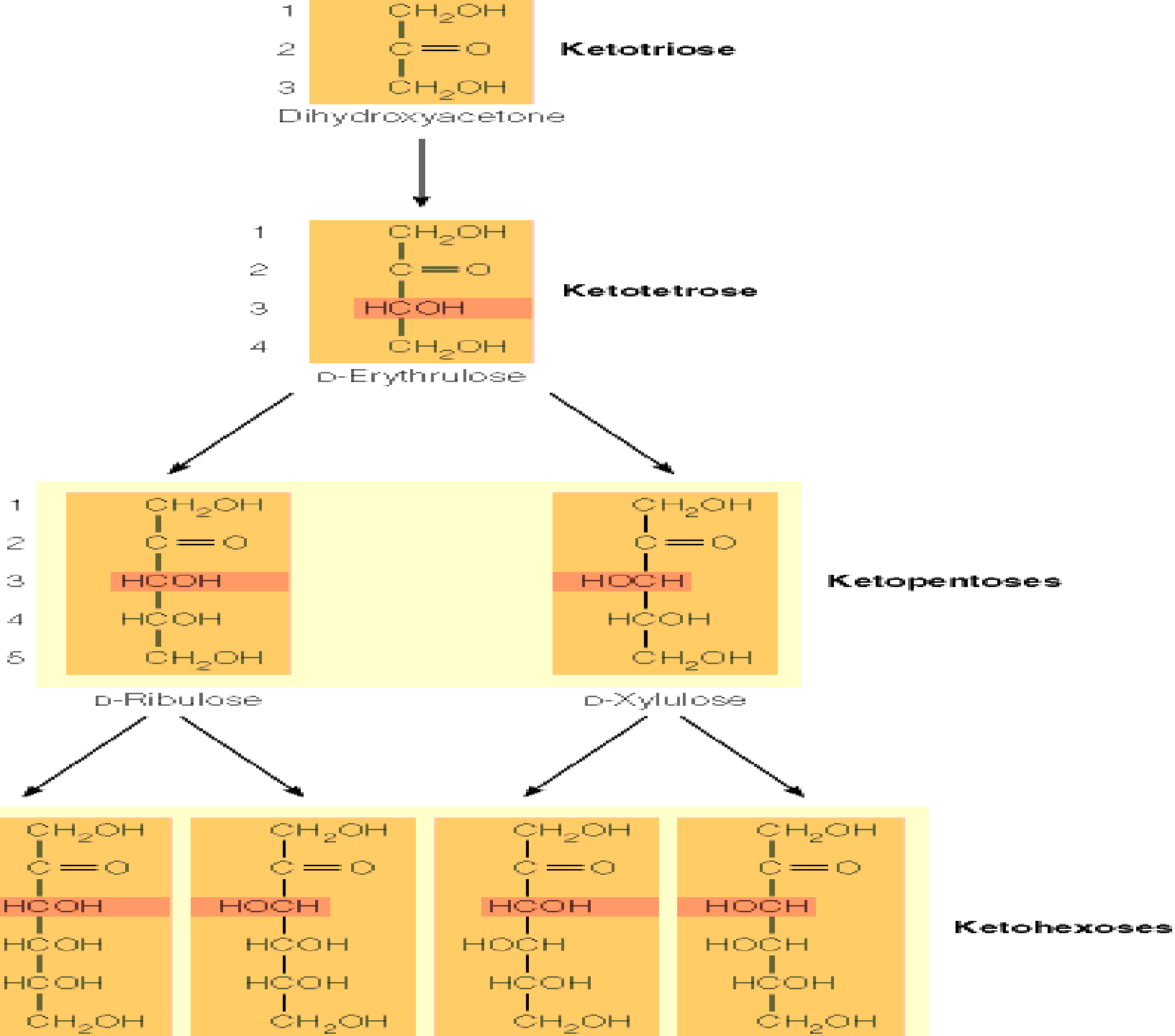
- Yapısında keton grubu bulunduran şekerlere ketoşeker veya ketoz denir

R

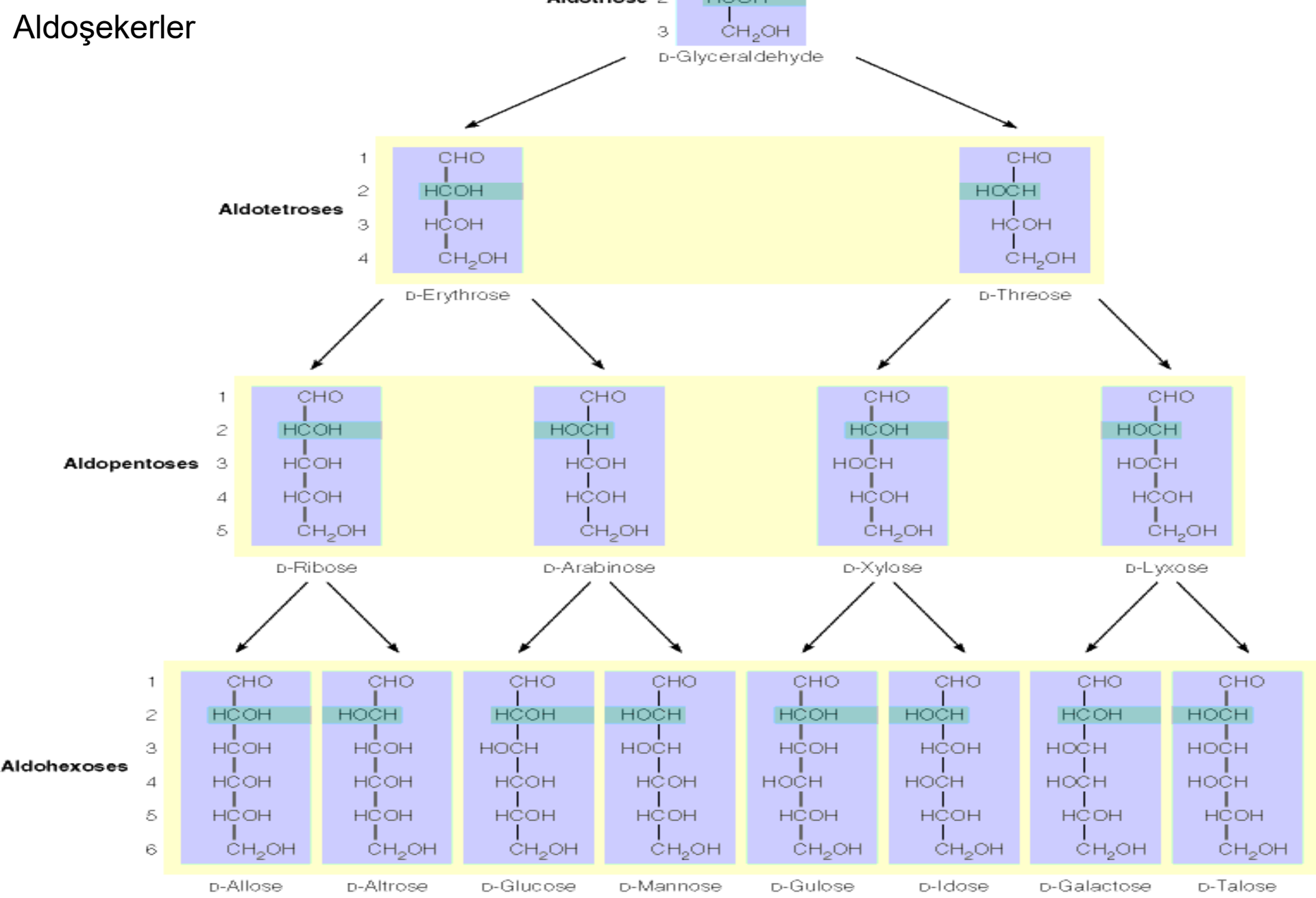
|

R-C=O

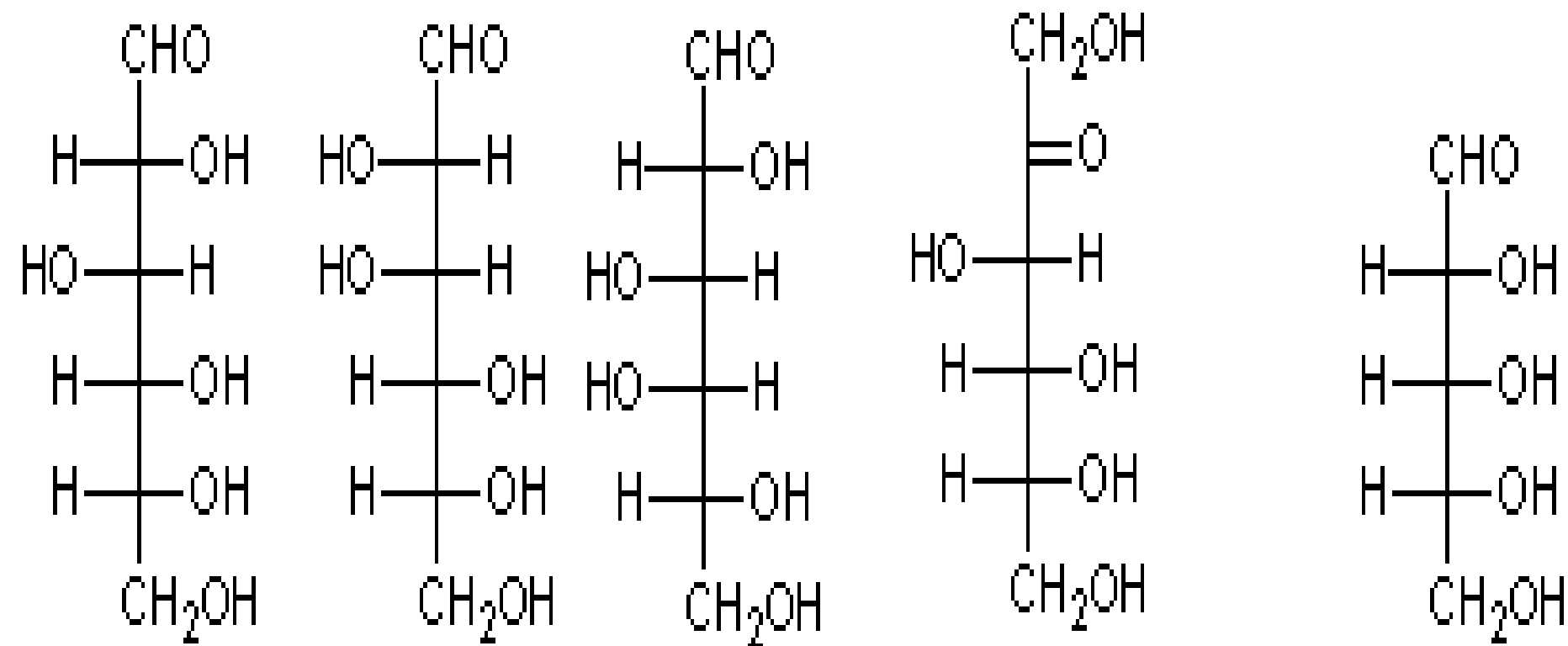
ketoşekerler



Aldoşekerler



(a) D-Aldoses



D-glucose

D-mannose

D-galactose

D-fructose

D-ribose

glc

man

gal

aldoses

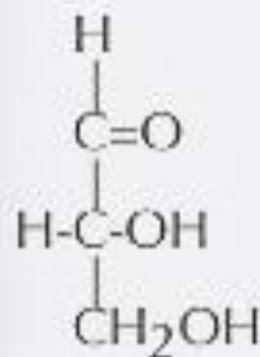
ketoses

Monosakkaritlerin C sayısına göre sınıflandırılması

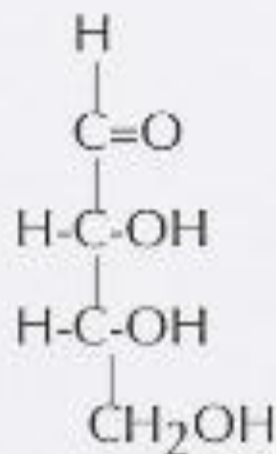
C sayısı	Genel adı	Aldoz	keto
3	Trioz	Aldo trioz	Keto trioz
4	Tetroz	Aldo tetroz	Keto tetroz
5	Pentoz	Aldo pentoz	Keto pentoz
6	Hekzos	Aldo hekzos	Keto hekzos
7	Heptoz	Aldo heptoz	Keto heptoz

Monosaccharide classifications

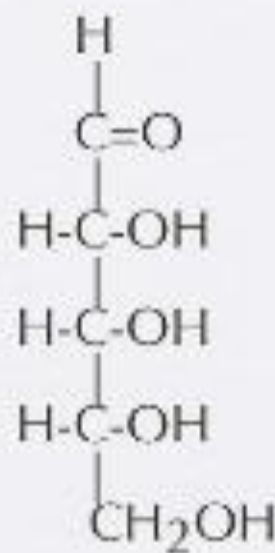
Number of carbon atoms in the chain



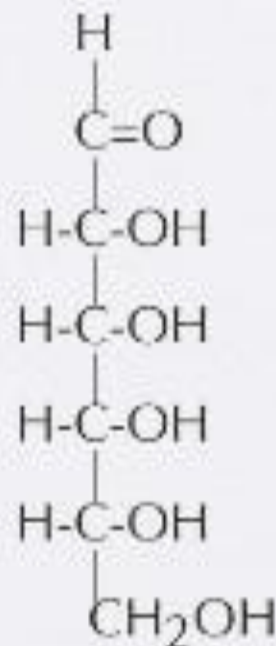
triose



tetrose



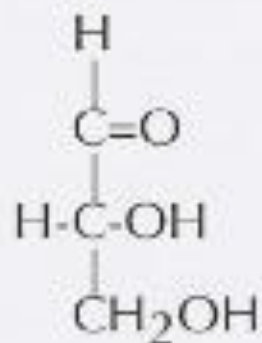
pentose



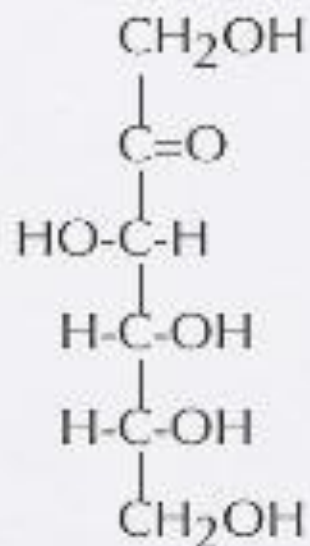
hexose

Can be either aldose or ketose sugar.

Examples

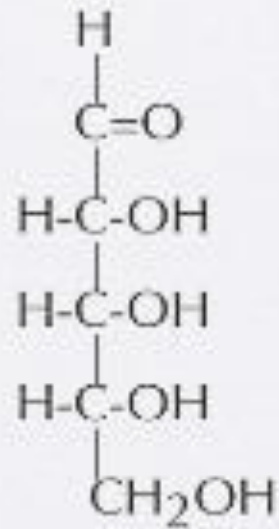


D-glyceraldehyde
triose
aldose
aldotriose sugar



D-fructose
hexose
ketose
ketohexose sugar

Örnek

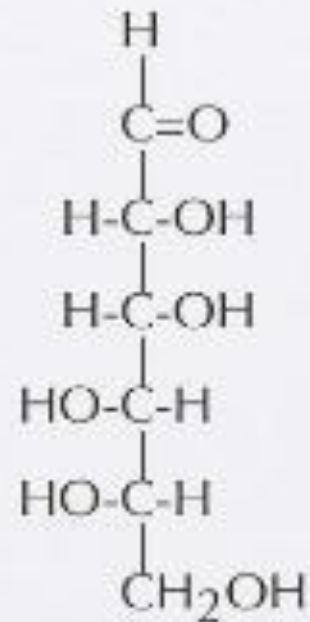


D-ribose

pentose

aldose

aldopentose sugar



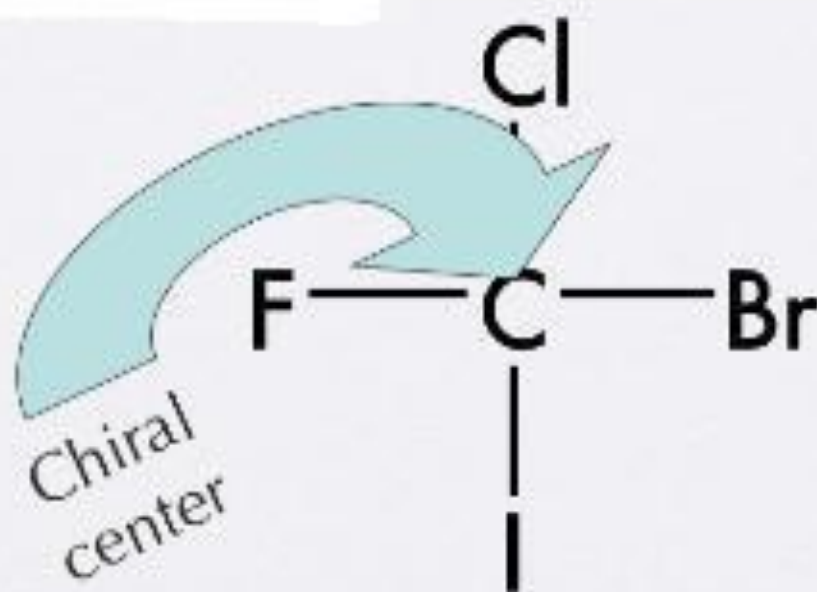
L-mannose

hexose

aldose

aldohexose sugar

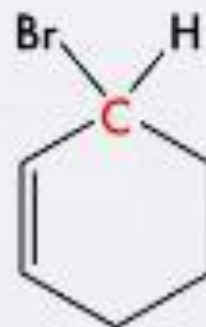
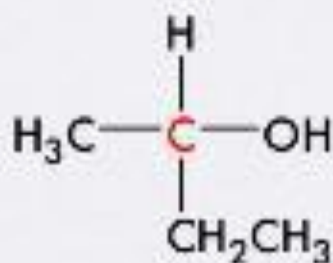
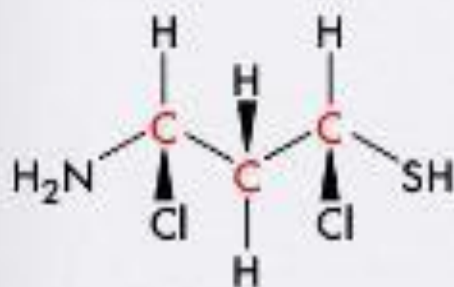
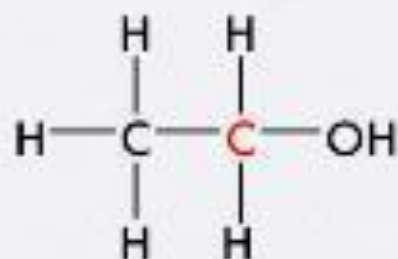
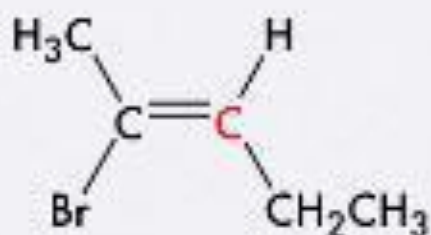
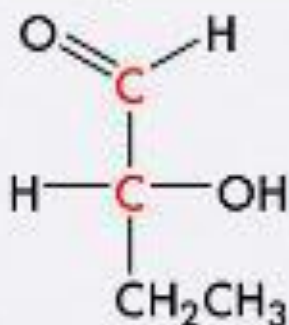
Kiral(Chiral) veya Asimetrik karbon atomu:
tetravalent bir C atomuna 4 ayrı atom veya atom grubunun bağlanmasıdır.



(yunancada cheir=el anlamına gelmektedir. El ayna görüntüsüyle çakışır mı? **Bekleyin**

Örnek

Kırmızı ile gösterilen karbon atomlarından hangisi kiral?



İzomer nedir?

- Elementer bileşimleri aynı olan, farklı bileşiklerdir.
- Bileşimleri aynı olduğu halde konfigürasyonu farklı olan bileşiklere “Stereo izomer”denir.
- Stereo izomerlik 2 ye ayrılır;
- 1-Geometrik izomerlik
2-Optik izomerlik

Optik izomerlik

- Optik izomerlikte bileşikler birbirinin aynadaki hayali gibidir.
- Bir madde kendi ayna görüntüsüyle çakışmıyorsa buna kiral, eğer ayna görüntüsü ile uzayda üst üste çakışıyorsa buna da kiral olmayan madde denir.
- Optik izomerlikte izomer, ayna hayali ile çakışmıyorsa yani kiral ise bu tip izomerlere **enantiomer** denir.
- Enantiomerlerin fiziksel özellikleri çoğu aynı iken, sadece polarize ışığı çevirme açıları farklıdır

- Gliseraldehit, bütün stereo izomerik bileşiklerle tam konfigürasyonu için referans veya ana bileşiktir
- Gliseraldehit bir tane kiral karbon atomuna , iki tane enantiomerik forma sahiptir.
- Enantiomerik form D veya L şeklindedir
- En büyük numaradaki kiral C atomunun konfigürasyonu, D-Gliseraldehite benzeyen şekerlere “D şeker” L-Gliseraldehite benzeyenlere ise “L-şeker” denir.

D ve L formlarına örnek verirsek;

Kiral C atomunda D serisinde –OH sağda,L-serisinde – OH soldadır.

Memelilerde monosakkaritlerin çoğu D serisine aittir.

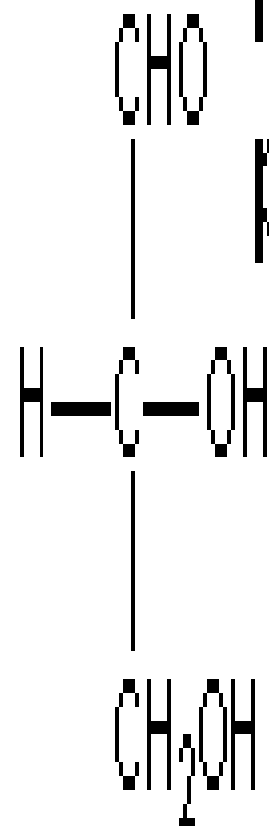
D(+)Glikoz en çok rastlanılan formudur.

D(+)Galaktoz süt şekerinde görünürken

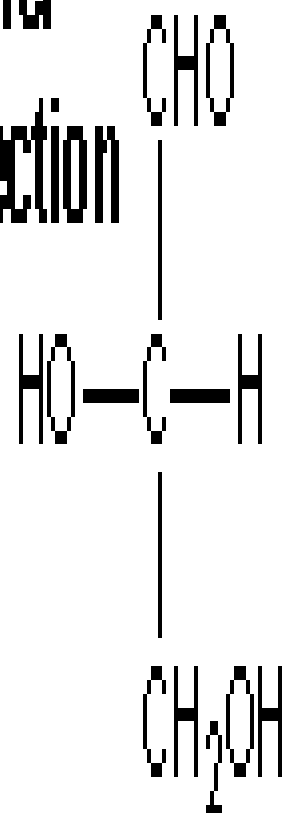
L(-)Galaktoz bağ sümüklüsünde bulunur.

Threoz,likzoz,guloz doğal halde bulunmayıp sadece D veya L şekilleri sentezlene bilir

Fischer projection

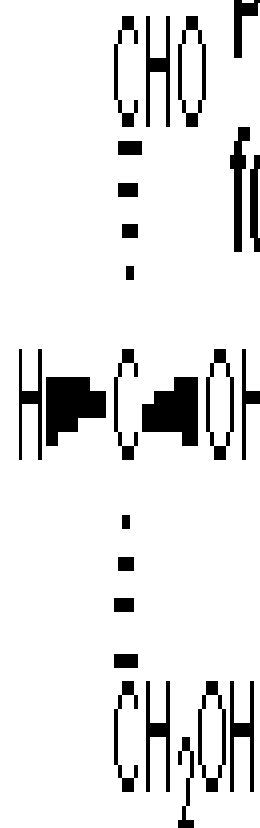


D-glyceraldehyde

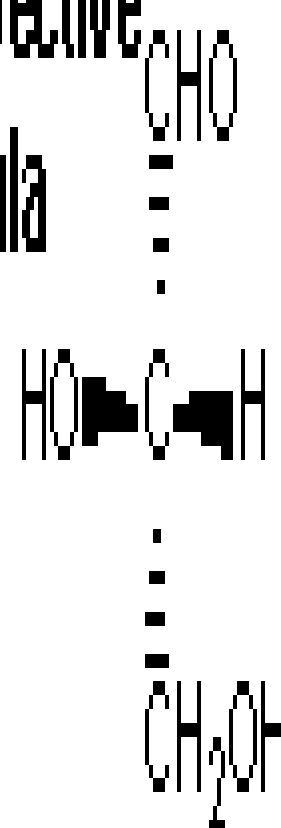


L-glyceraldehyde

Perspective formula

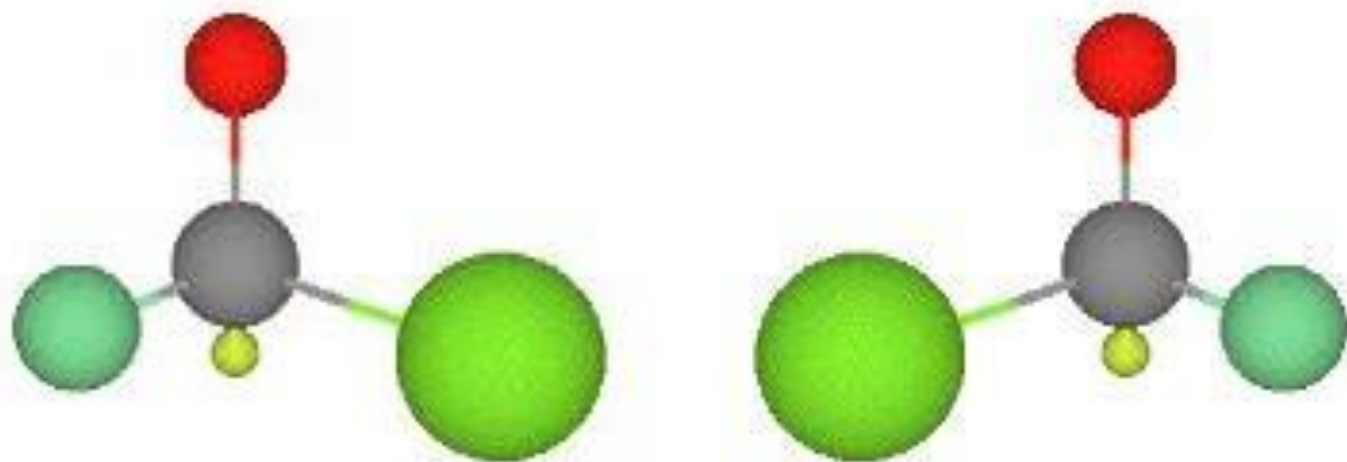


D-glyceraldehyde

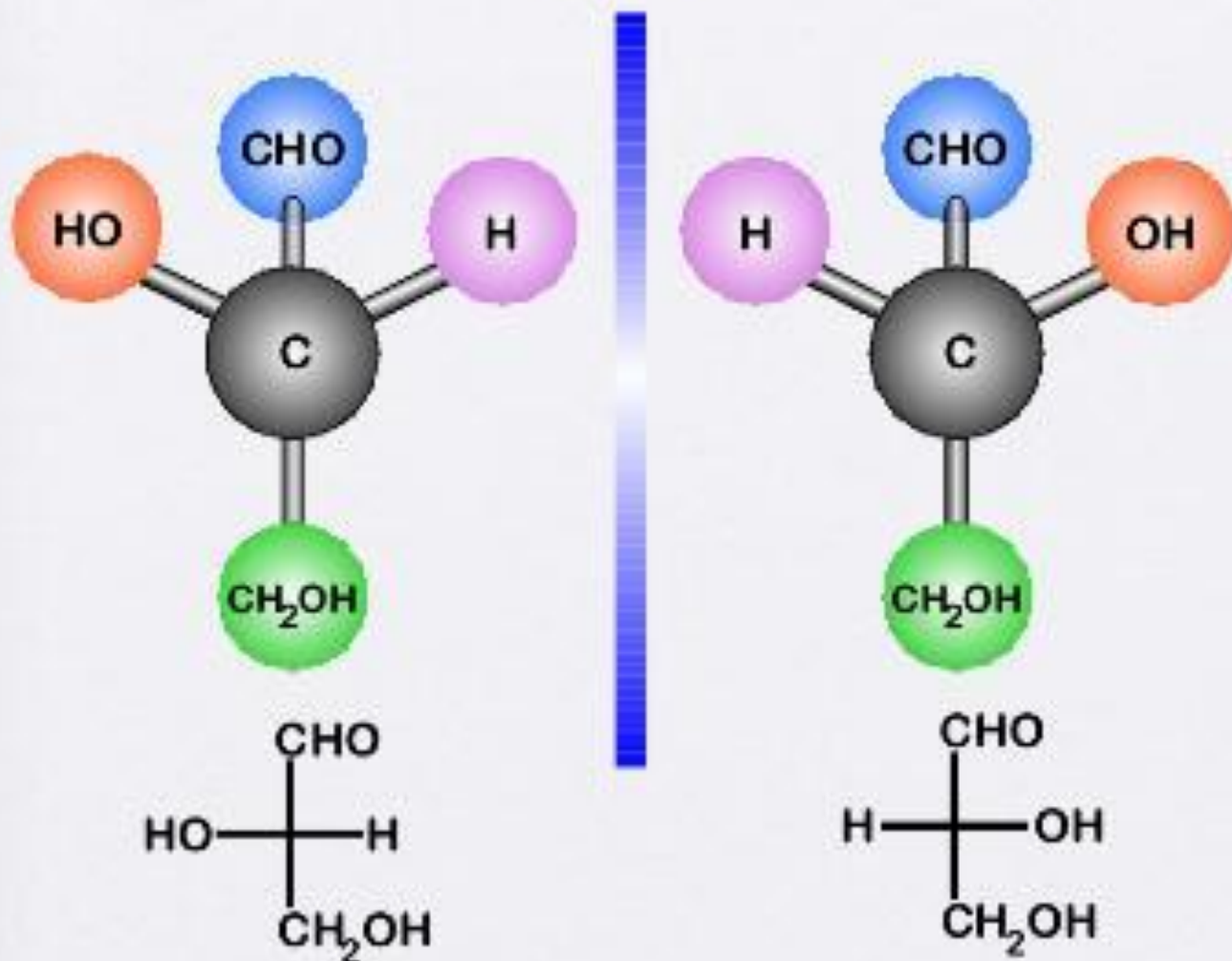


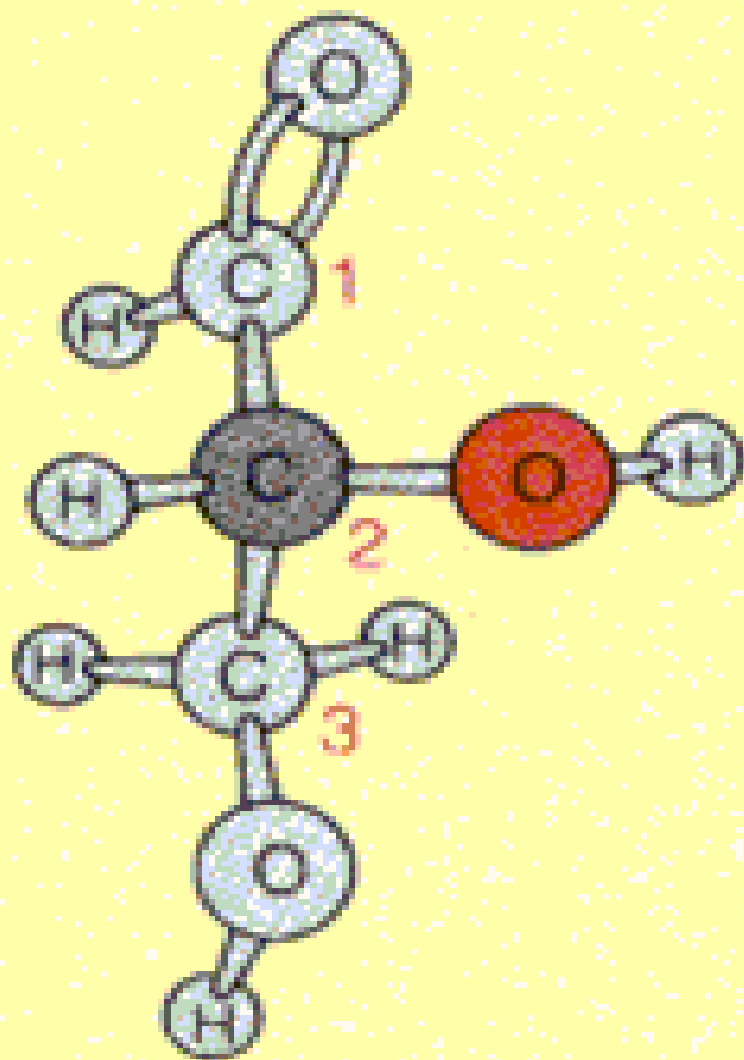
L-glyceraldehyde

Enantiomers

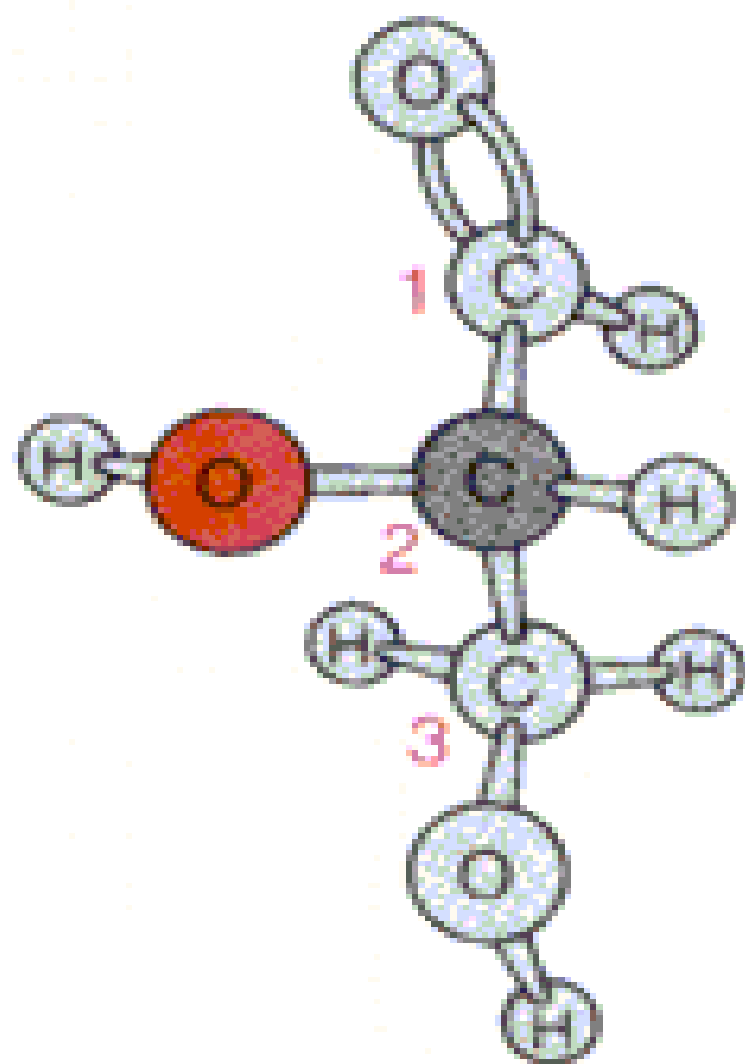


L- and D- glyceraldehyde

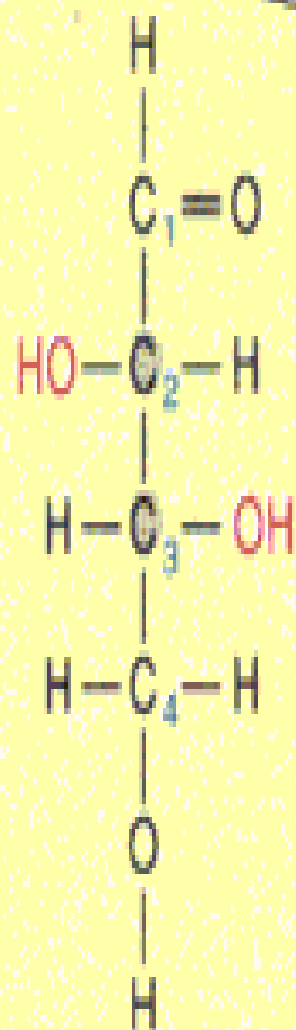




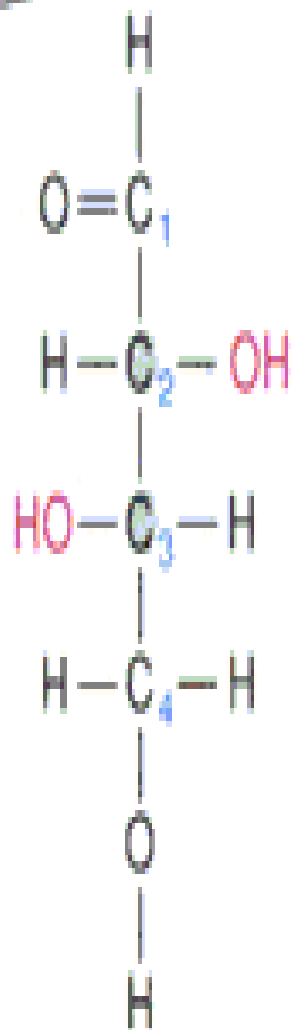
D-Glyceraldehyde



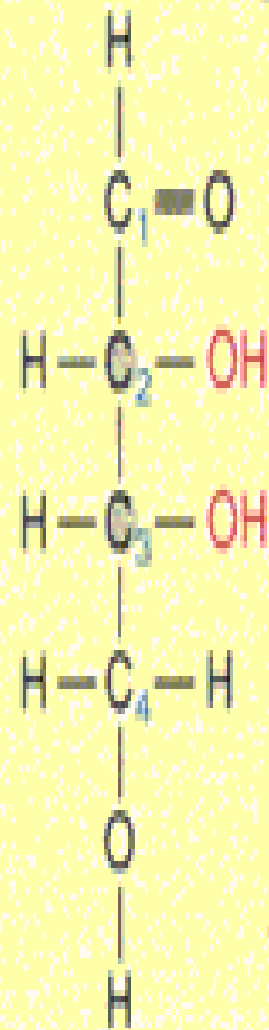
L-Glyceraldehyde



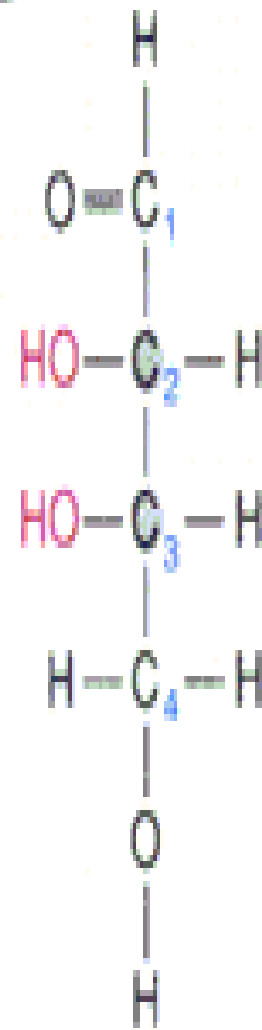
D-Threose



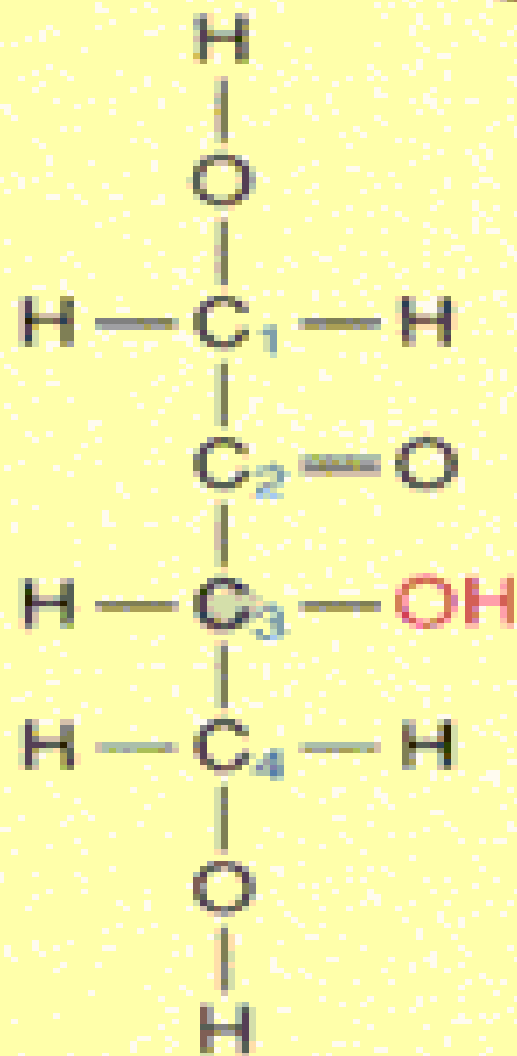
L-Threose



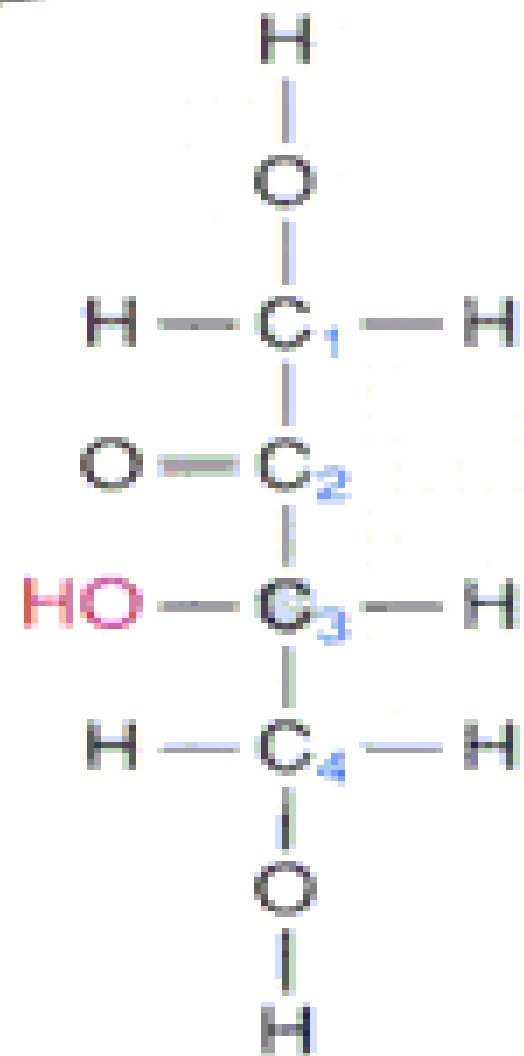
D-Erythrose



L-Erythrose

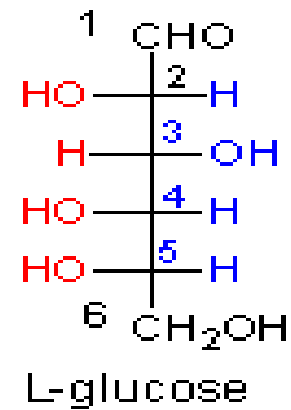
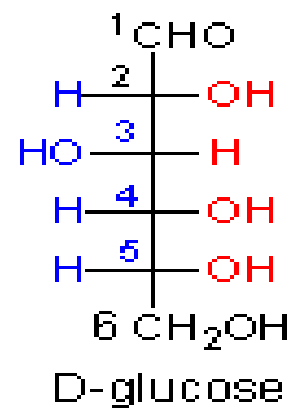


D-Erythrulose

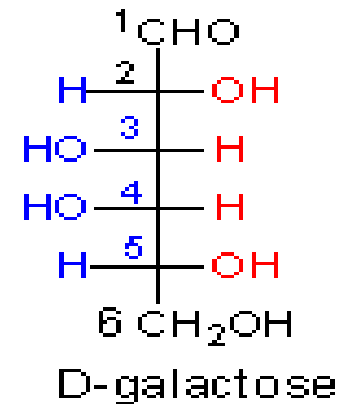
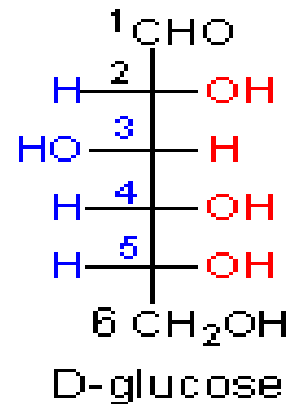


L-Erythrulose

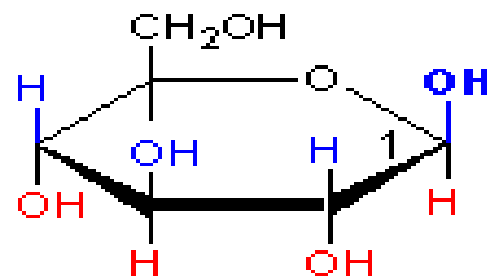
enantiomers



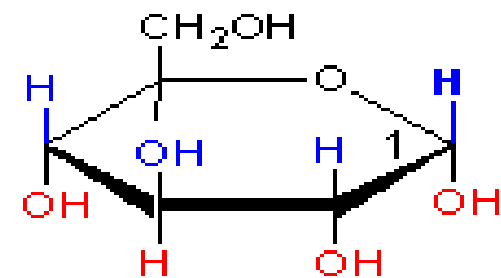
diastereomers



anomers



β -D-glucopyranose
OH on C1 point up

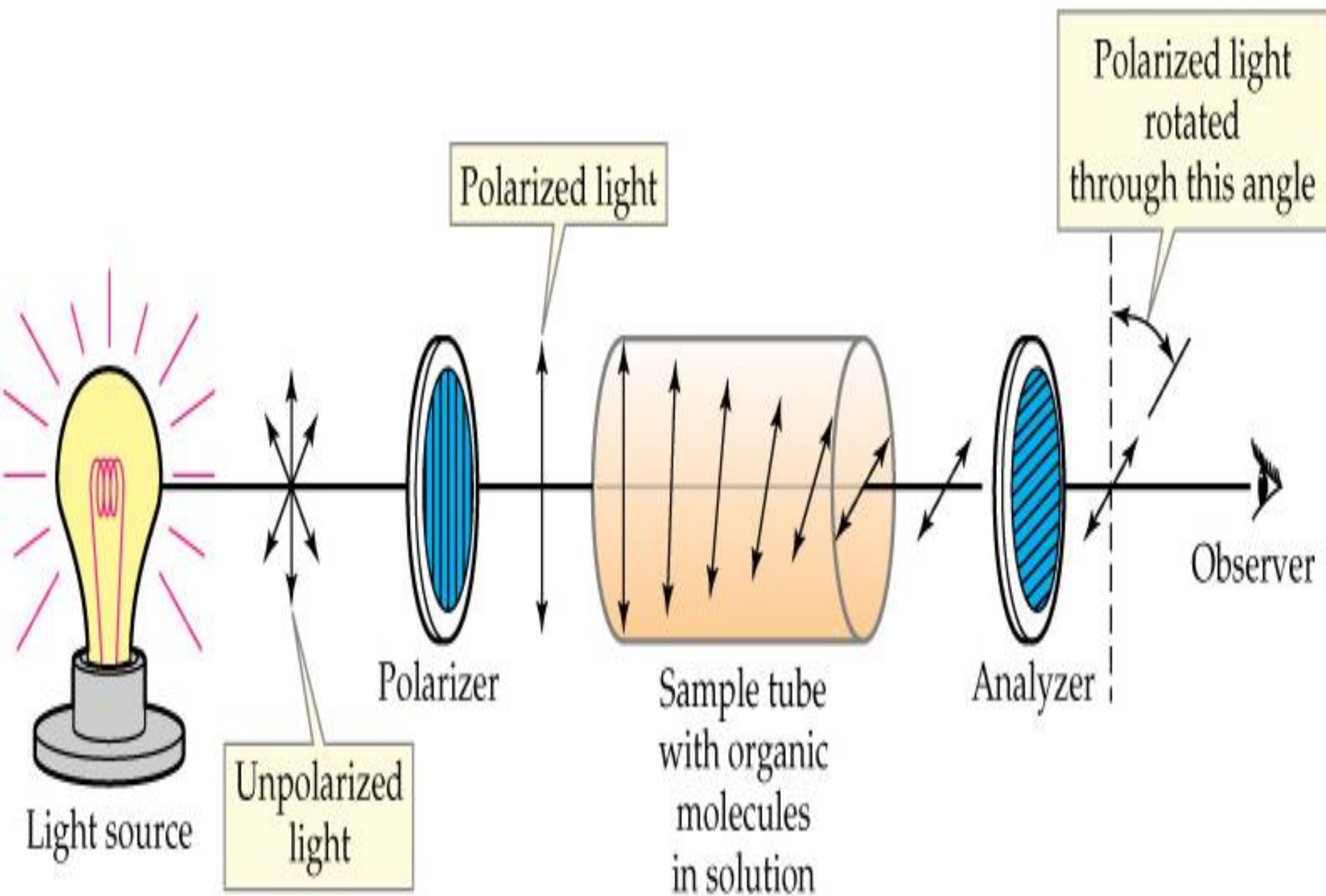


α -D-glucopyranose
OH on C1 point down

Spesifik
rotasyon

Spesifik rotasyon

- Polarize ışıktaki etkilendiklerinden dolayı enantiomere “optik aktif bileşikler” denir.
- Polarize ışık; elektro magnetik bir fenomen olan ışık, bir doğru boyunca yayılırken dairesel olarak her yana titreşimler yapar.
- Işık mineral kristallerinden geçirilince polarizer elektrik alan ile interaksyona girer ve ışık burada sadece bir düzlem içinde kalacak şekilde yayılır. bu ışığa “polarize ışık” denir.
- Polarize ışık, bazı mineral veya aktif maddelerden geçirildiği zaman ışığın titreşim düzlemi değişir
- Oluşan sapma “polarimetre ile seplanır



Transmission of Polarized Light Through an Analyzer

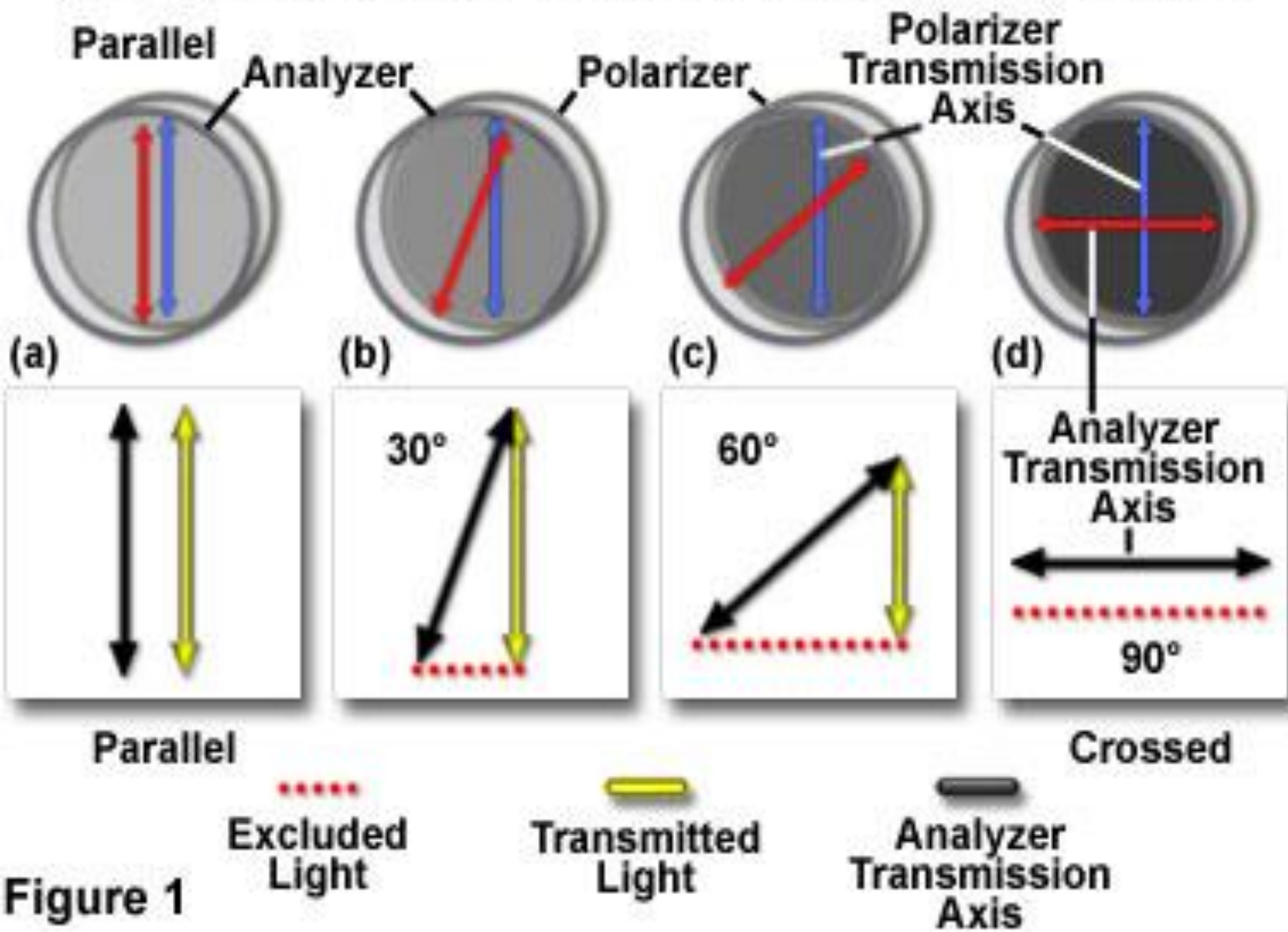
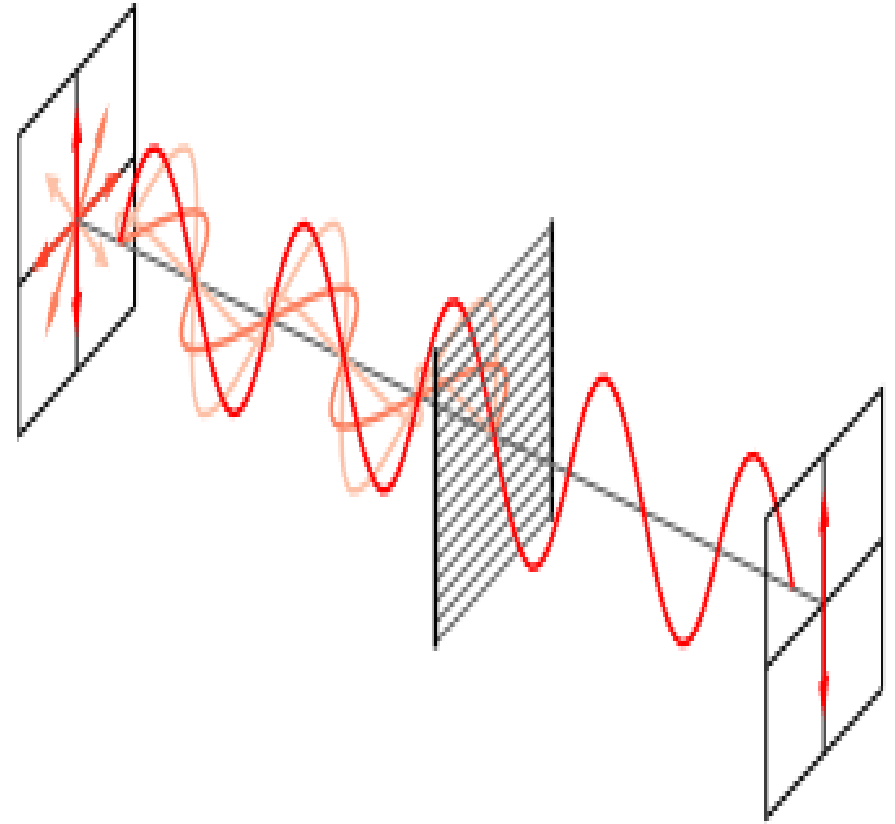


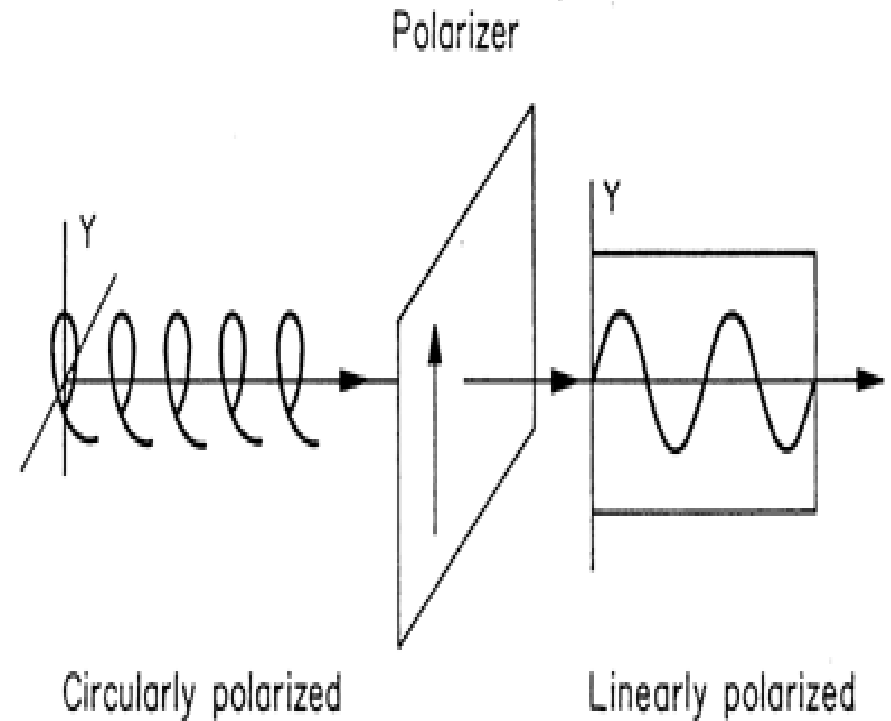
Figure 1

Optikal rotasyonun ölçülmesi

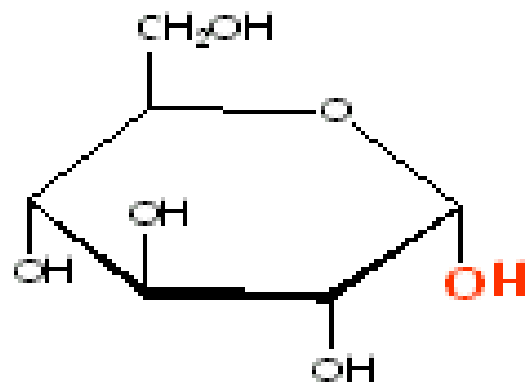
- Eğer polarimetre tüpünde madde yoksa veya inaktif madde varsa polarize ışık düzlemi ile analizör paralel olmalı ve alet 0° yi okuyacaktır.
- Tüpte optik aktif madde varsa ,ışık tüpü geçerken polarizasyon düzlemi döner.



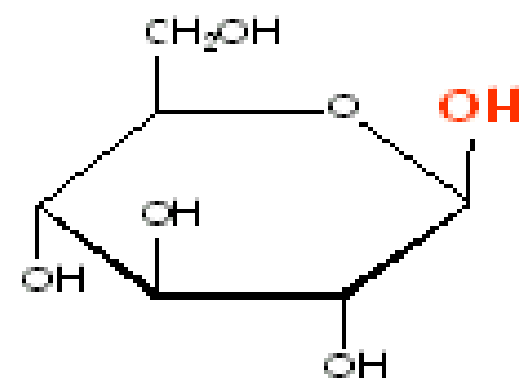
- Optik aktif madde polarize ışığı saat yönünde çeviriyorsa (α = ölçülen çevirme) dekstro çevirme (dekstrorotorator), sola çeviriyorsa levo çevirme (levorotorator) denir. Dekstro çevirme (+), Levo çevirme (-) ile gösterilir.



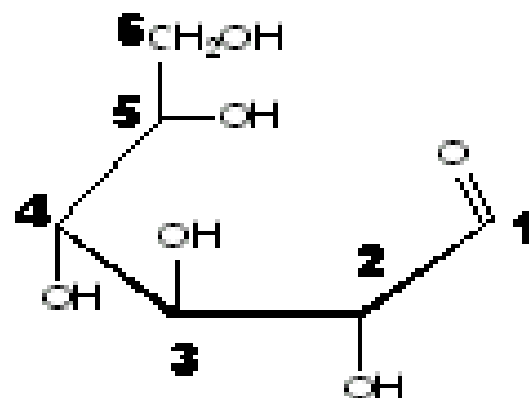
Mutarotation of glucose



α -D-Glucose
(ca. 38 %)



β -D-Glucose
(ca. 62 %)



Dry solid

Her monosakkarite göre özel olan spesifik çevirme açısının hesaplanması

- $[\alpha]_d = \alpha / l \cdot c$
- $[\alpha]$ = spesifik çevirme açısı
- d = monokromatik ışığın dalga boyu
- l = çözeltiyi içeren tüpün desimetre olarak uzunluğu
- c = çözeltinin g/ml cinsinden konsantrasyonu

- $C = \alpha / l \cdot [\alpha]_{td}$

- Eğer optik aktif maddenin $[\alpha]_{td}$ ve α değerleri biliniyorsa incelenen maddenin konsantrasyonu hesaplanabilir.

Bazı karbonhidratların çevirme açıları

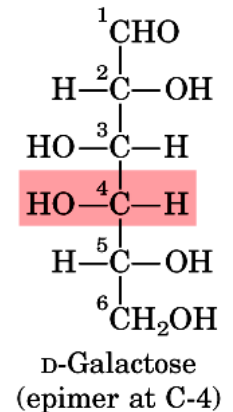
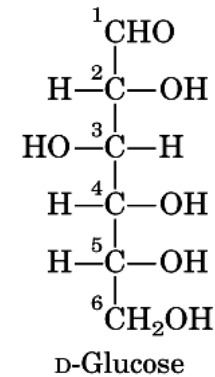
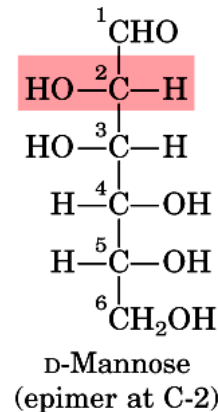
Şekerler	Spesifik çevirme açıları
D- Glikoz	+52,7°
D- Fruktoz	-92,4°
Sakkaroz	+66,5°
Laktoz	+55,4°
Maltoz	+130,4°

Rasemik karışım,diastereoizomer

- Eşit oranda ekimolar (EM) D ve L izomerleri karıştırılıp optik aktivite incelenirse sıfır (0°) optikal aktivite sağlanacaktır.
- Çünkü eşit oranda sağa ve sola çeviren molekül ortamdadır.
- Böyle karışımlara “rasemik karışım” veya “rasemat” denir.

Epimer

- Sadece bir karbon atomunun konfigürasyonu değişik olan iki diastero izomerden her biri “epimer”dir.
- Yani sadece bir C atomları farklıdır.
- Glikoz ile mannoz birbirinin epimeridir,çünkü sadece 2 numaralı karbon atomlarının konfigürasyonları farklıdır.
- Glikoz ile galaktoz birbirinin 4 numaralı epimeridir.



Monosakkaritlerin Halka Yapıları ve Mutarotasyon

Monosakkaritlerin Halka Yapıları ve Mutarotasyon

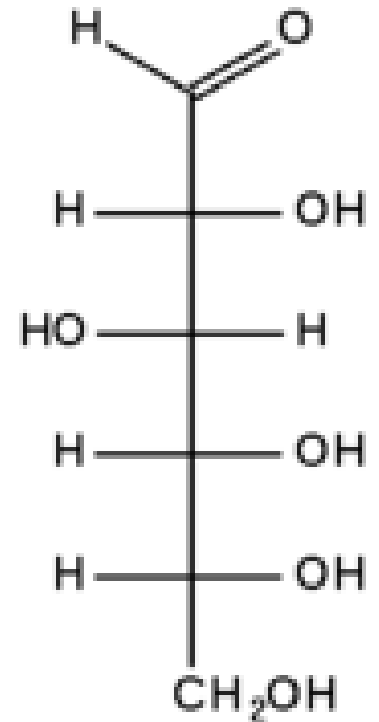
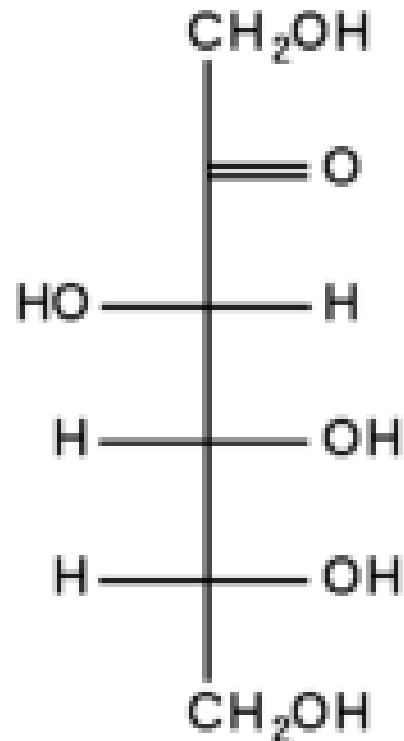
- Basit D(+)Glucose, 146°C erime noktasına sahiptir.
- Fakat D(+)Glucose, sulu solusyonda 98°C üzerinde buharlaştırarak kristalize 150°C erime noktasına sahip ikinci bir tip D(+)Glucose elde edilmiştir.
- Her iki tipin optik rotasyonu ölçülünce oldukça farklı değerler saptanmıştır.
- Fakat her iki tip, sulu bir ortamda bırakılınca rotasyon derecelerinin değiştiği görülmüştür.

- Her iki formun optik rotasyonu sabit ve aynı oluncaya kadar değişmiş, biri yükselirken diğeri azalmıştır.
- Basit D(+)-Glikozun (E.N. Glikoz, 146°C) başlangıçta ölçülen spesifik rotasyonu +112,2 iken, bu solusyon içinde +52,7°C ye düşmüştür.
- D(+)-Glikozun (E.N. 150°C) diğ. solusyonu ise başlangıçta +18,7° lik bir rotasyona sahip iken, beklemekle yükselmiş ve +52,7° lik rotasyon son değer olmuştur.
- Bu rotasyon değişikliğine “***mutarotasyon***” denir.

Monosakkaritlerin yapısal formülleri

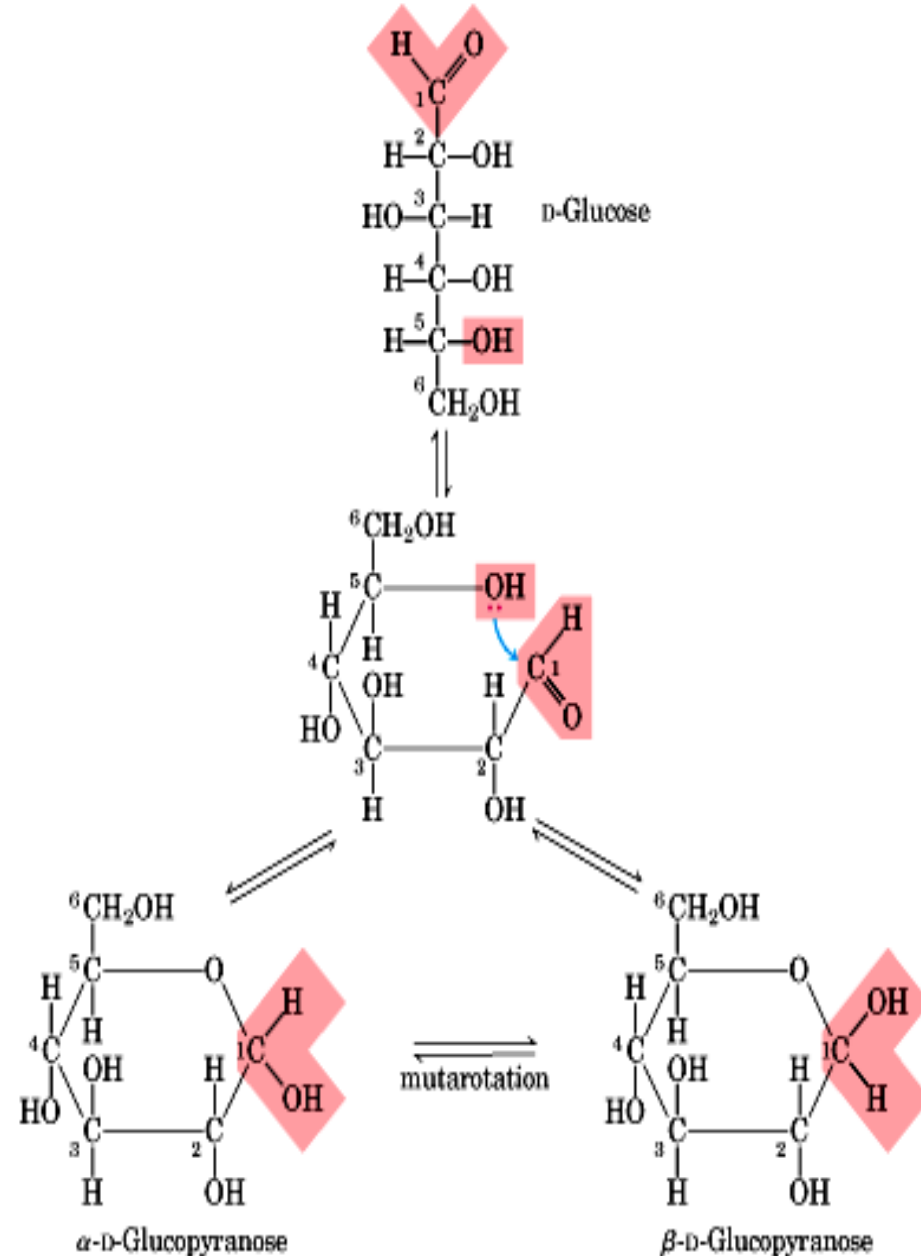
a) Fischer formülü:

Fischer
projeksiyonu
denen ve bugün
hala kullanılan
açık zincir (kros)
formülüdür.

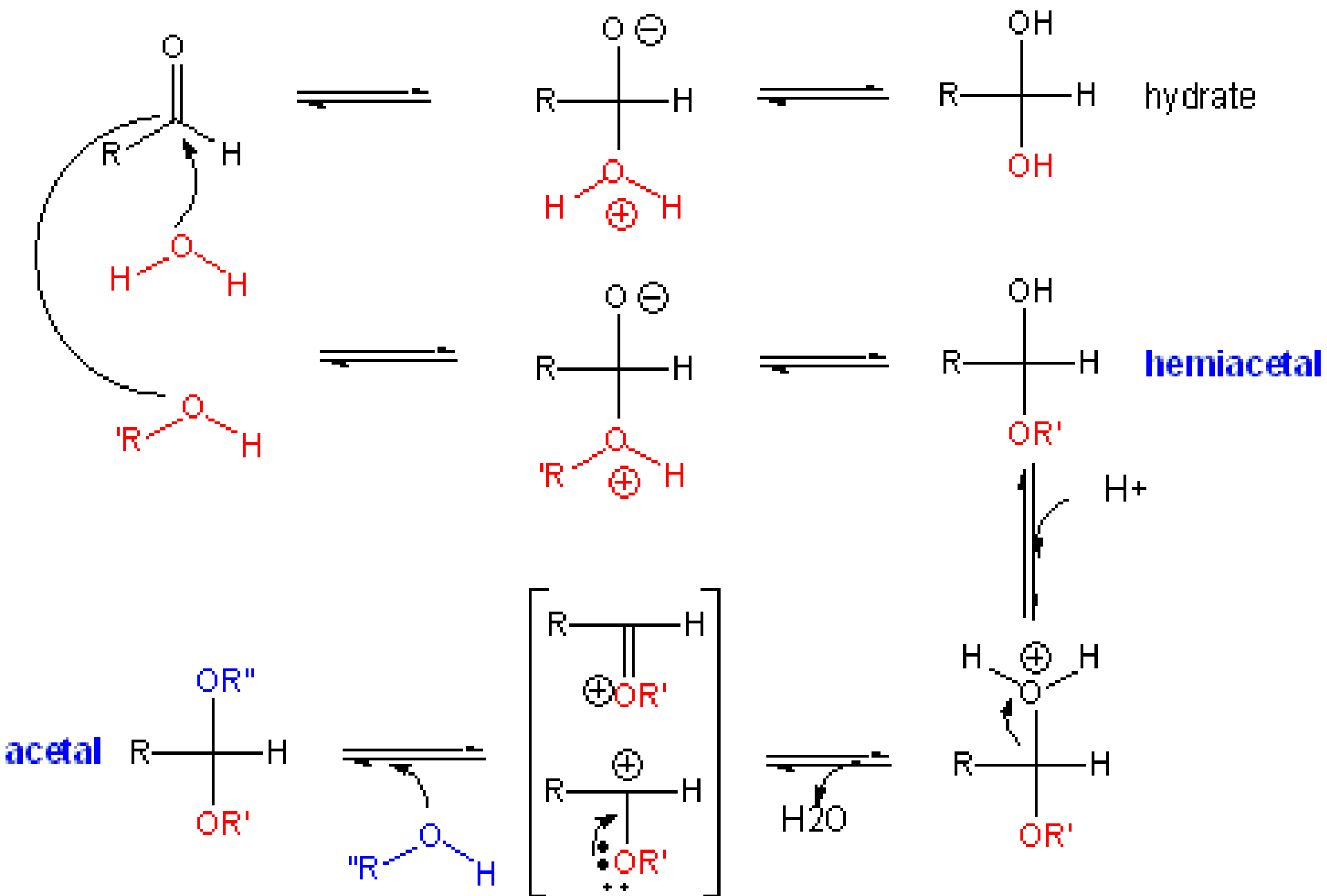


b) Hemiasetal yapı

- Hekzoz ve pentozların esas yapılarının siklik halka halinde olduğu ileri sürülmüş ve monosakkaritlerin siklik hemiasetal yapıya sahip olduğu ispatlanmıştır.
- Aldehit bir molekül su ile muamele edilirse **aldehit hidrat** oluşur. Buna bir mol alkol ilave edilirse **hemiasetal yapı**, bir mol alkol daha verilirse **aldehit asetal** oluşur.
- Ketonlar için ise işlem sırasıyla **ketonhidrat**, hemi ketal ve **keton ketal** oluşur.



ALDEHYDES, HEMIACETALS, AND ACETALS

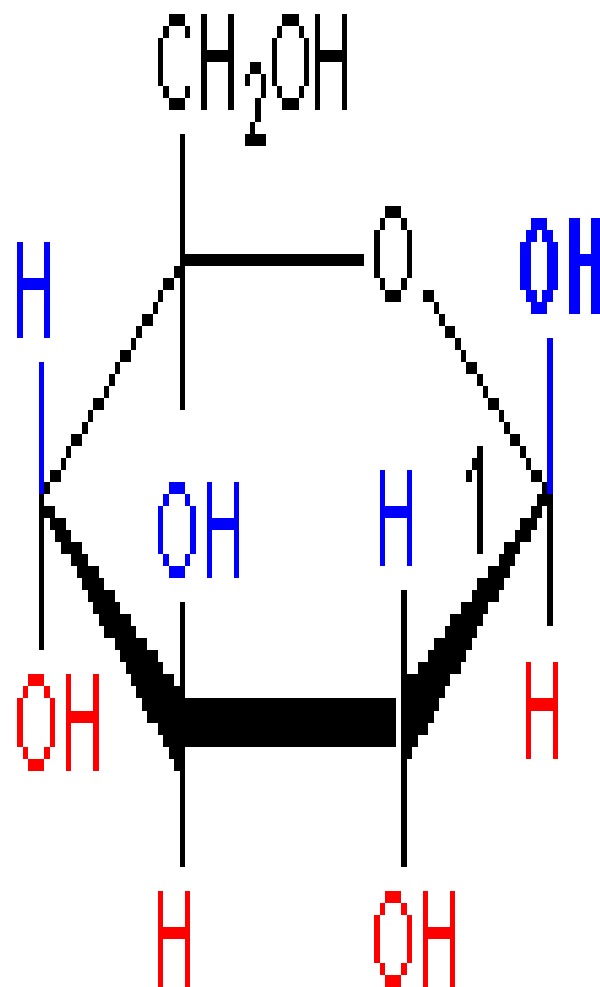


Anomerik karbon atomu

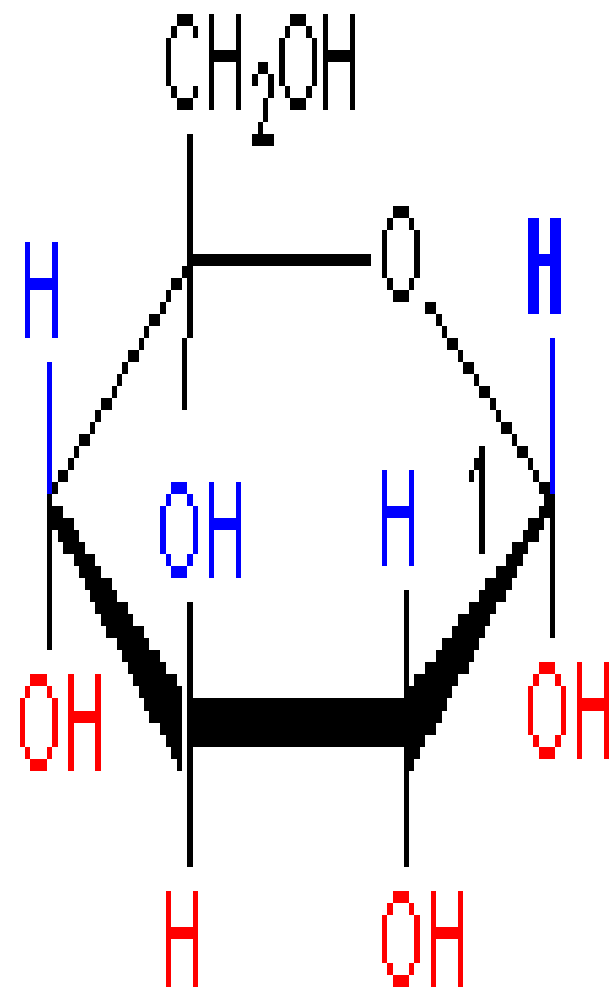
- α -glikozun aldehit grubu ile 5 nolu karbondaki OH arasında intramoleküler bir reaksiyonla bir bağlantı kurulur.
- Sadece 1 nolu C' da farklılık olan iki tane siklik diastomer oluşur.
- Bunlara karbonhidrat kimyasında “anomer” adı verilir. 1 nolu karbon atomuna da “anomerik karbon” denir.

Anomerik karbonda OH halkanın içinde ise yani sağda ise “ α anomeri”, eğer halkanın dışında ise yani solda ise “ β anomeri” oluşur.

anomers



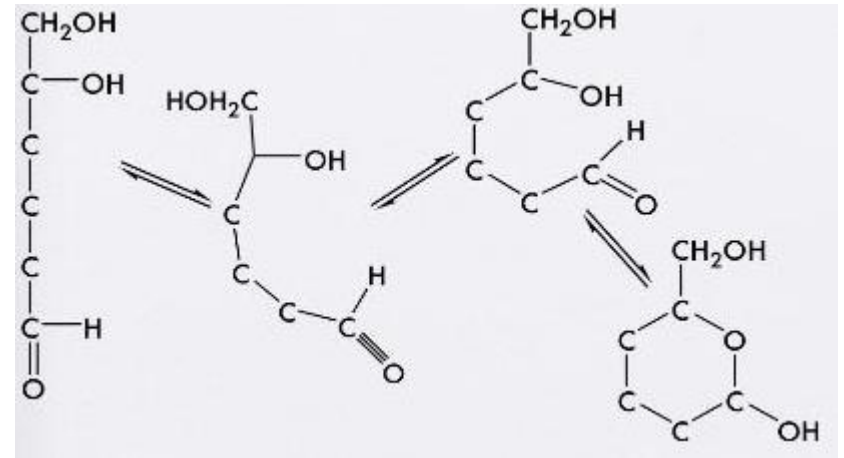
β -D-glucopyranose
OH on C1 point up



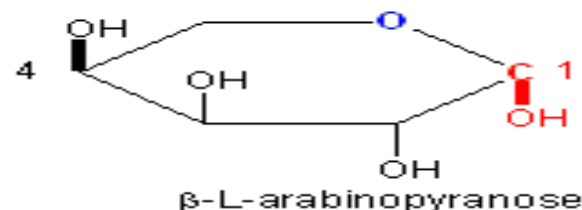
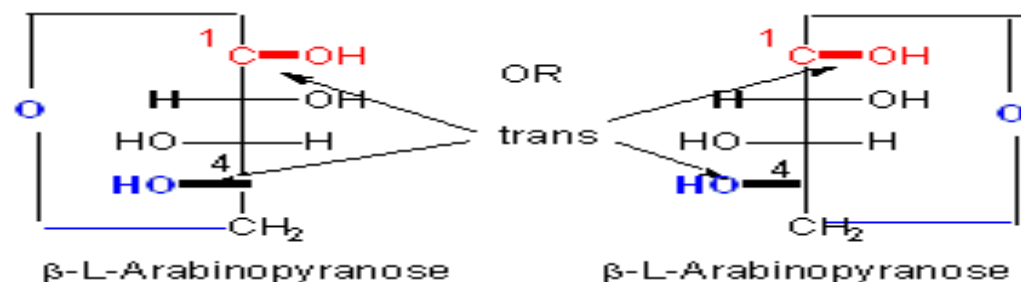
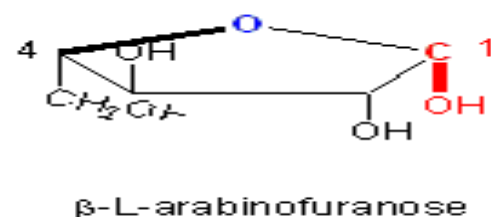
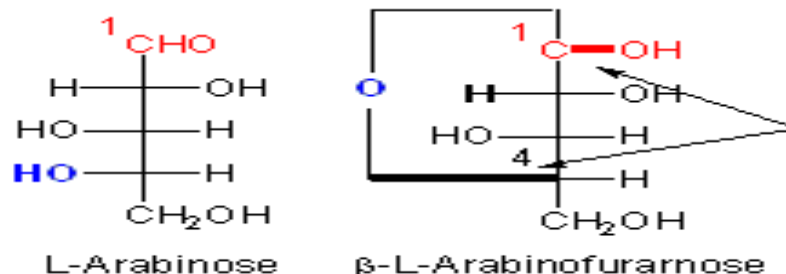
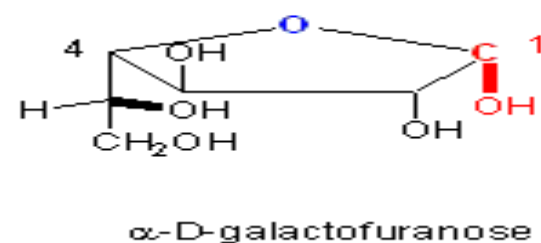
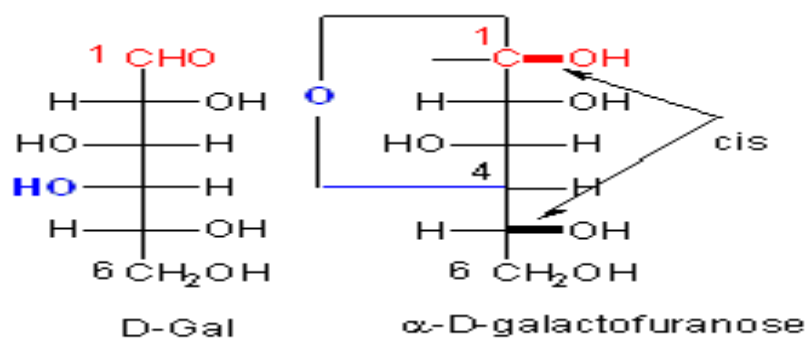
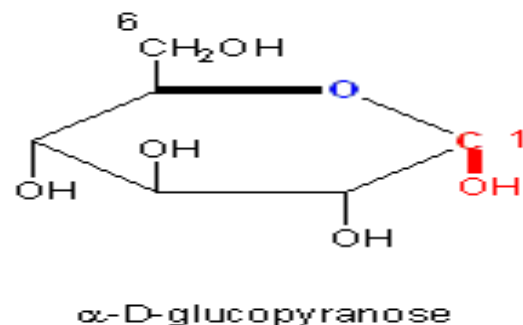
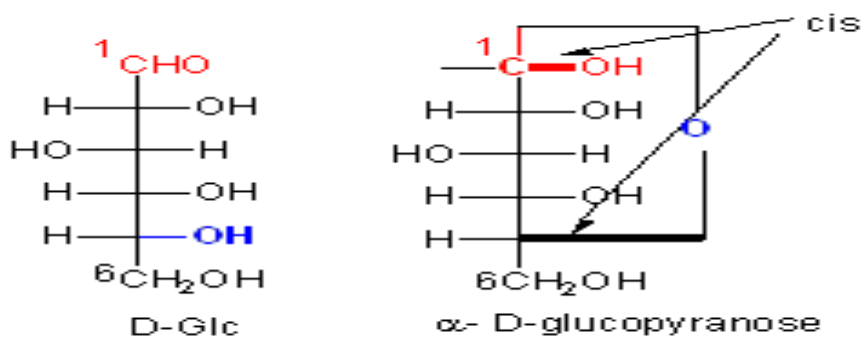
α -D-glucopyranose
OH on C1 point down

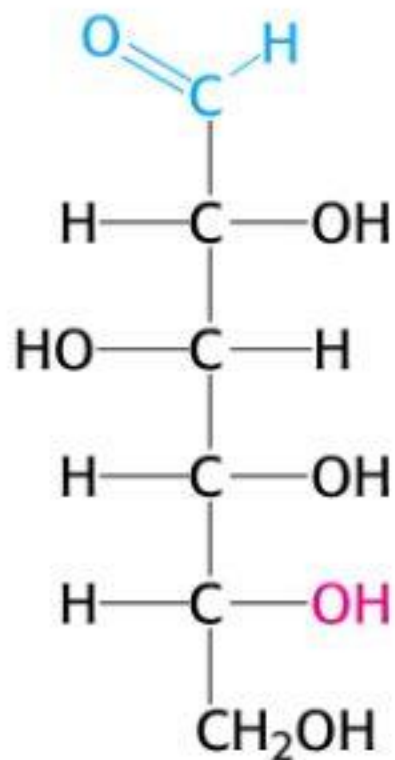
Haworth formülü

- D-glikozun hemiasetal yapısının ve iki anomerinin varlığını 6 üyeli bir halka ile gösteren İngiliz kimyacı W.N. Haworth' dur.
- D-Glikozda, C aldehit hidratı ile 5 nolu C'a ait –OH grubu arasındaki reaksiyon hemiasetal yapı oluşturur ve 5 karbon-1 oksijenden kurulu halka yapısı oluşur.
- Bu yapı organik kimyada pirana benzediğinden, böyle şekerlere “piranoz adı verilir.
- İntramoleküler değişim sonucu 4 karbon-1 oksijenden kurulu siklik yapı oluşursa böyle şekerlere de “furanoz denir.

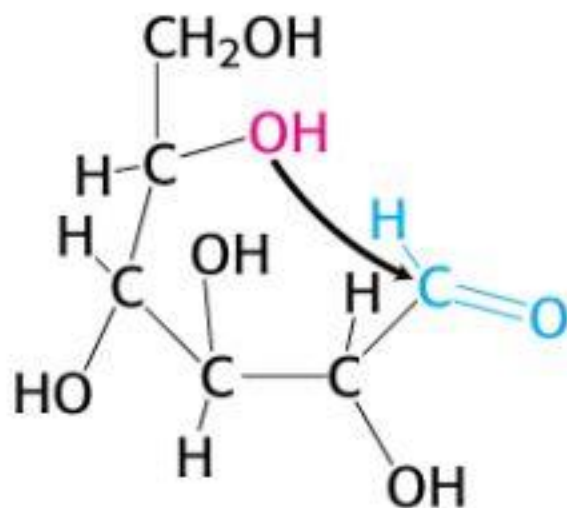


ALPHA OR BETA: RELATIONSHIP BETWEEN ANOMERIC OH AND OH ON LAST CHIRAL C

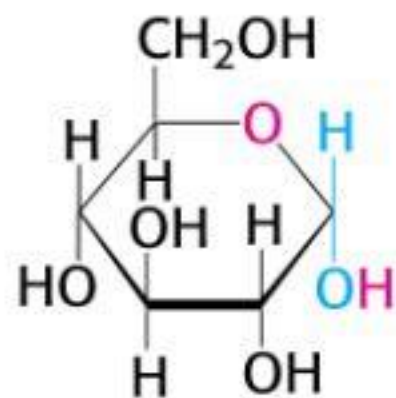




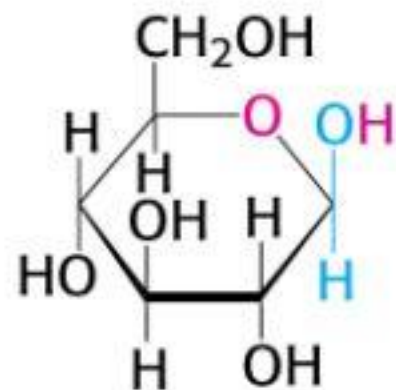
=



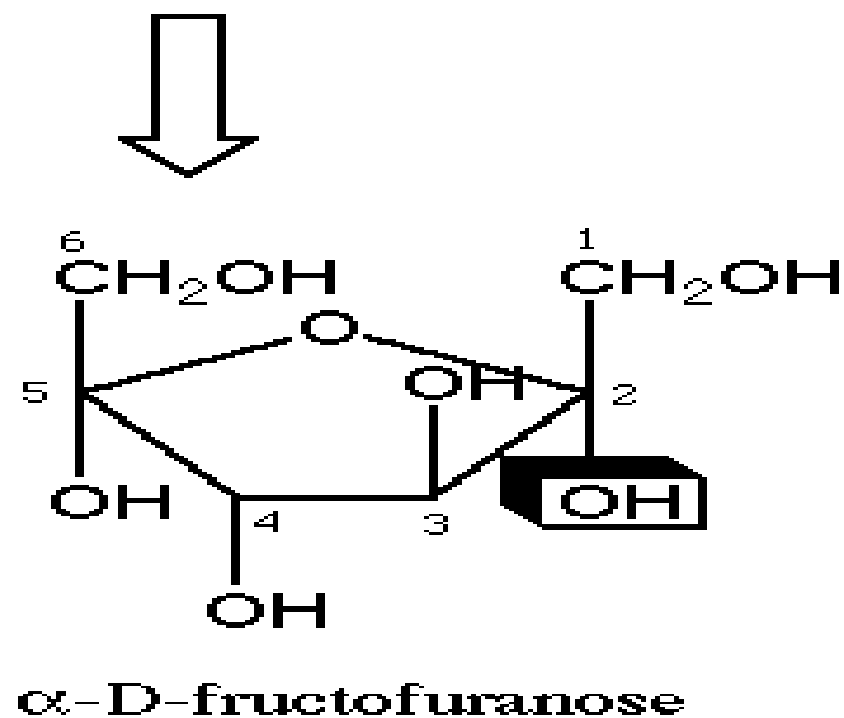
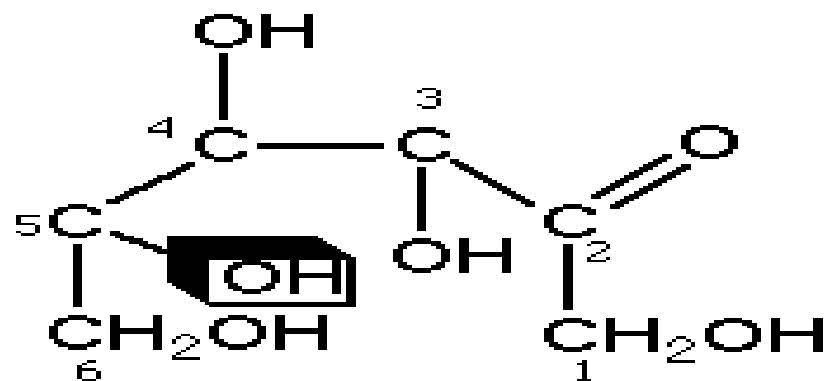
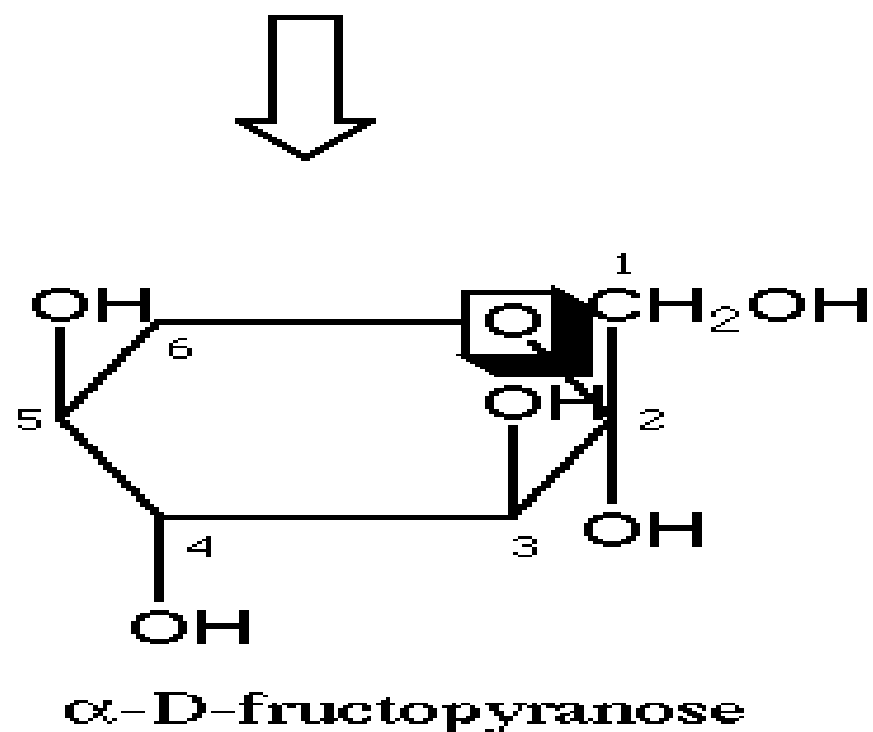
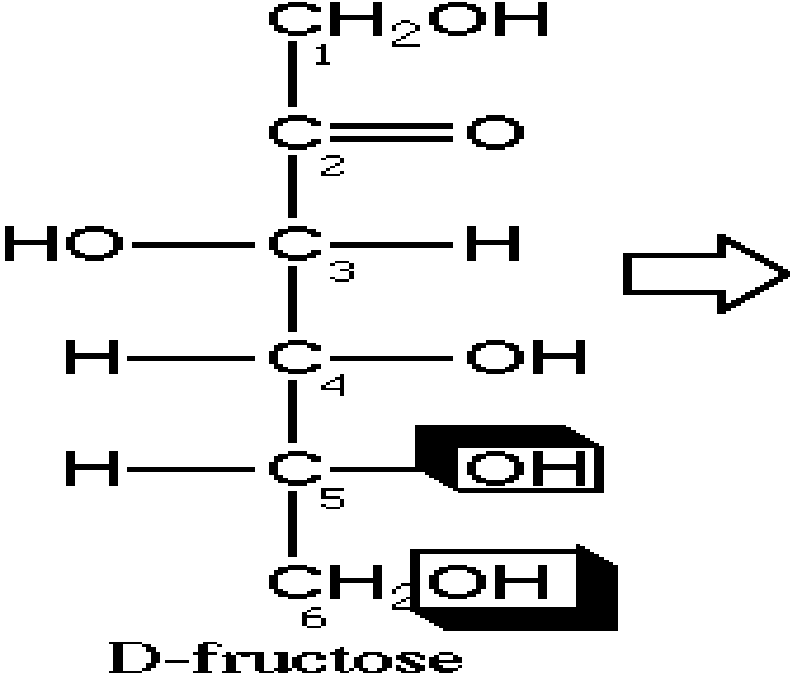
D-Glucose
(open-chain form)

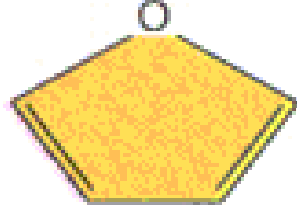


α-D-Glucopyranose

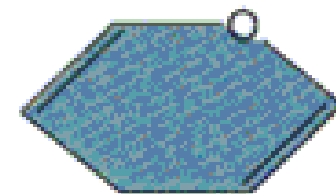


β-D-Glucopyranose

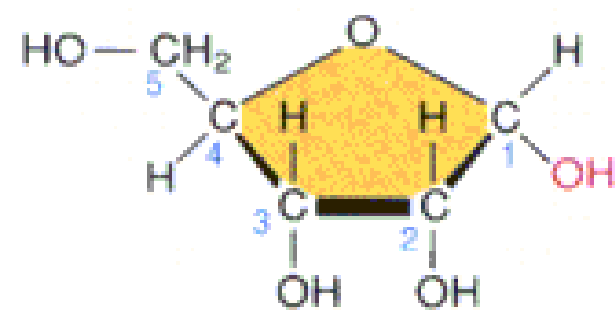




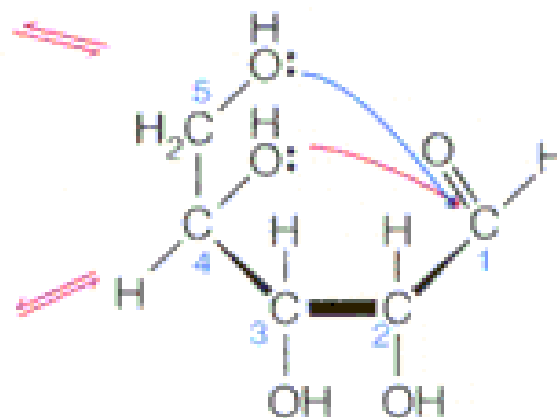
Furan



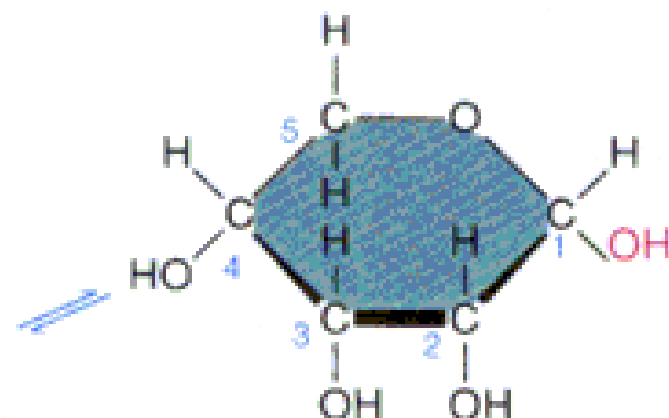
Pyran



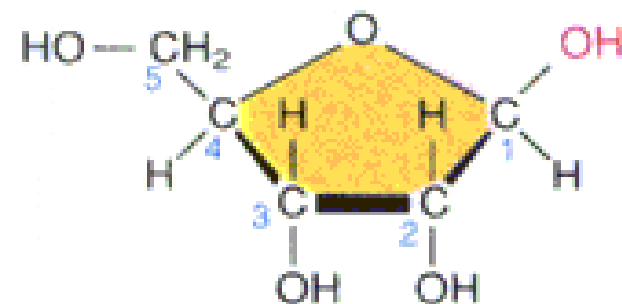
α -D-Ribofuranose



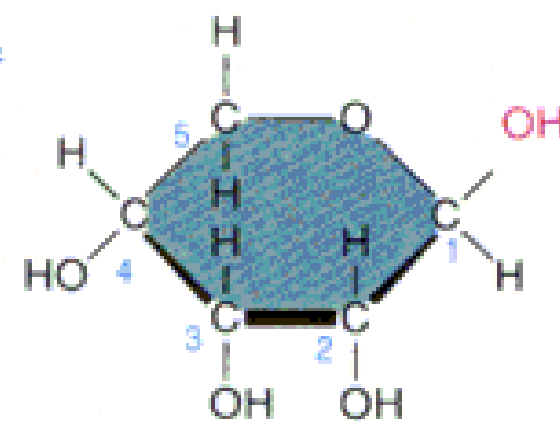
D-Ribose



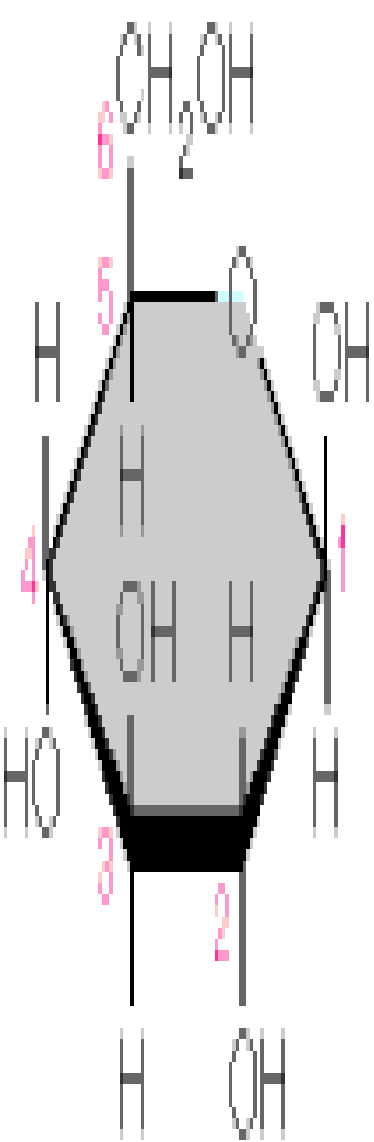
α -D-Ribopyranose



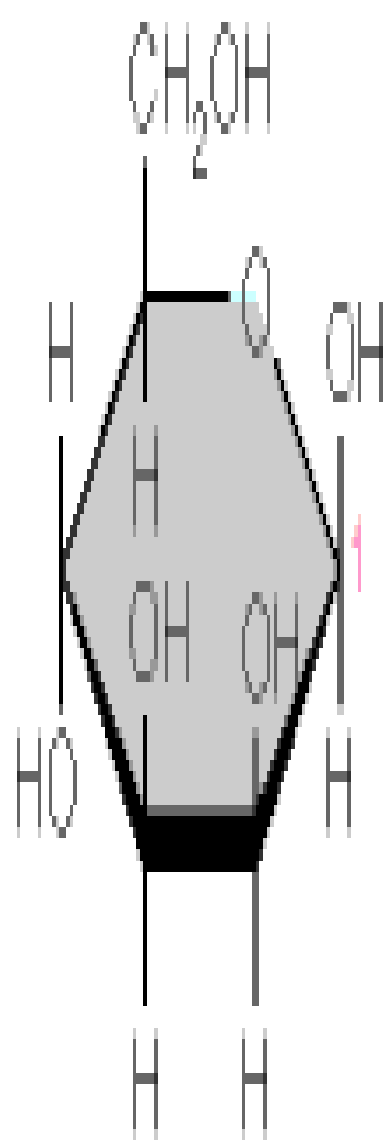
β -D-Ribofuranose



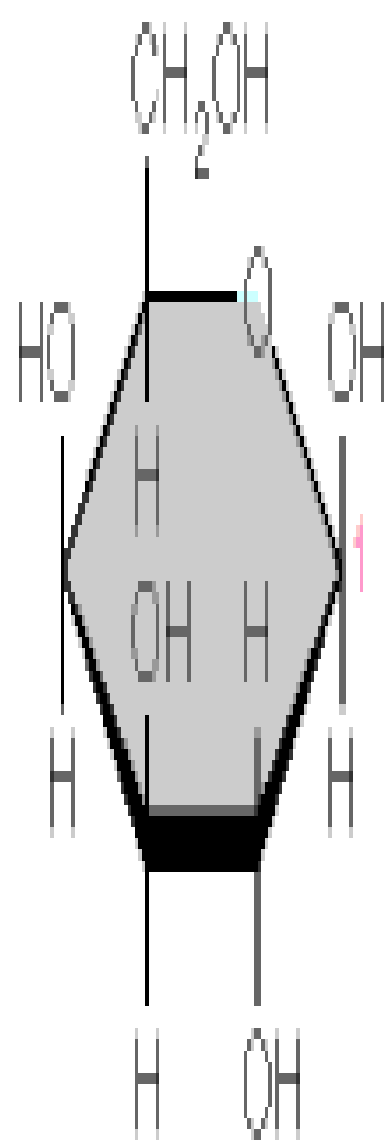
β -D-Ribopyranose



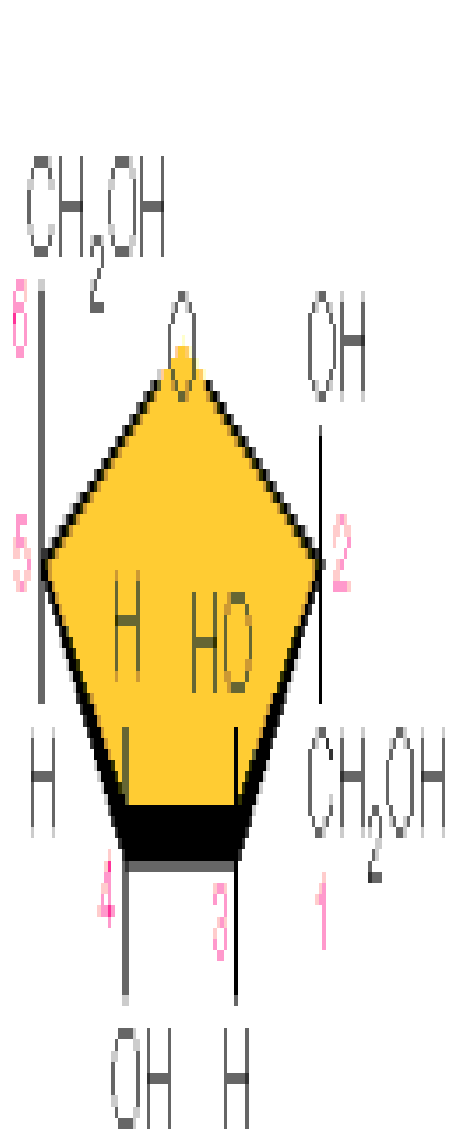
β -D-Glucopyranose



β -D-Mannopyranose



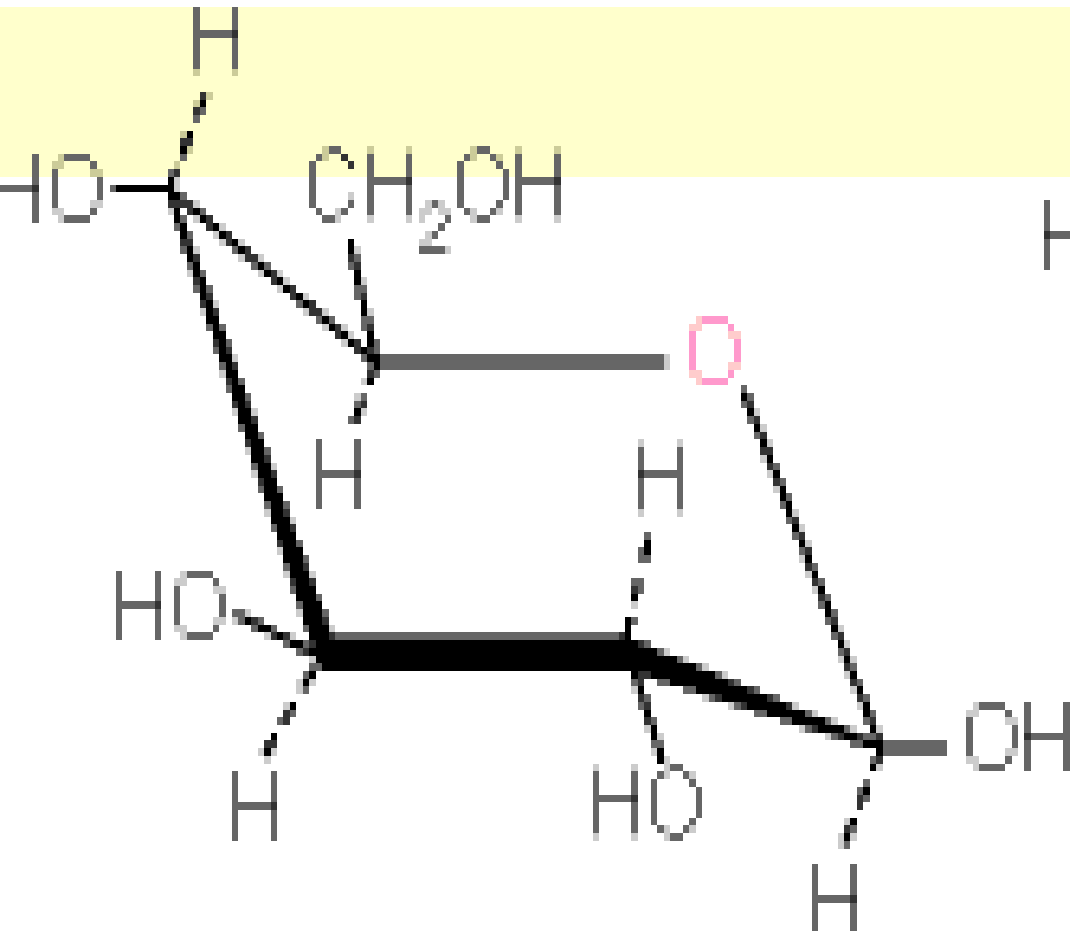
β -D-Galactopyranose



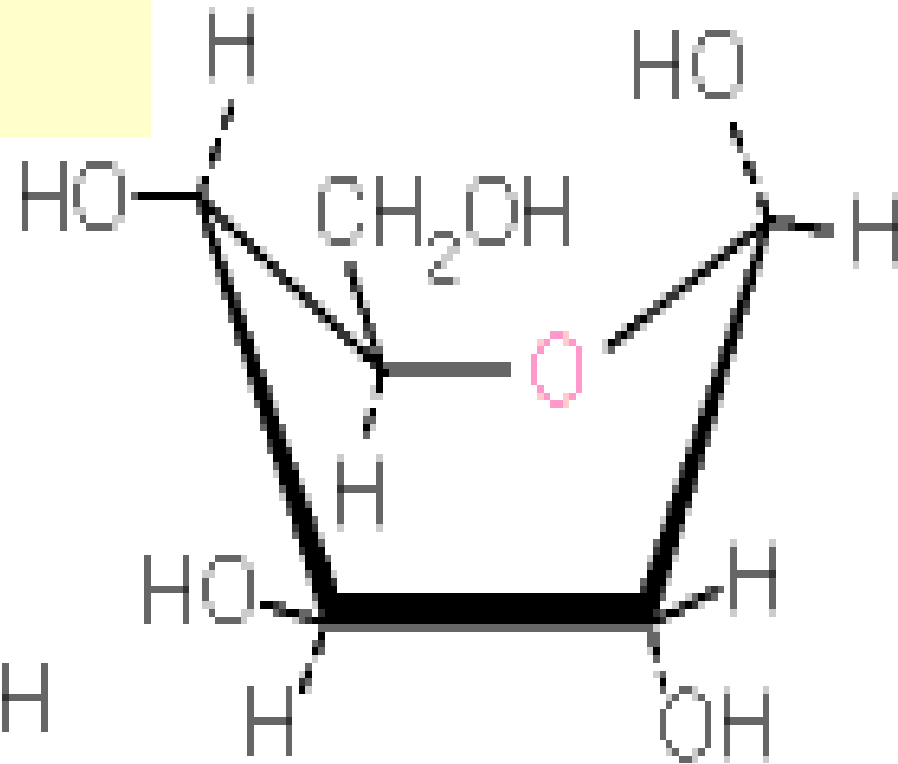
β -D-Fructofuranose

- Sandalye-kayık modeli

Sandalye kayık modeli



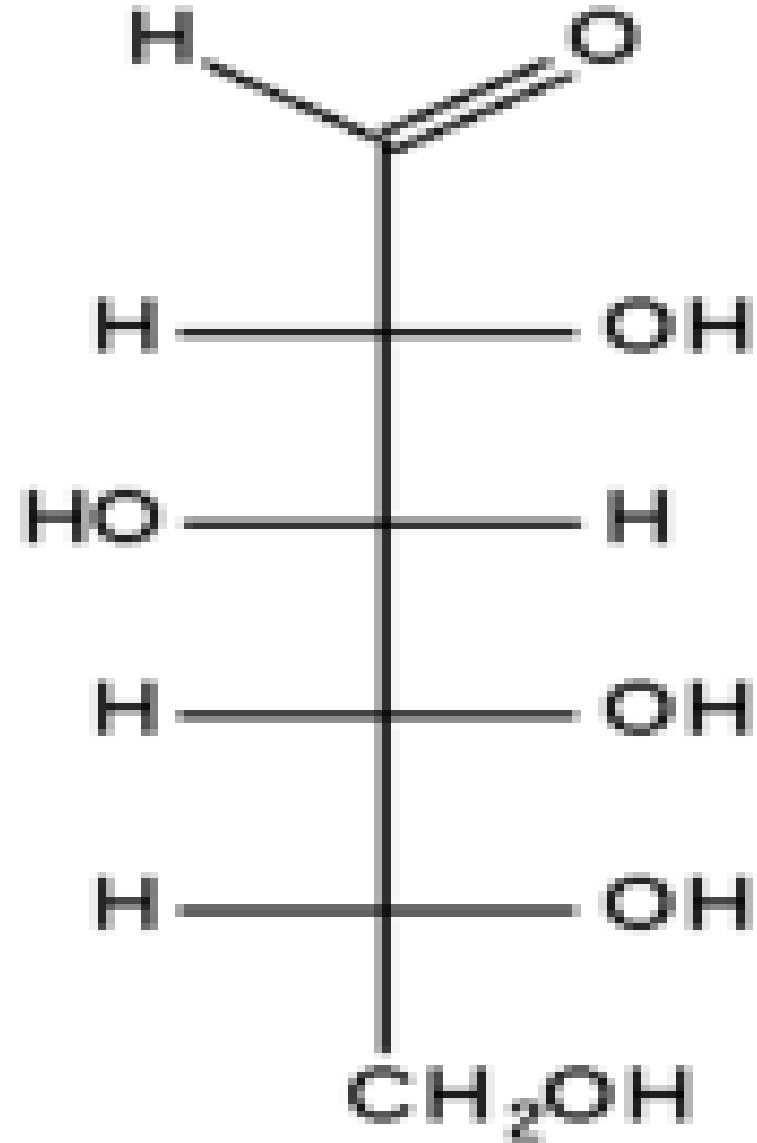
β -D-Glucopyranose
chair form



β -D-Glucopyranose
boat form

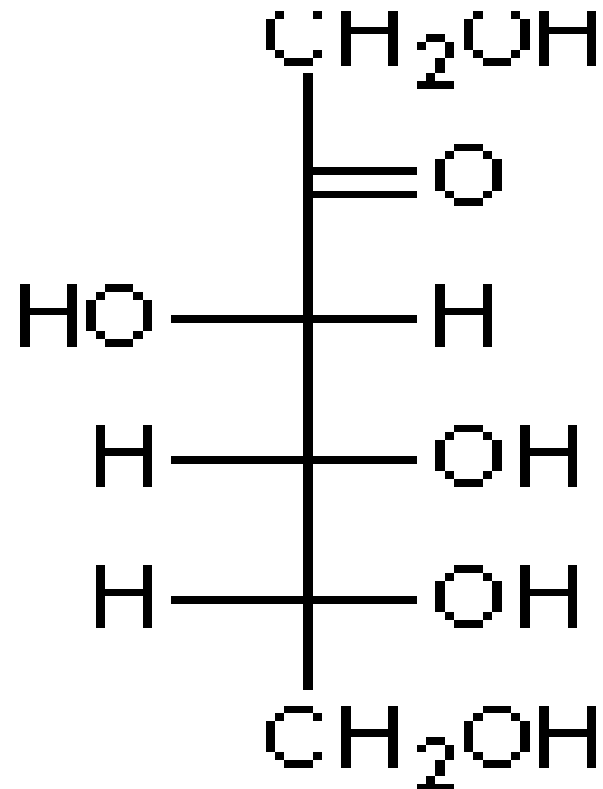
Fizyolojik öneme sahip bazı hekzozlar

- GLİKOZ:
- Üzüm şekeri de denir.
- Kanda taşınan şeker olup, dokular tarafından kullanılır
- Maltoz ve laktoz gibi sakkaritlerin hidroliziyle de elde edilir.
- Meyve suları, nişasta, kamış şekerinde bulunur.



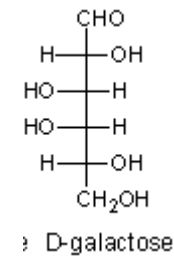
fruktoz

- Fruktoz
- Keto şekerdir.
- Spermada ve balda oldukça çok bulunur.
- Karaciğerde glikoza değişebilir ve böyle kullanılır.



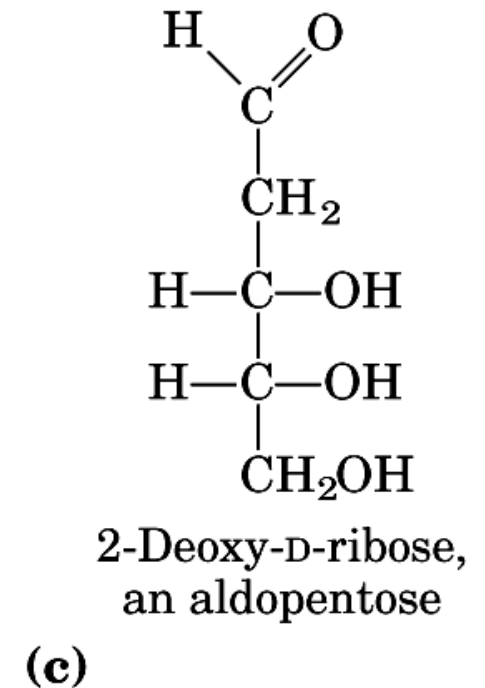
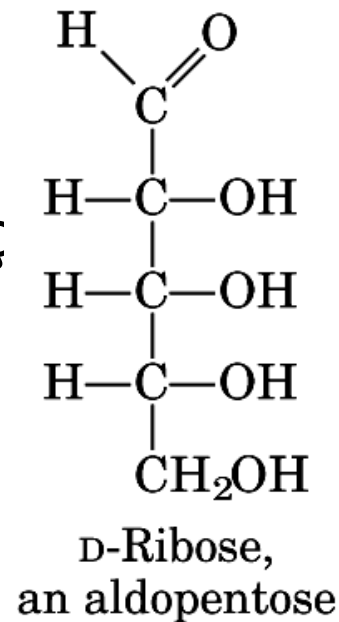
D-fructose

- Galaktoz:
- Laktozun hidrolizinden elde edilir.
- Karaciğerde glikoza değişip metabolize edilebilir.
- Glikolipitler ve glikoproteinlerin yapıtaşıdır.

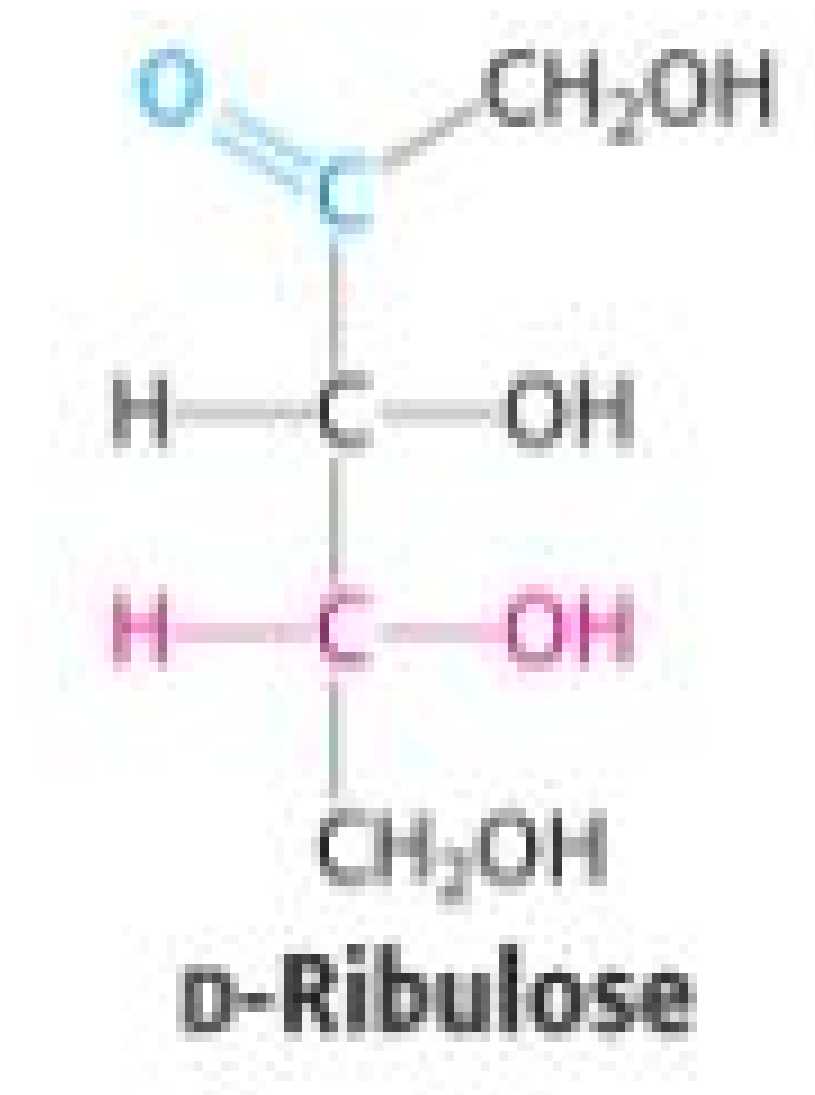


Fizyolojik öneme sahip bazı pentozlar

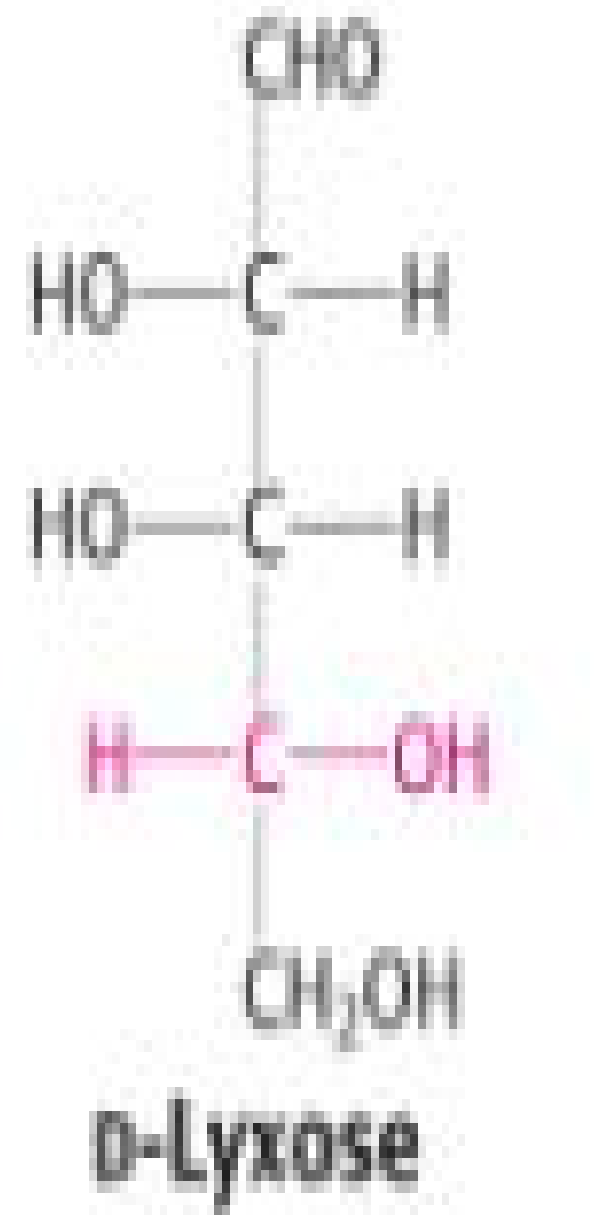
- Riboz
- Nükleik asitlerde β şeklinde bulunur
- Nükleik asit ve koenzimlerin ζ elemanıdır
- Örn: ATP, NAD, NADP, Flavoproteinler
- Riboz fosfat, pentoz fosfat yolunda bir ara maddedir.



- D-Ribuloz
- Metabolik olaylarda oluşur
- Ribuloz fosfat, pentoz fosfat yolunda ara geçittir.



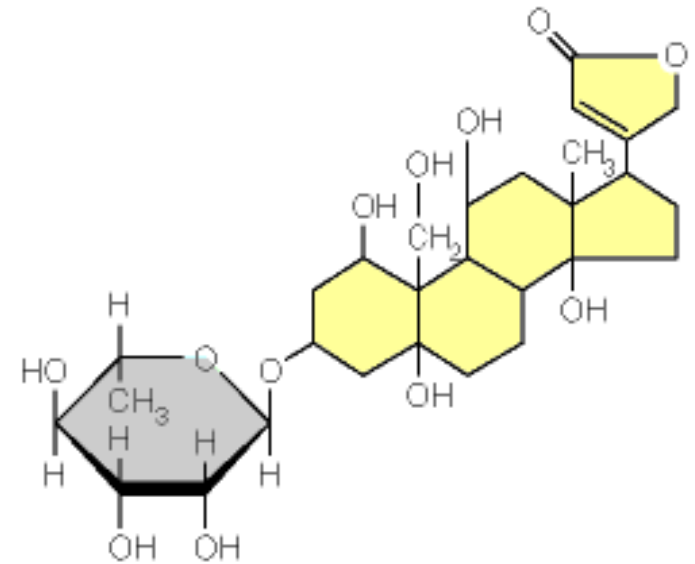
- D-Liksoz:
- Kalp kasında bulunur
- İnsan kalp kasından izole edilen liksoflavinin yapı taşıdır.



Glikozidik
Bağ

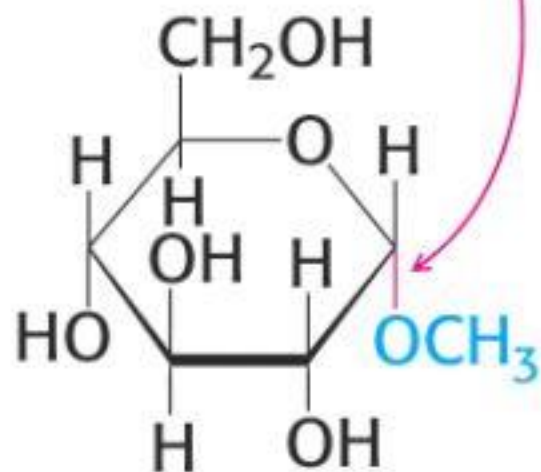


- Bir monosakkarit veya monosakkarit kalıntının anomerik karbonunun hidroksil grubu ile bir başka monosakkarit olan veya olmayan ikinci bir bileşik arasında kondensasyon olması ile ortaya çıkar.
- Aglikan: glikozitin monosakkarit olmayan kısmına denir.
- Aglikan ; metanol, gliserol, sterol, fenol olabilir.

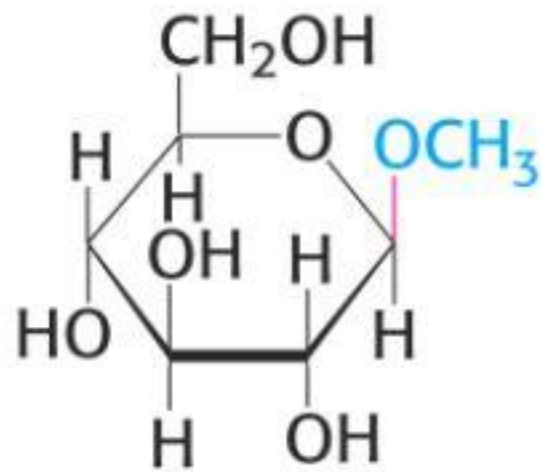


Ouabain

O-Glycosidic bond

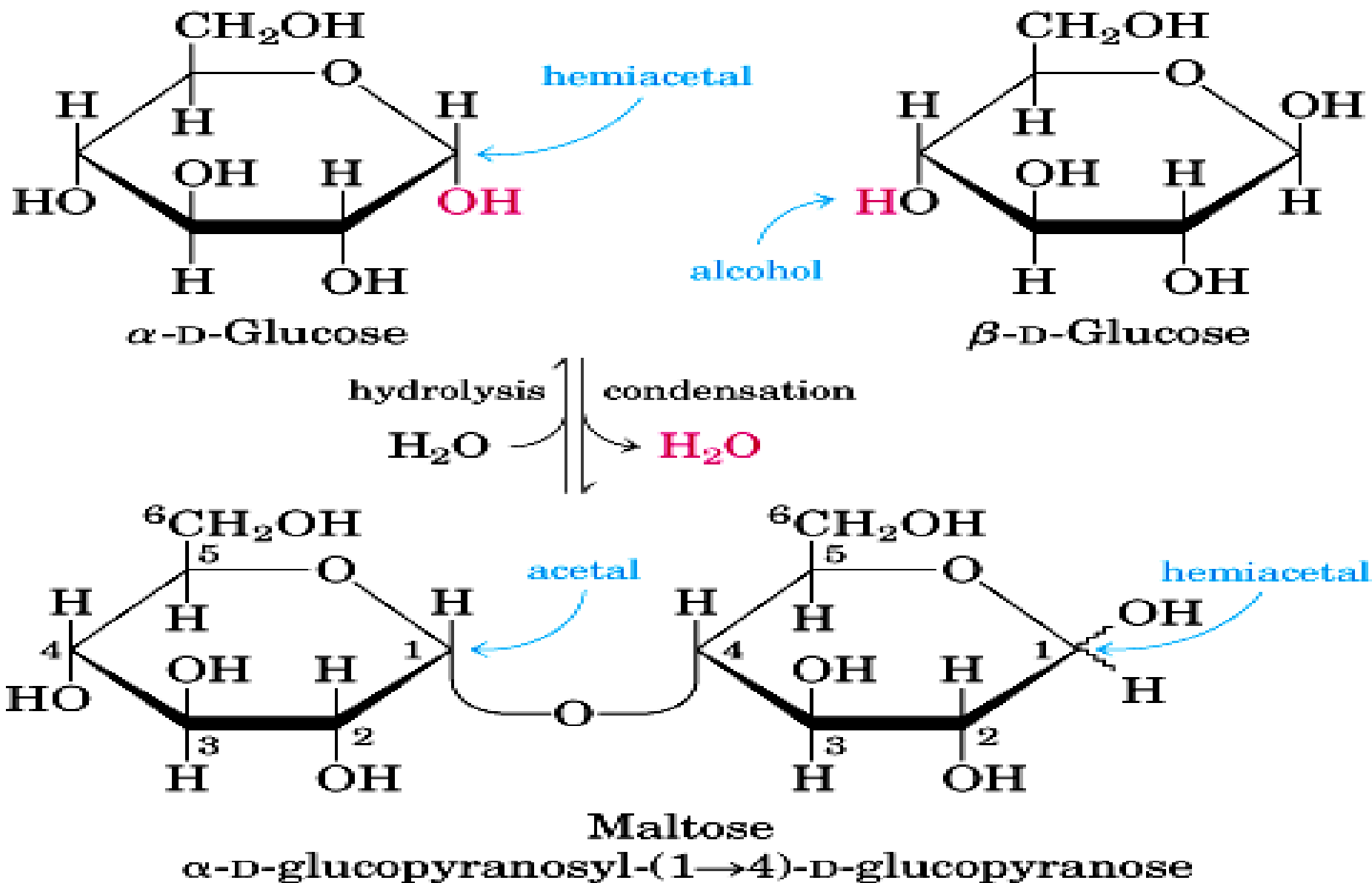


Methyl α -D-glucopyranoside



Methyl β -D-glucopyranoside

Glikozidik bağa örnek:



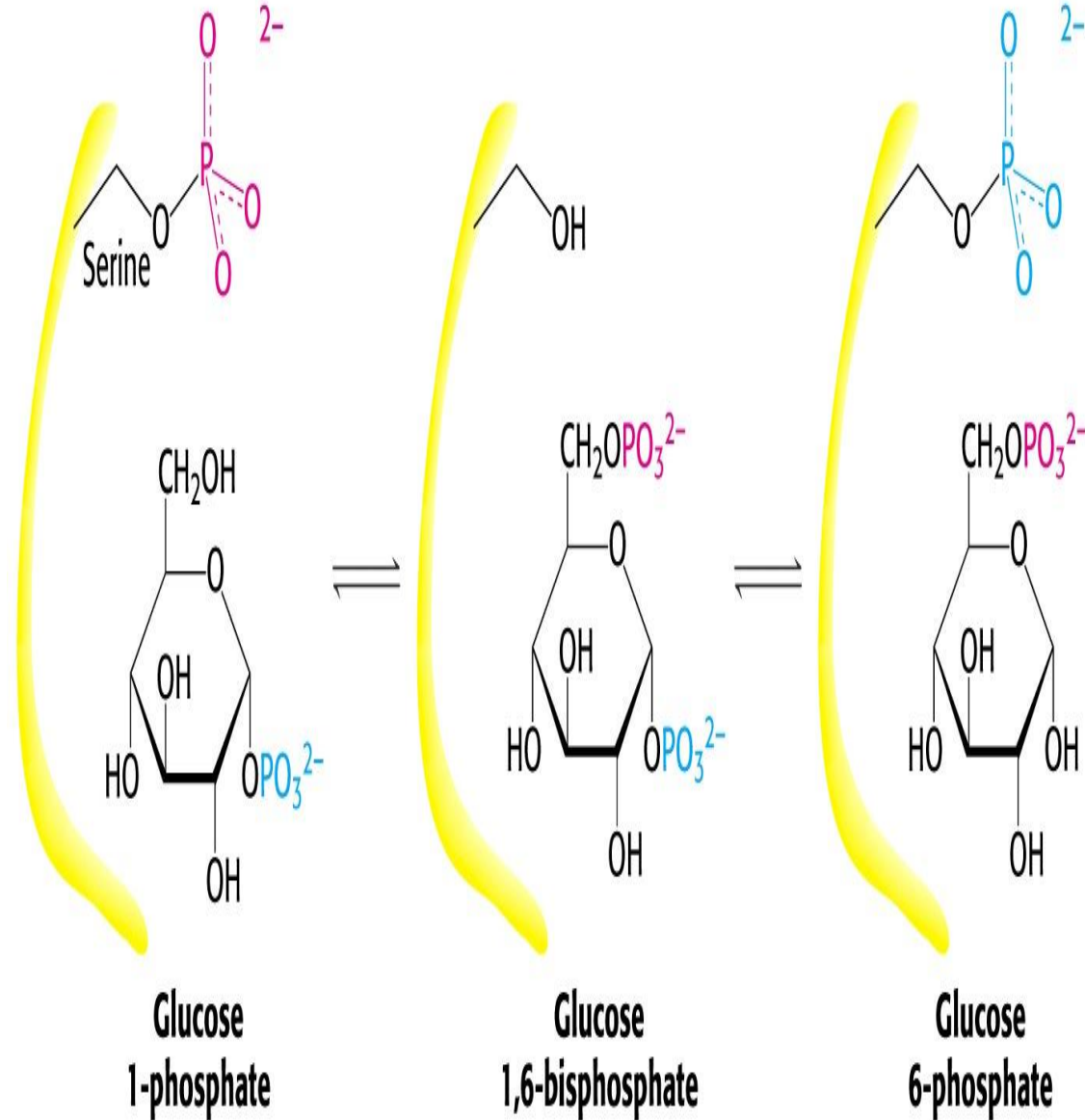
Türev

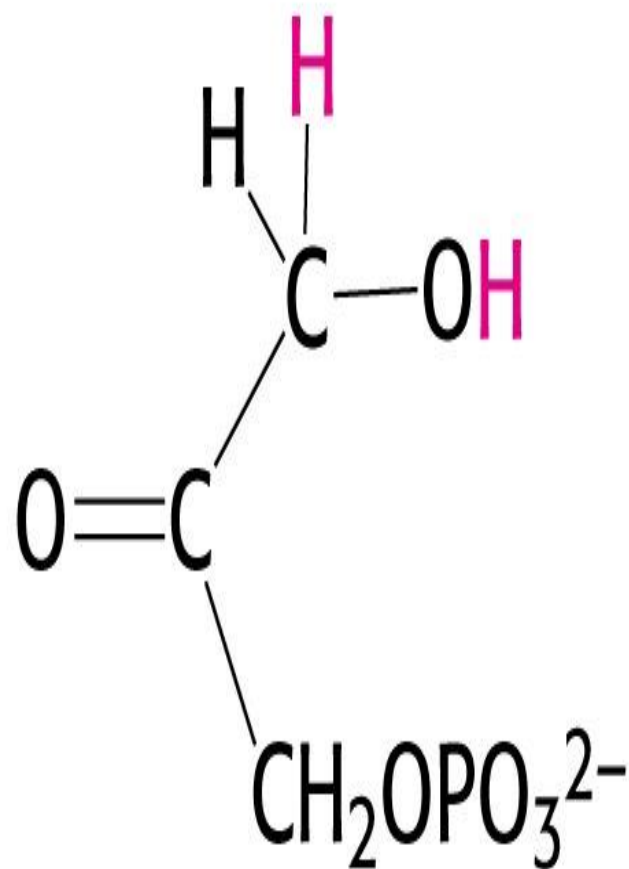
Monosakkaritler

<i>Monosakkaritlerin önemli türevleri</i>	<i>Örnek</i>
Şeker fosfatları	α-D-Glukoz-6-fosfat
Monosakkaritlerin redüksiyon ürünleri	Glusitol, sorbitol, mannitol, inositol
Monosakkaritlerin oksidasyon ürünleri	Glukonik asit, sakkarik asit, glikuronik asit
Amino Şekerler	D-glikoz amin, D-galaktozamin
Amino Şeker Asitleri	N-Asetil-Mumarik asit, N-asetil nörominik asit
Deoksi şekerler	2-deoksi riboz, L-fukoz, L-Ramnoz

Şeker fosfatları

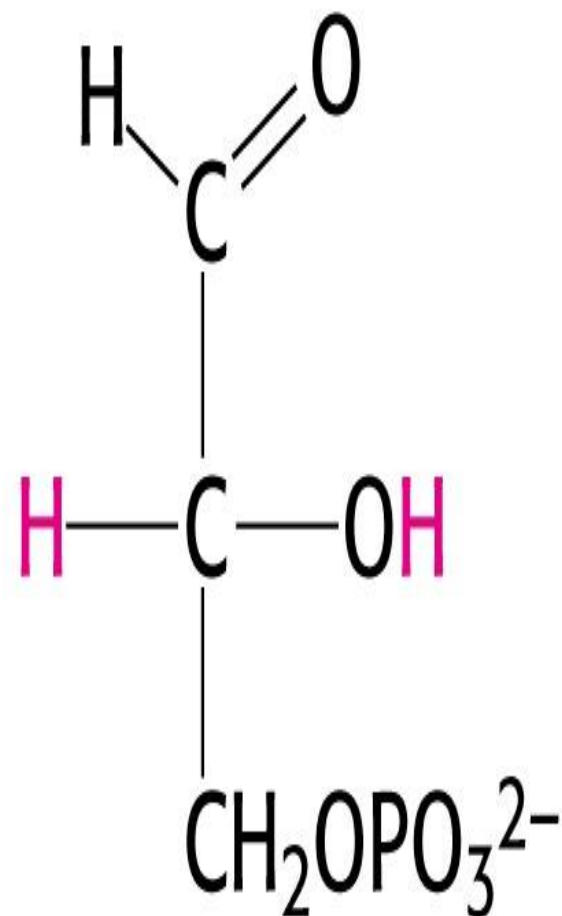
- Monosakkaritlerin fosfatlı türevleri bütün canlı hücrelerde bulunur
- Karbonhidrat metabolizmasında önemli ana maddedir.
- Bunlar ATP ve özel enzimlerle meydana gelen fosfatlı esterlerdir





**Dihydroxyacetone
phosphate**

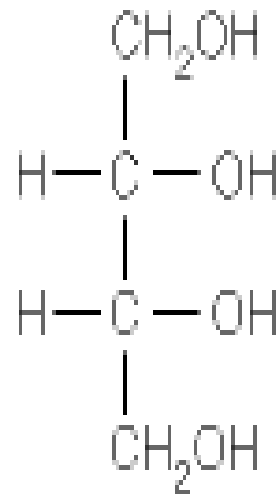
Triose phosphate
isomerase



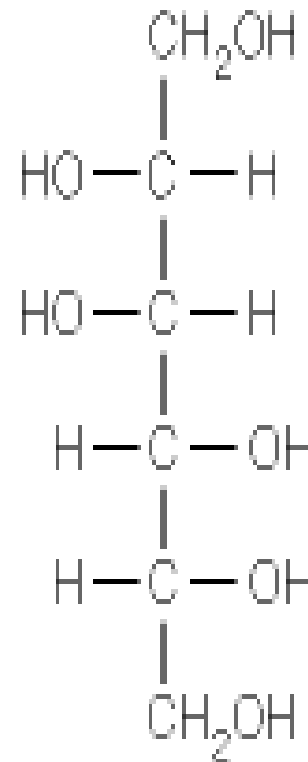
**Glyceraldehyde
3-phosphate**

Monosakkaritlerin redüksiyon ürünleri

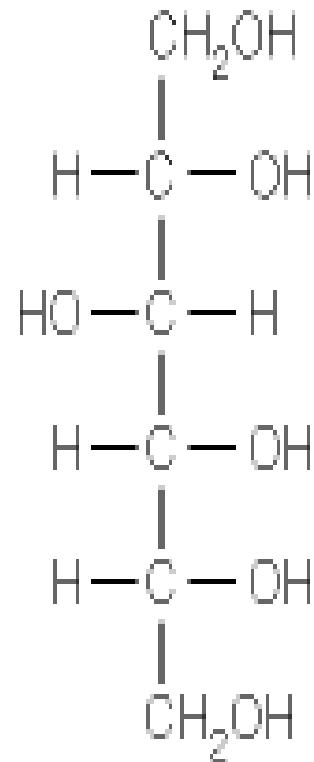
- Aldozlar (veya ketozlar) sodyum borohidrit ile alditol diye isimlendirilen bileşiklere redüklenirler.
- Bunlar karaciğer ve testislerde bulunan poliolhidrojenaz enzimi ile fruktoza dönüşür.



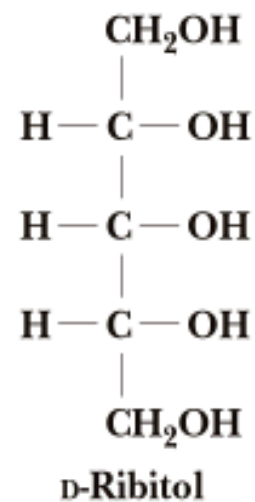
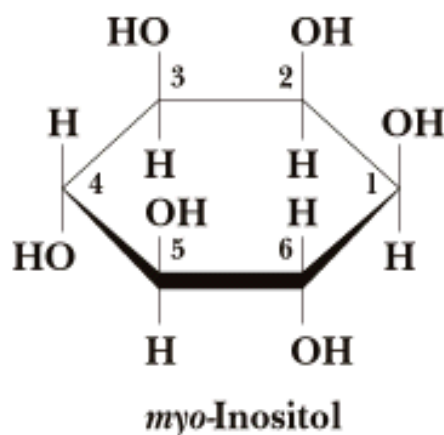
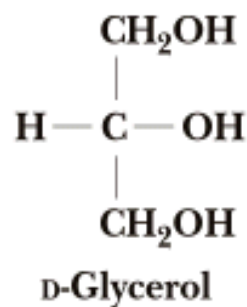
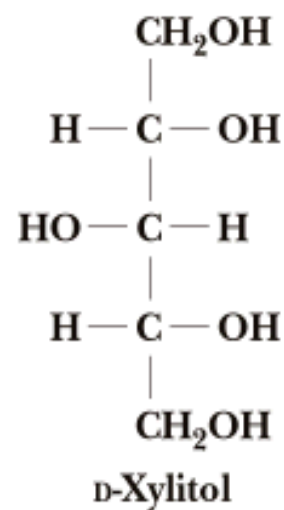
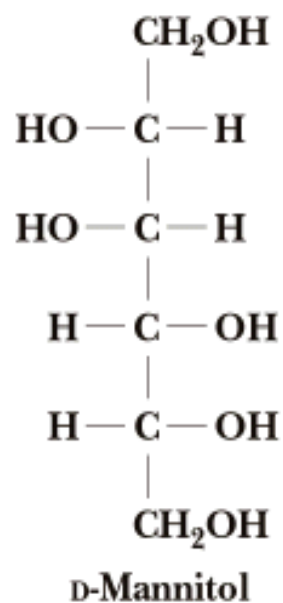
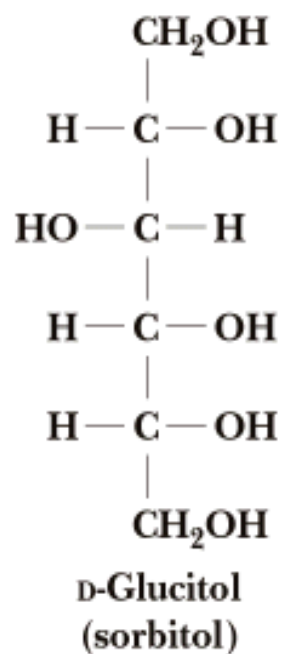
Erythritol*



D-Mannitol



**D-Glucitol
(sorbitol)**



Önemli şeker alkolleri

- ***Gliserol:***
- Lipitlerin önemli kısmıdır.
- Gliser aldehit ve dihidroksiasetonun redüklenmesi ile oluşur
- ***Inositol***
- Hidroksilleşmiş sikloheksan yapısına sahiptir
- Fosfolipitlerden; fosfatidil inositolün yapısına katılır.
- Miyoinozitol karaciğer yağlanması önler.

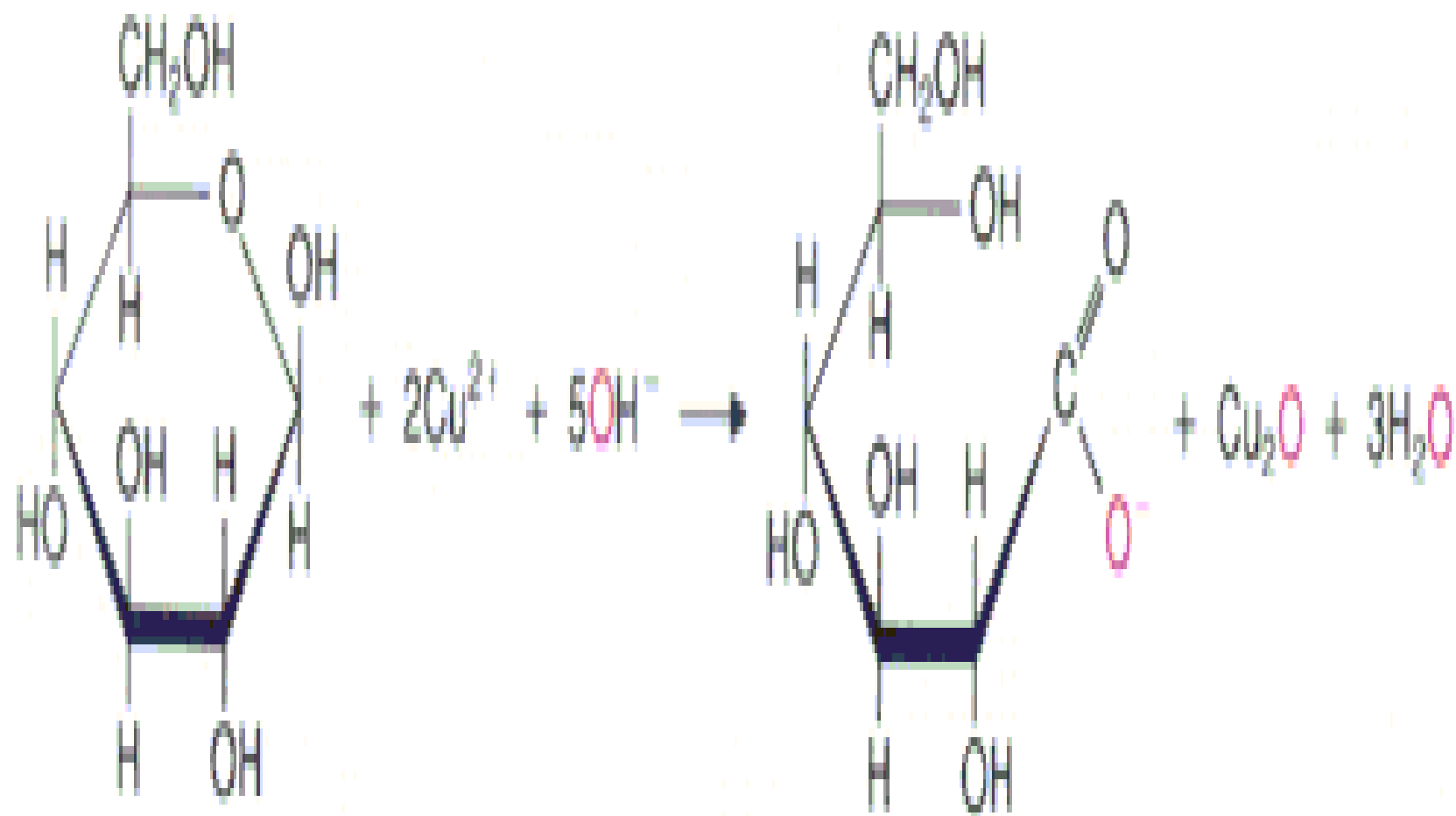
C- Monosakkaritlerin oksidasyon ürünleri

❖ Aldonik asit:

- ❖ Monosakkaritlerin
- ❖ -CHO grubu
-COOH haline dönüşür.
- ❖ Bu gruba “aldonik asit” denir.
- ❖ D-glikoz $\rightarrow$ D- glikonik asite dönüşür
- ❖ Karbonhidrat ara metabolizmasında fosforlanmış hali önemlidir

❖ *Aldarik asit*

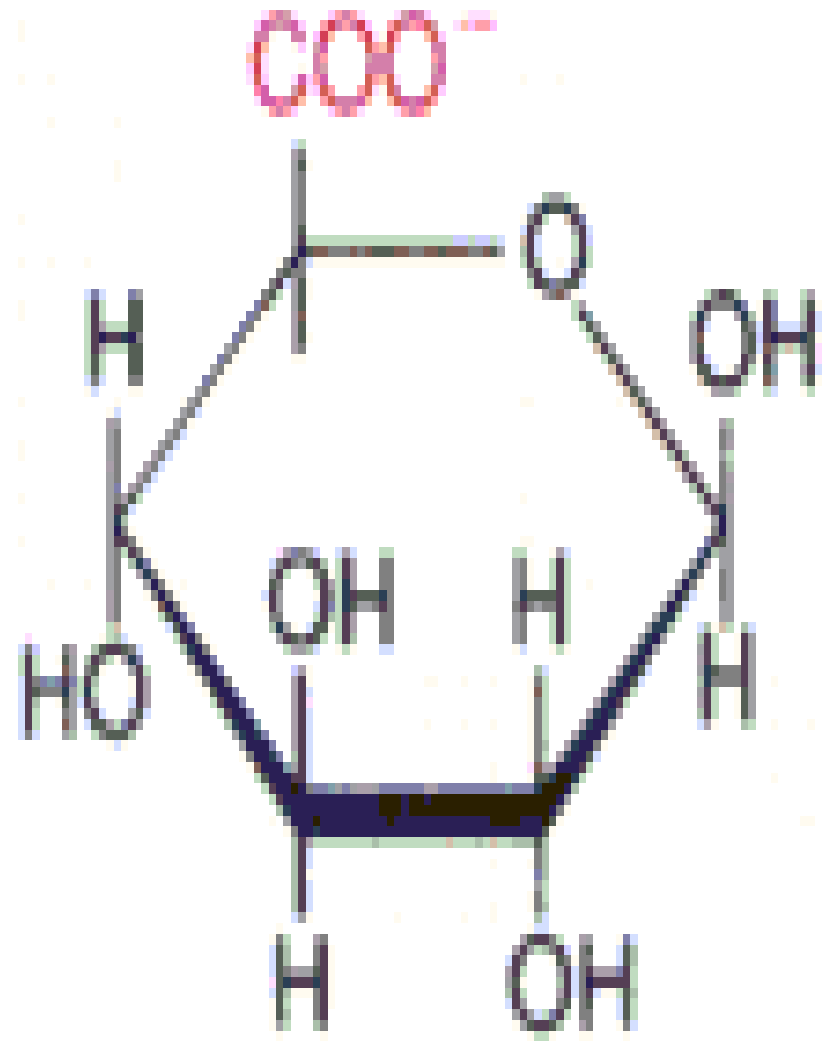
- ❖ Seyreltik nitrik asit ile hem aldehit grubu hem de primer alkol grubu -COOH haline döner.
- ❖ Oluşan dikarboksilik asitlere “aldarik asit” veya “sakkarik asit” denir.
- ❖ Glikozdan oluşan aldarik asite “glikarik asit” denir.
- ❖ Aldarik asitlerin biyolojik önemi yoktur.



β -D-Glucopyranose

D-Gluconic acid

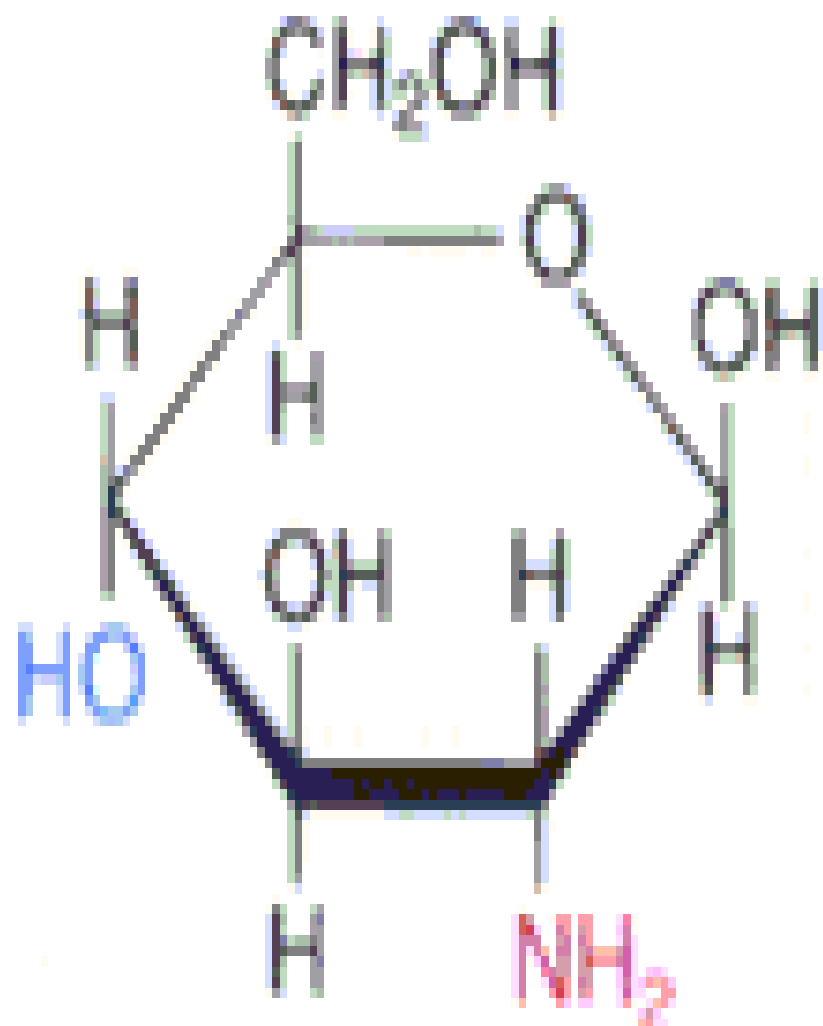
- **Üronik asit**
- Sadece primer alkol grubu oksidasyona uğrar.
- İlk defa idrarda saptandığı için üronik olarak isimlendirilmiştir.
- Detoksifikasyon olaylarında görevlidir; steroid hormonları, bilirubin, morfin, salisilik asit gibi maddeleri konjuge ederek, vücuttan atılımını sağlar.
- Heparin gibi polisakkaritlerin sentezinde karbonil grubu verici olarak görev yaparlar.
- Şeker asitlerinin en önemlilerinden bir tanesi de askorbik asittir.



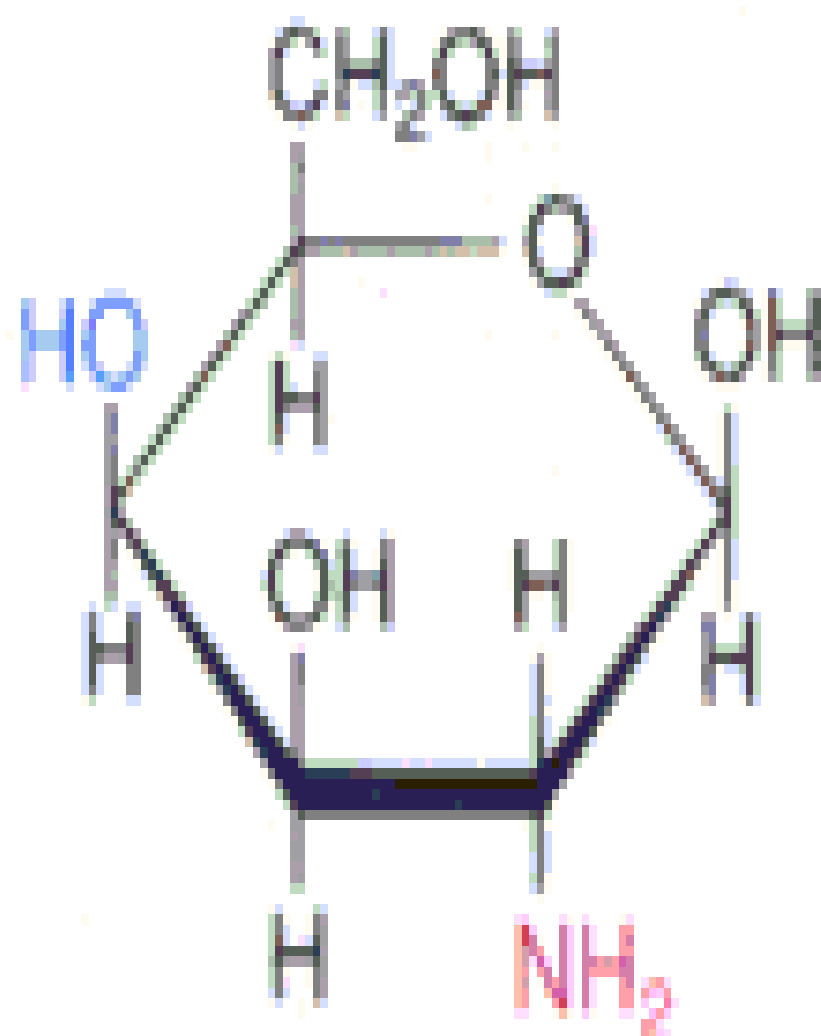
β -D-Glucuronic acid

D- Amino Şekerler

- Şekerlerde amino grubu alkolik –OH grubu ile yer değiştirirse amino şekerler oluşur.
- D- Glikozamin, omurgalı dokularındaki birçok polisakkaritte bulunur.böceklerde ve kabuklularda bulunan kitinin temel komponentidir.
- D- Galaktozamin;kıkırdak ve nasal mukustaki polisakkaritte bulunur.
- Amino şekerlerin yapılarında bazen –NH, bazen N asetil halinde de bulunabilir



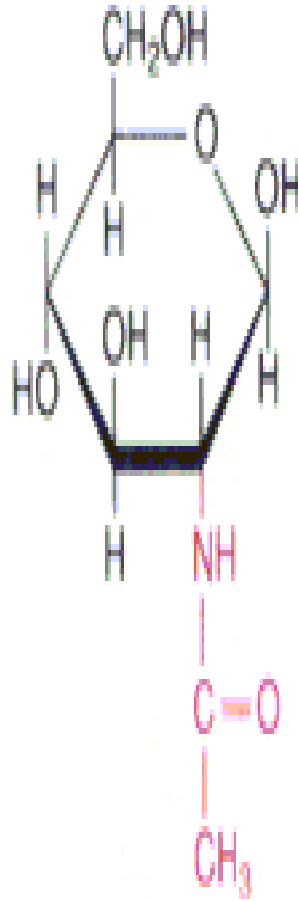
β -D-Glucosamine



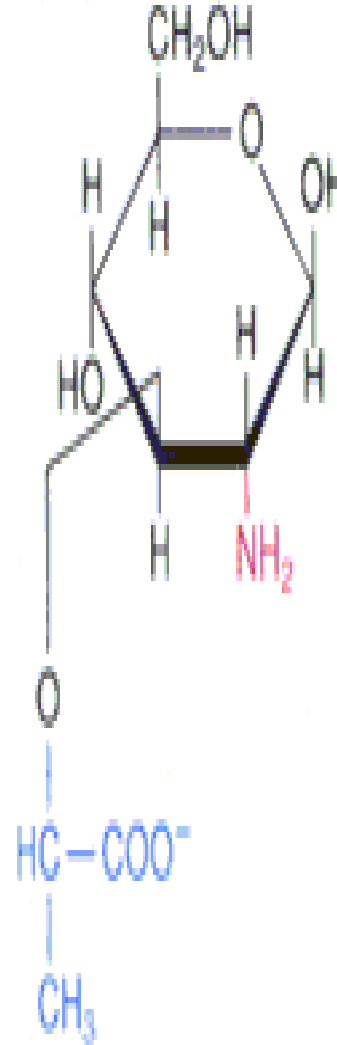
β -D-Galactosamine

E- Amino Şeker Asitleri

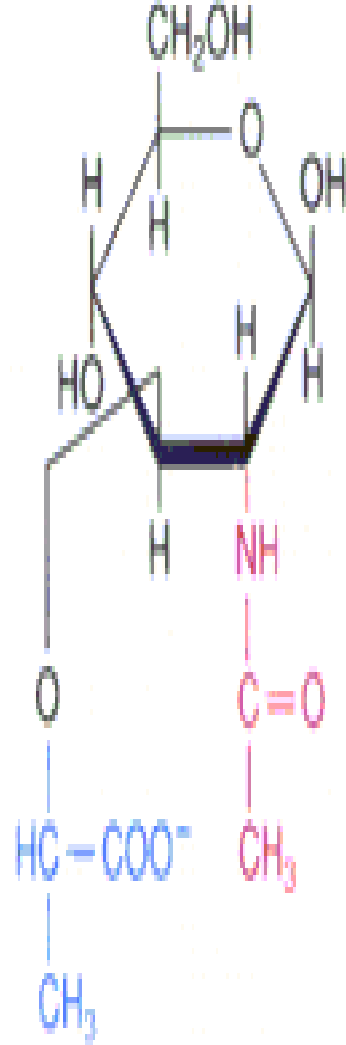
- Yüksek organize olmuş canlının hücre çeperinde, bakteri hücre duvarında bulunan yapısal polisakkaritleri oluşturan ünitelerdir.
- Mumarik asit ve N-Asetil Nörominik Asiti örnek verebiliriz
- Hayvansal dokuların membranında ve hücre örtülerinde oligosakkarit zincirlerinin önemli yapıtaşdır.



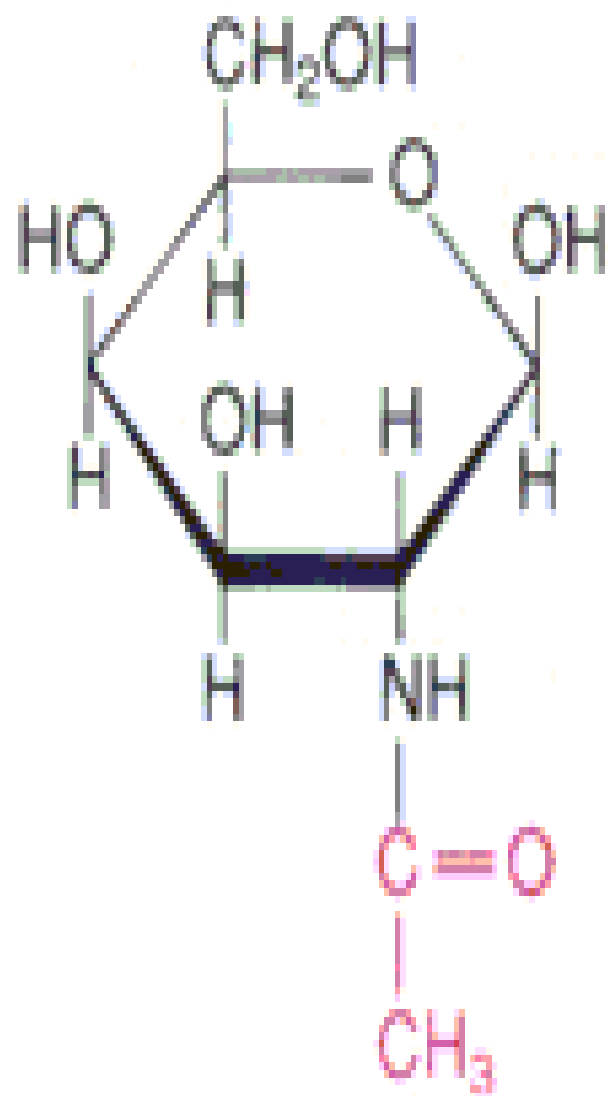
β -D-N-Acetylglucosamine



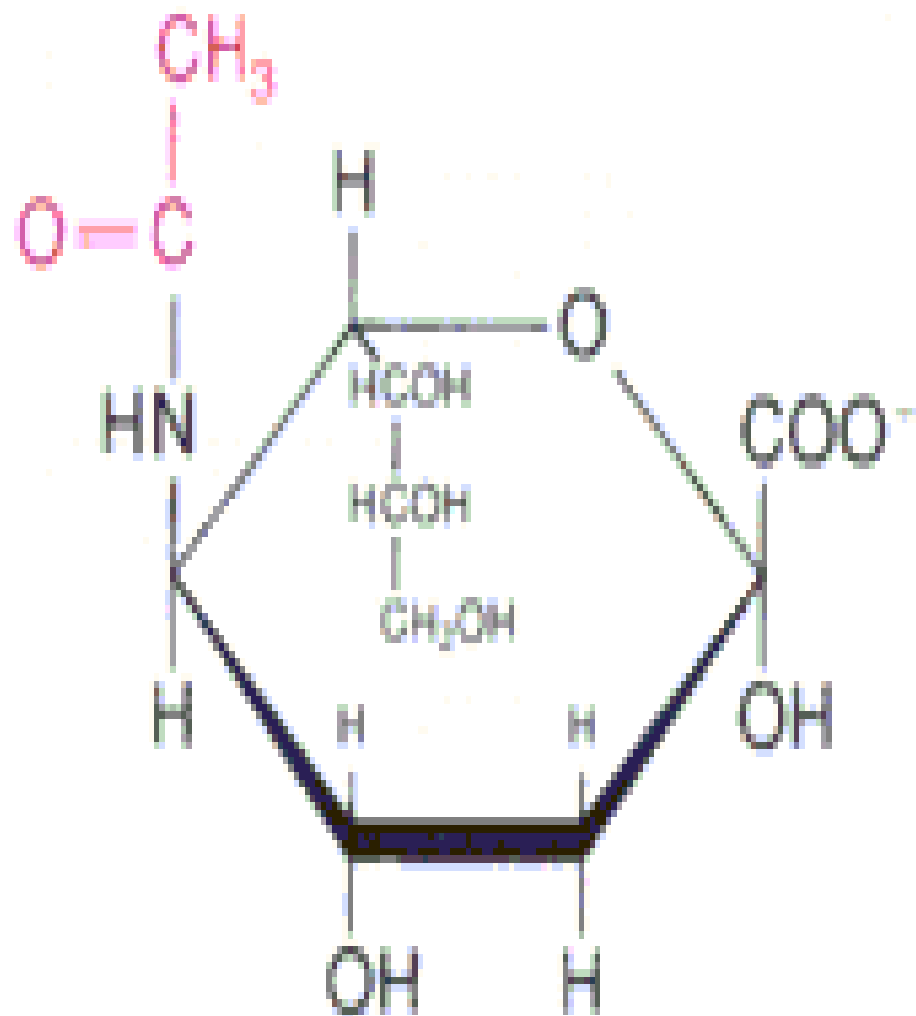
Muramic acid



N-Acetylmuramic acid



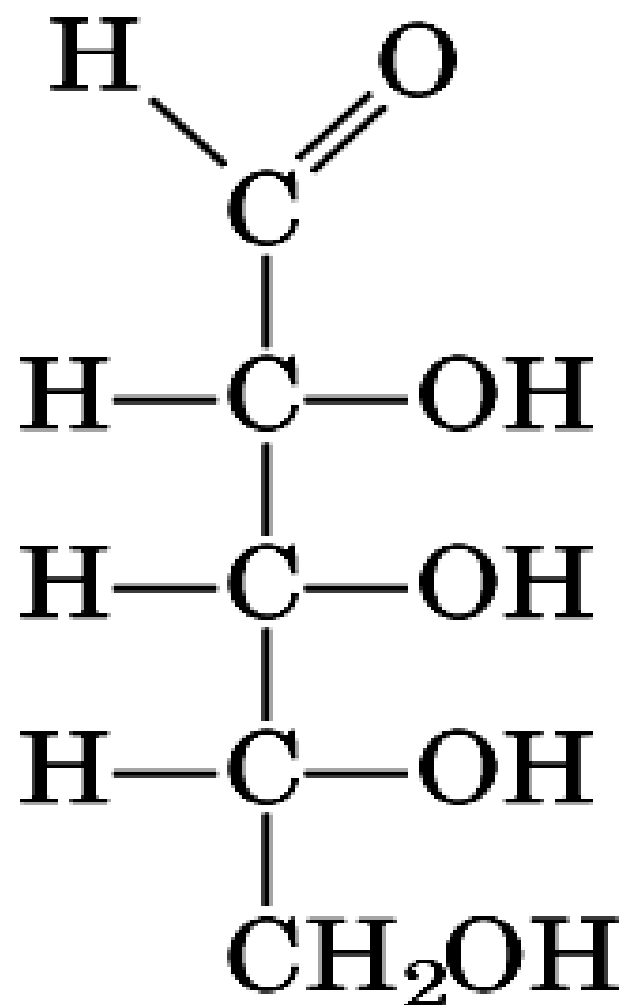
β -D-N-Acetylgalactosamine



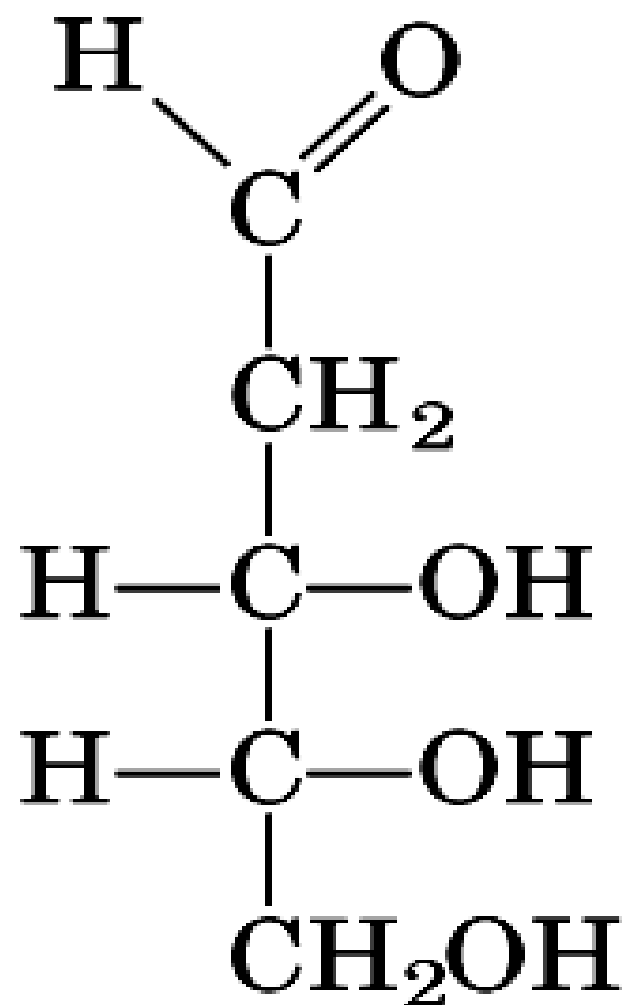
N-Acetylneuraminic acid
(sialic acid)

F- Deoksi Şekerler

- Karbon sayısından daha az sayıda oksijen içerirler.
- Bazı önemli deoksi şekerler; 2- Deoksiriboz, L-Ramnoz ve L-Fukoz' dur.
- 2- Deoksiriboz; DNA'nın yapısında bulunur.
- L-Ramnoz(6-Deoksi-L- Manno) ve L-Fukoz(6-Deoksi-L- Galaktoz) bakteri hücre duvarında bulunan önemli maddelerdir.



D-Ribose,
an aldopentose



2-Deoxy-D-ribose,
an aldopentose

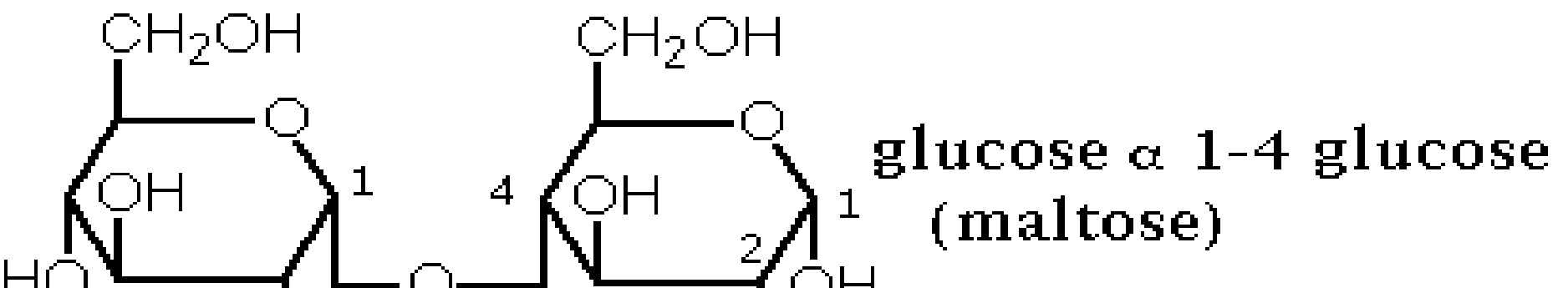
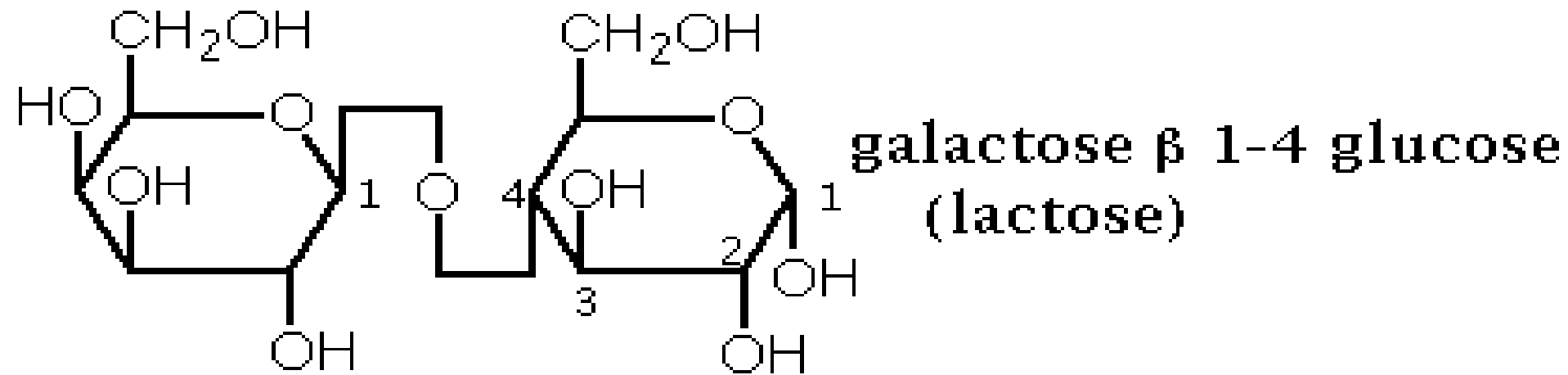
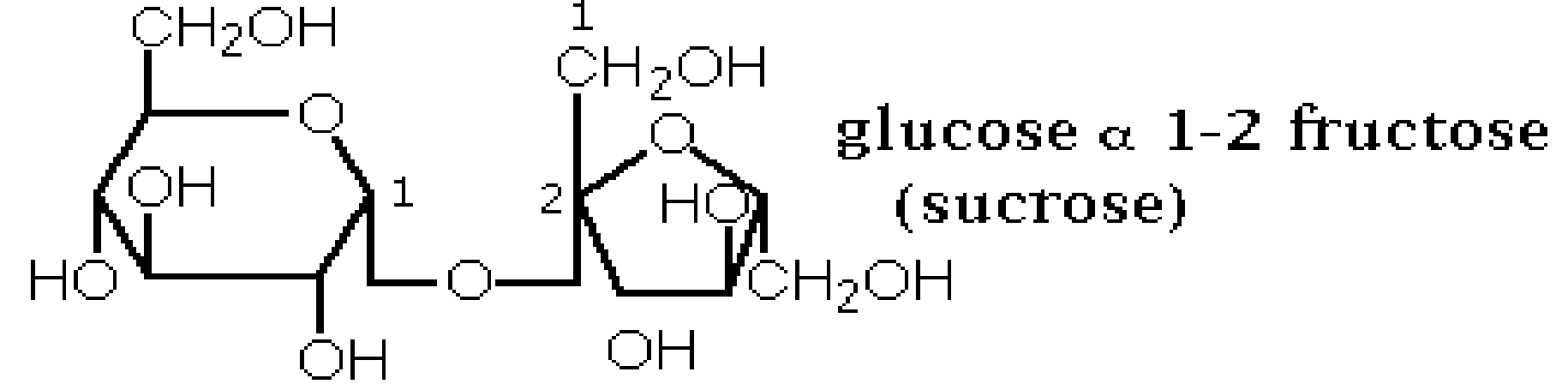
(c)

DİSAKKARİTLER

- Hidroliz oldukları zaman iki adet monosakkarite ayrılan karbonhidratlardır.

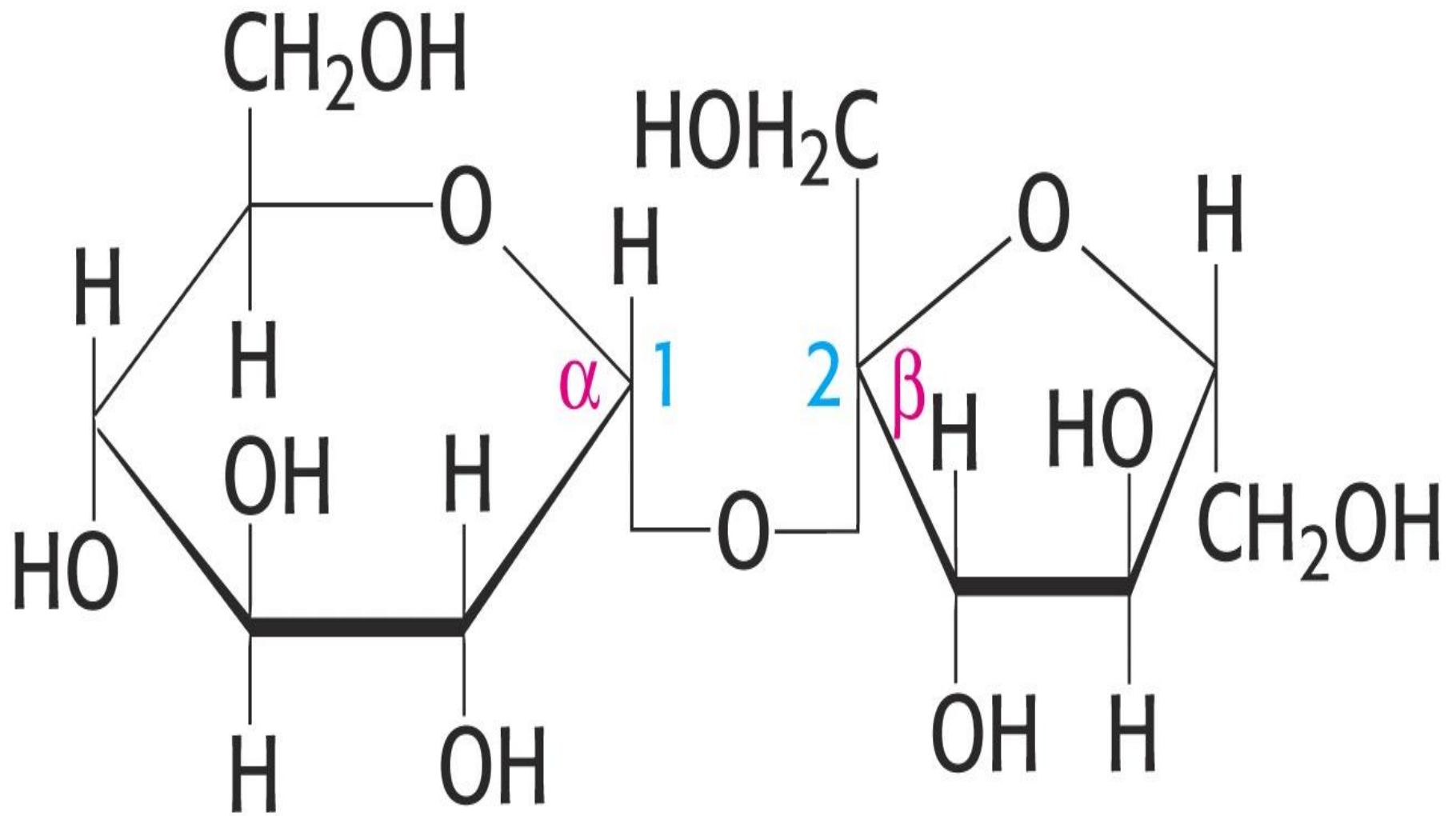
Bazı önemli disakkaritler

Adı	Bağ tipi	Kimyasal adı	Bulunduğu yer
Sakkaroz (sükroz)	α	α -D-Glikopiranozil β -D-fruktofuranozid	Çay şekeri
Maltoz	α	α -D-Glikopiranozil (1 4) α -D-Glikopiranozid	Nisasta
Laktoz	β	galaktozil (1 4) β -Glikozid	Süt şekeri
Selülobiyoz	β	B-D-glikopiranozil (1 4) B-D-glikopiranozid	selüloz



Sakkaroz (sükroz)

- Çay şekeri



Sucrose

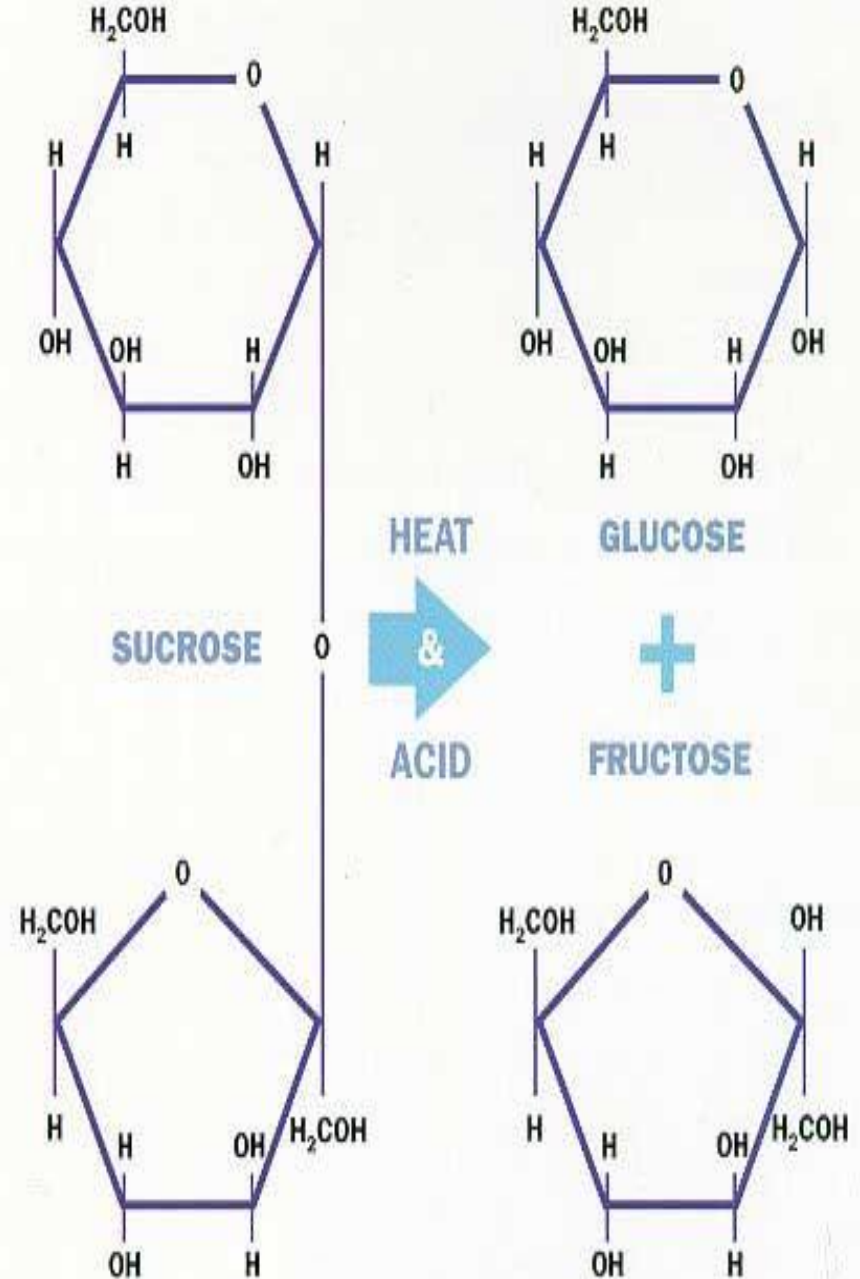
$(\alpha\text{-D-Glucopyranosyl-(1} \rightarrow \text{2)-}\beta\text{-D-fructofuranose}$

Sakkaroz:

- Doğada en bol olarak fotosentez yapabilen bütün bitkilerde bulunan sükroz, şeker kamışı ve şeker pancarından elde edilir.
- Glikoz ve fruktozdan oluşur.
- Anomerik karbon atomu olmadığından redükleme özelliği yoktur.
- Benedict's ve toluen's ayırıcı ile negatif sonuç verir, ozazon oluşturmaz, mutarotasyon göstermez

Invert şeker

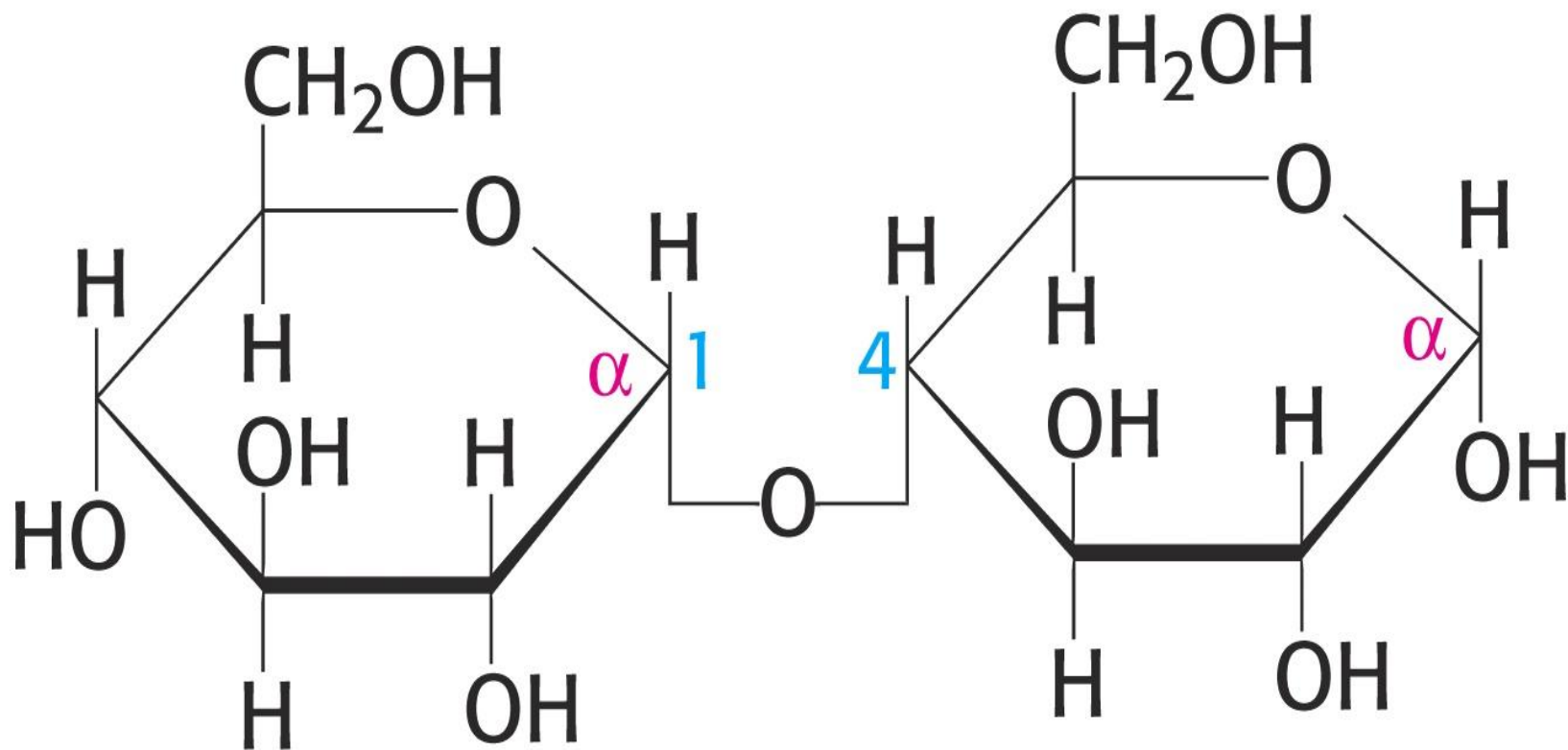
- Sükroz hidroliz edildiğinde eşit molaritede glukoz ve fruktoza ayrılır.
- Sükrozun $[\alpha]=+56,5^\circ$ olan spesifik rotasyonu glikozun $[\alpha]=+52,5^\circ$ ve fruktozun $[\alpha]=-92^\circ$ derecelik rotasyonları nedeni ile net olarak (-)bir rotasyon derecesine ulaşır.
- Şeker dekstro halden levo hake döner.
- Bu nedenle hidrolize “inversiyon”, ekimolar glikoz ve fruktoz karışımı “invert şeker” olarak bilinir.



Maltoz (nişasta deyince
aklınıza ne geliyorrrr?)

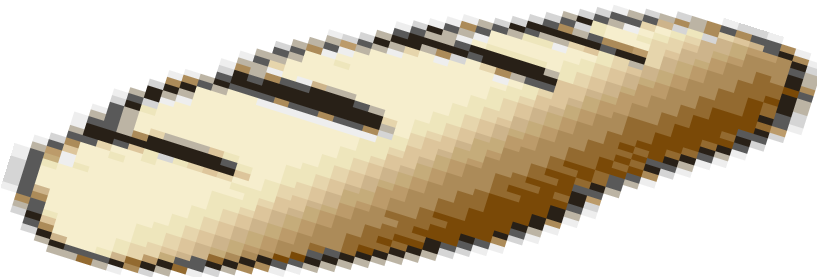
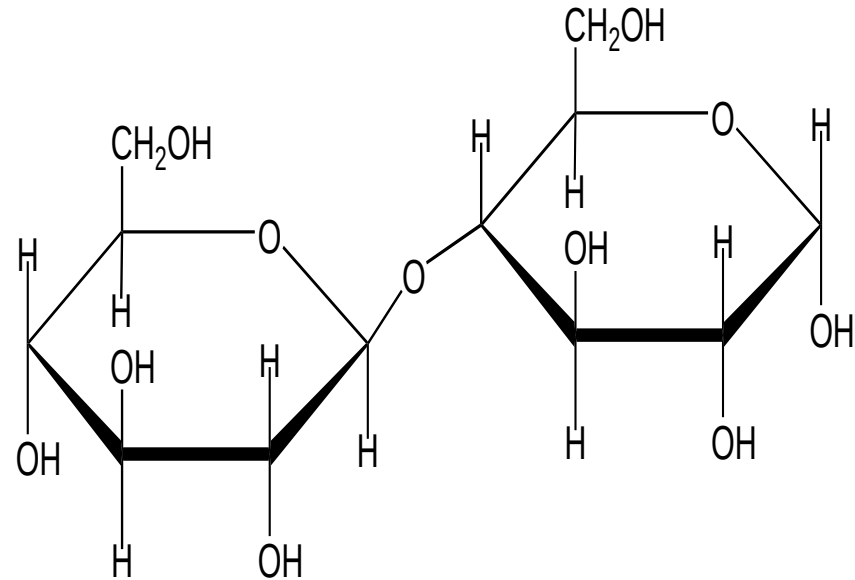
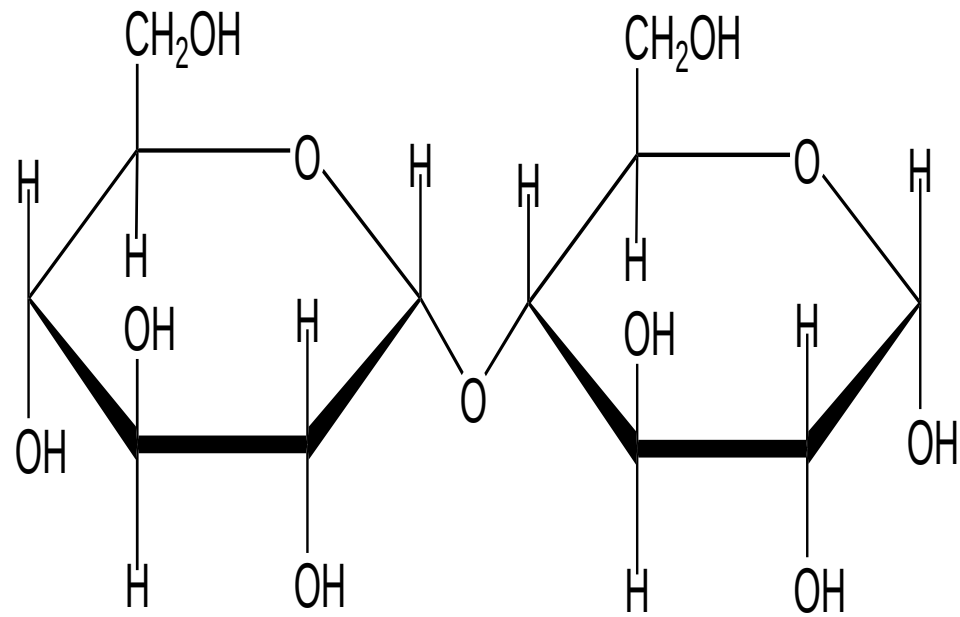


Maltos

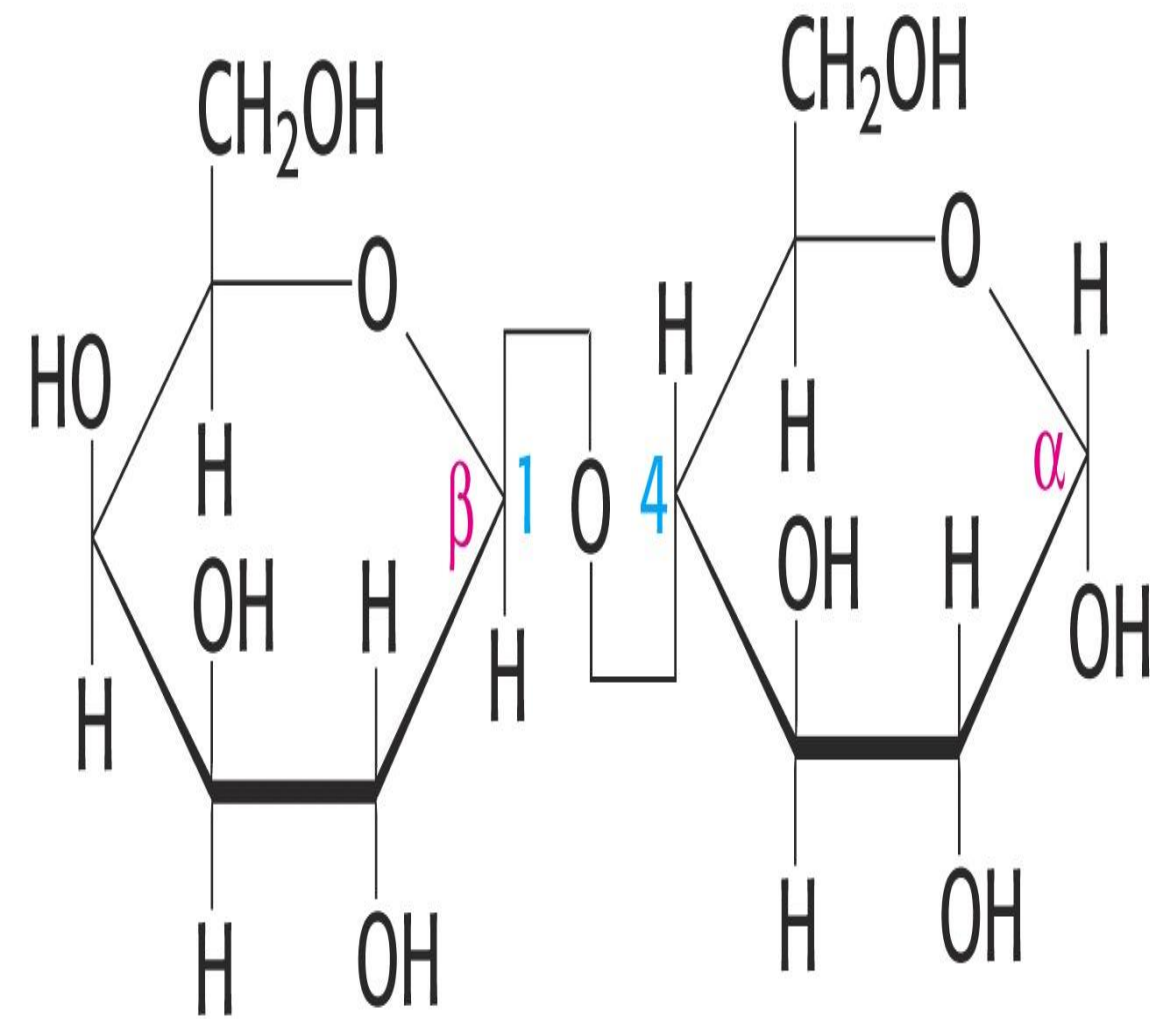


Maltose
(α -D-Glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- α -D-glucopyranose)

- Maltoz
- Nişastanın hidrolizi ile oluşur.
- 1. glikoz ünitesi oksidasyona uğramazken, 2. glikoz ünitesi oksidasyona uğrar ve redükleyici uç olarak bilinir.
- α bağı içerir.
- α -Glikozidazlar tarafından hidroliz edilir



Laktoz
(sütün şekeri)



Lactose

(β -D-Galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- α -D-glucopyranose)



Laktoz

- İnsan, hayvan ve hemen hemen bütün hayvanların sütünde %5 oranına varan miktarda bulunan bir disaakkarittir.
- Laktozun hidrolizi ile glikoz ve galaktoz oluşur.

β - (1-4) bağı içerir.

süt haricinde laktoz bulunmaz.

Sütte N-Asetil-Nörominik Aside bağlı olarak ta bulunur.

Selülobiyoz

- Selülozun tekrarlanan ünitesidir.
- İki adet glikozdan oluşur
- Maltozdan farkı β -(1-4) bağı içermesidir.

Bazı oligo sakkaritler

- ***Rafinoz***

- Şeker kamışı ve diğer yüksek bitkilerde bulunur
- Galaktoz, glikoz ve fruktozdan kurulu tri sakkarittir

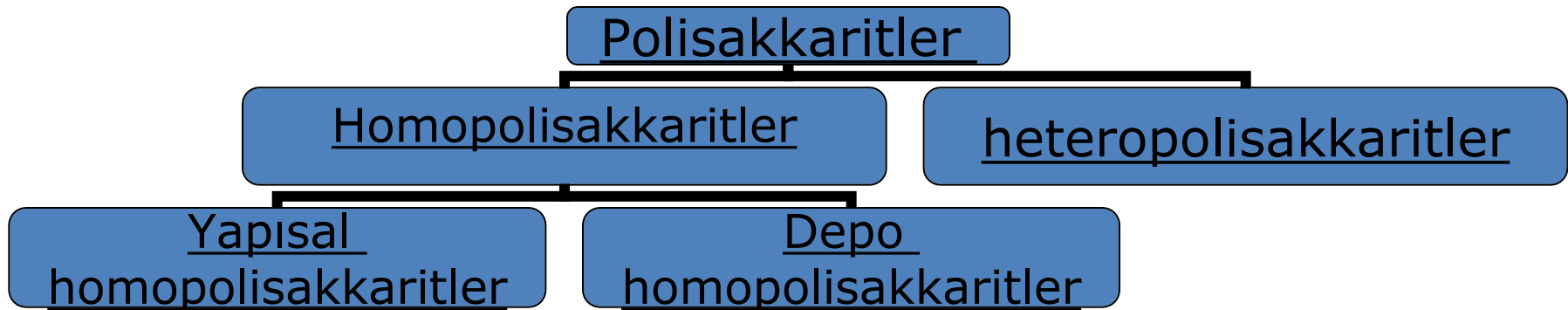


- ***Melezitoz***

- İğne yapraklı ağaçların öz sularında bulunur
- Glikoz fruktoz ve glikozdan kurulu bir tri sakkarittir.

Polisakkaritler

- Hidroliz sonucunda kendilerini oluşturan monosakkarit birimlerine göre ikiye ayrılırlar.



Homopolisakkaritler

- Bir tip monomerik üniteden oluşmuş veya hidroliz edilince bir tip monosakkarit elde edilen polisakkaritlerdir.
- Bazı önemli homopolisakkaritler;

Nisasta

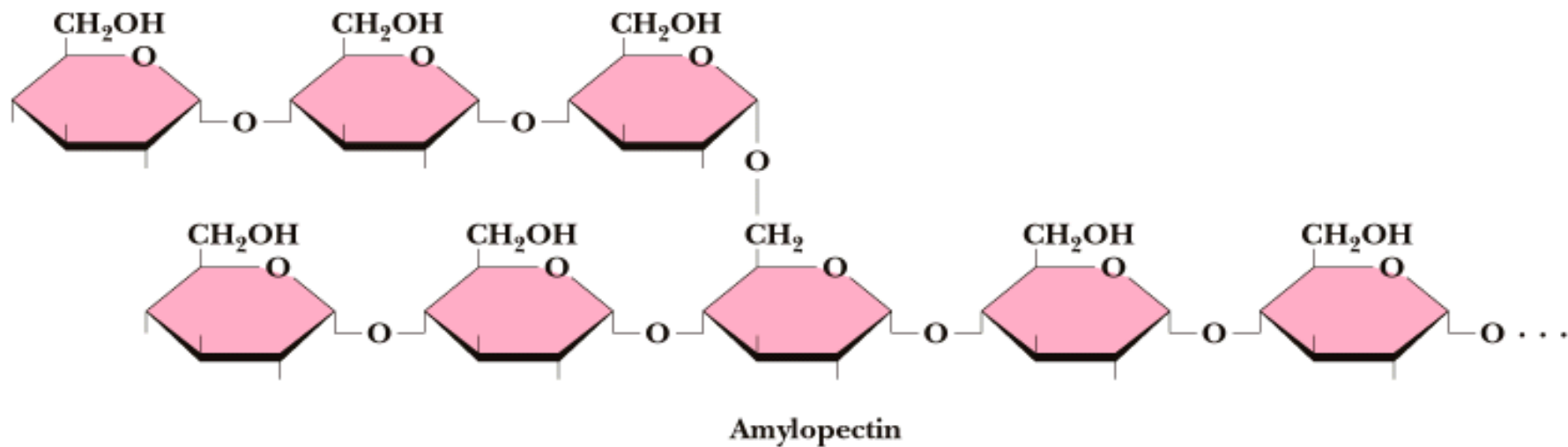
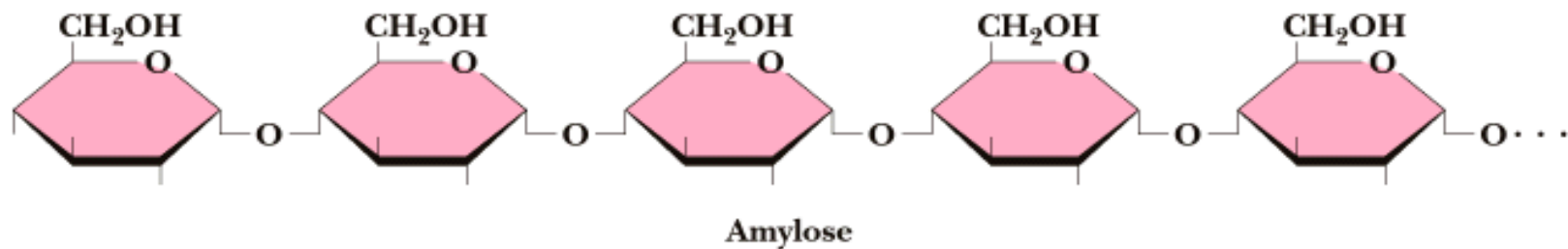
Glikojen

Selüloz

Nişasta

- Bitkilerin köklerinde yumrularında tohumlarında bulunan mikroskobik granüllerdir.
- Yüksek bitkilerde depo polisakkaritidir
- Nişasta su ile ıslanınca granüller şişer,kolloidal bir süspansiyon oluşur.
- Bundan iki temel ve birbirinden ayrılan fraksiyon elde edilir
- a)amiloz
- b)amilopektin

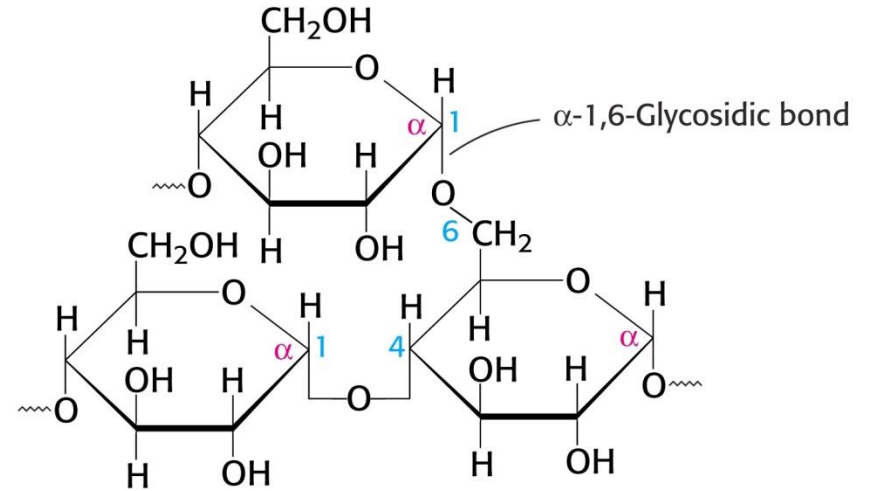
Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 7.21



Nişastanın bölümleri ; amiloz

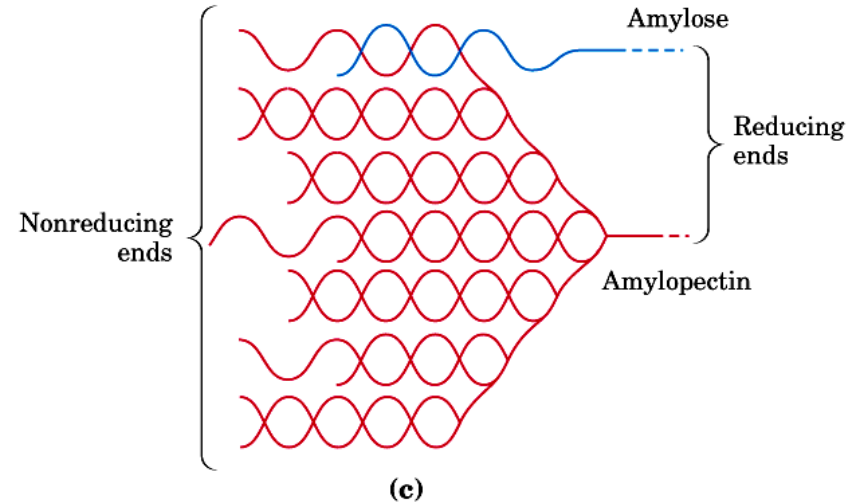
Nişasta tanelerinin ortasında bulunan glikoz ünitelerinin α -1-4 glikozidik bağla birleşmesi ile oluşmuş, düz zincirli polisakkarittir.

- Nişastanın %15-20'sini oluşturur.
- Amiloz zincirinin bir ucu redükleyici iken diğer ucu redüklemeyici uçtur.
- İyotla mavi renk verir.



Nişastanın bölümleri; Amilopektin

- Nişasta molekülünün %80-90'ını oluşturur.
- Yapısı amiloza benzemekle beraber dallanmış yapıya sahiptir.
- Her 24-30 glikoz ünitesinde dallanma görülür.
- Dallanma noktaları haricinde α -1-4 glikozidik bağları, glikoz ünitelerini bağlarken dal noktalarında α -1-6 bağ bulunmaktadır.
- İyot ile kırmızı menekşe renk verir.

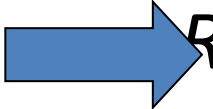


Nişastanın hidrolizi

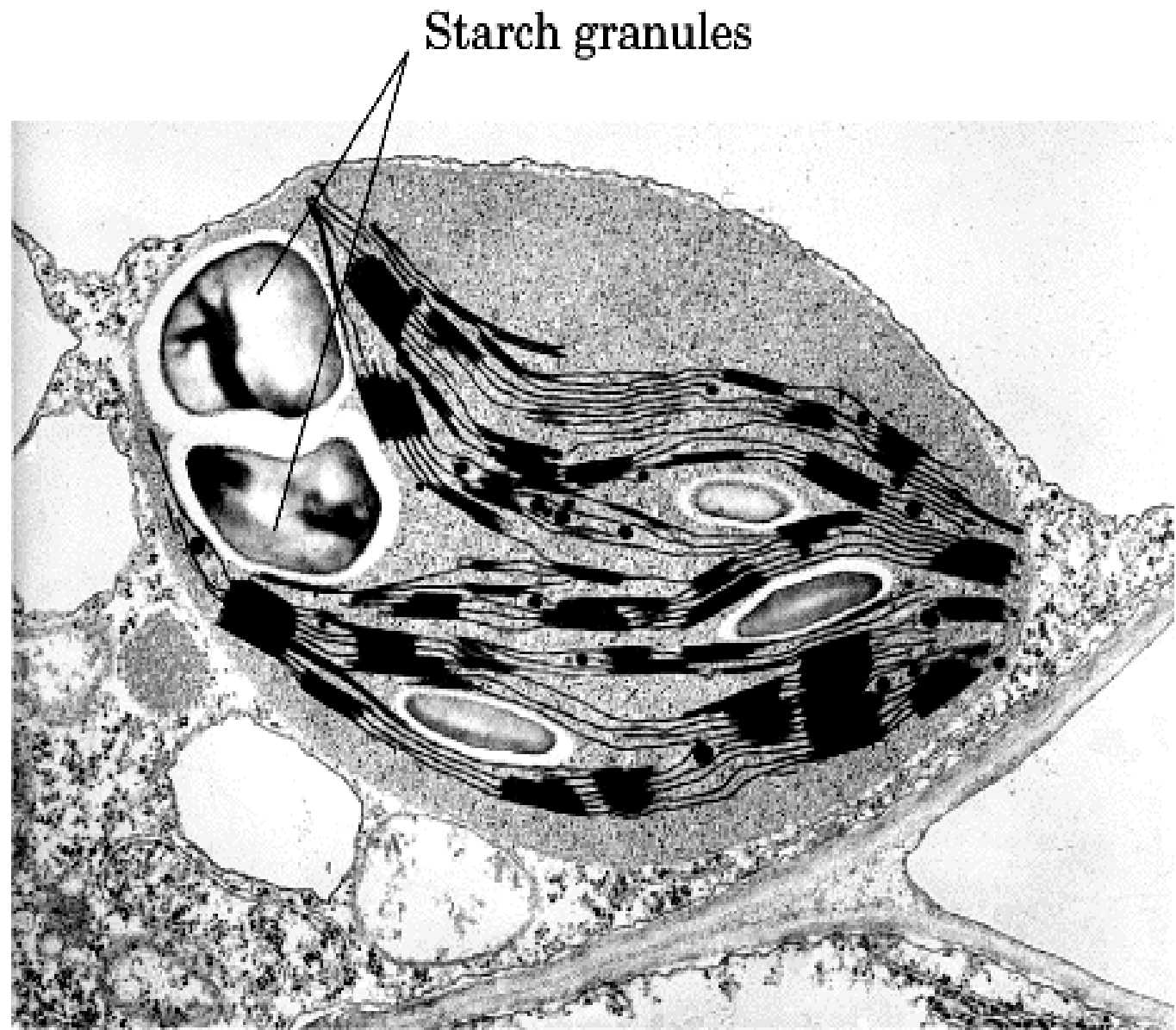


- Nişastanın temel kısmı enzimatik olarak iki farklı şekilde hidrolize olur.
- Amiloz , α -amilaz ile hidrolize olur.
- Bu enzim tükürük ve pankreas suyunda bulunur. amilozu geliş güzel hidrolize eder.
- B-amilaz amilozun redüklemeyici ucundan başlayarak düzenli olarak hidrolize eder.
- α ve B- amilazlar amilopektine de etki eder.
- Dal koparıcı enzim (α -1-6 glikozidaz) dallanma yerlerinden hidrolize eder.

- Nişastanın sulu asitlerle hidrolizi sonucu son ürün glikozdur.
- Hidrolizin çeşitli safhalarında alınan örnekleri, iyot ile muamele edip,oluşan renge göre şu safhalar gözlenir.

- *Amilodekstrin*  *Mor mavi*
- *Eritrodekstrin*  *Kırmızı*
- *Akrodestrin*  *Renksiz*
- *Maltoz*  *Renksiz, Fehling(+)*
- *Glikoz*  *Renksiz, Fehling(+)*

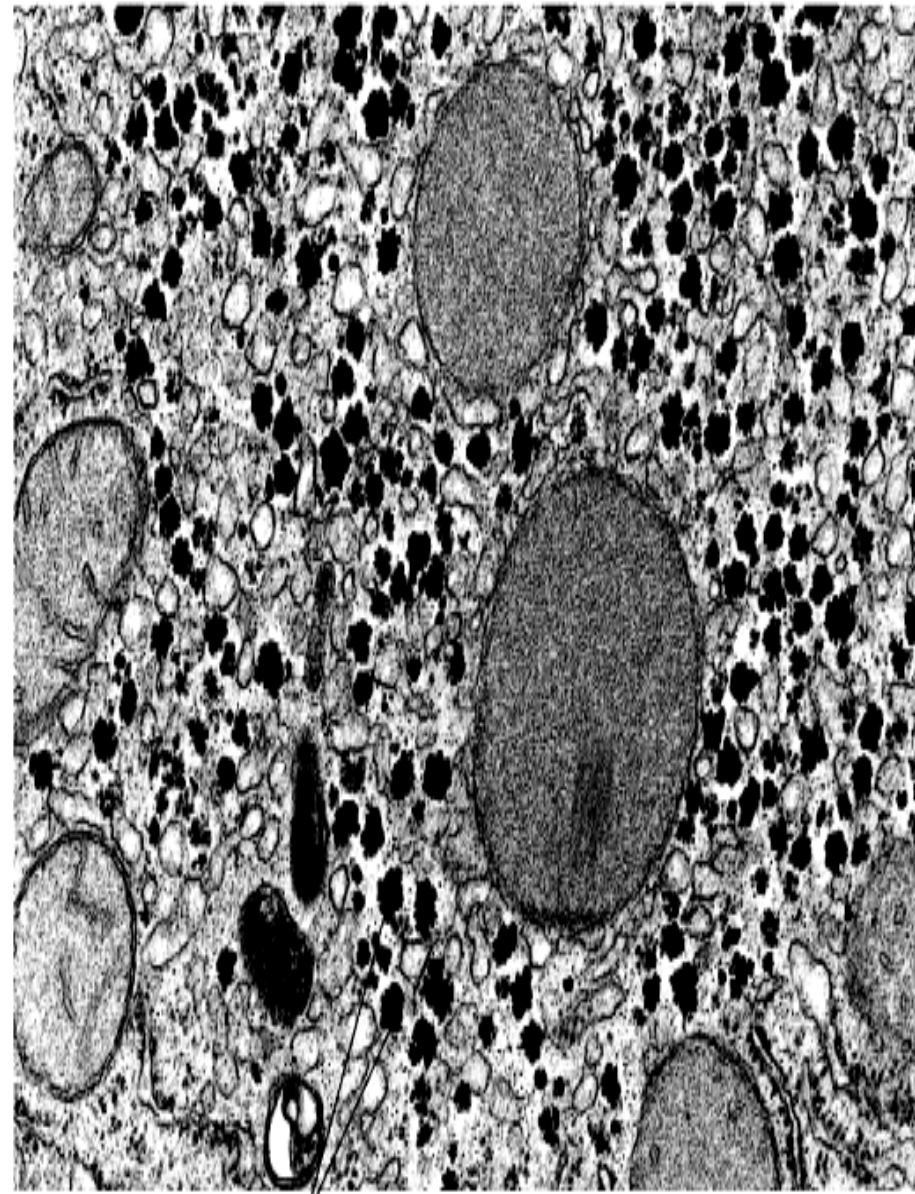
Glikojen



(a)

Glikojen

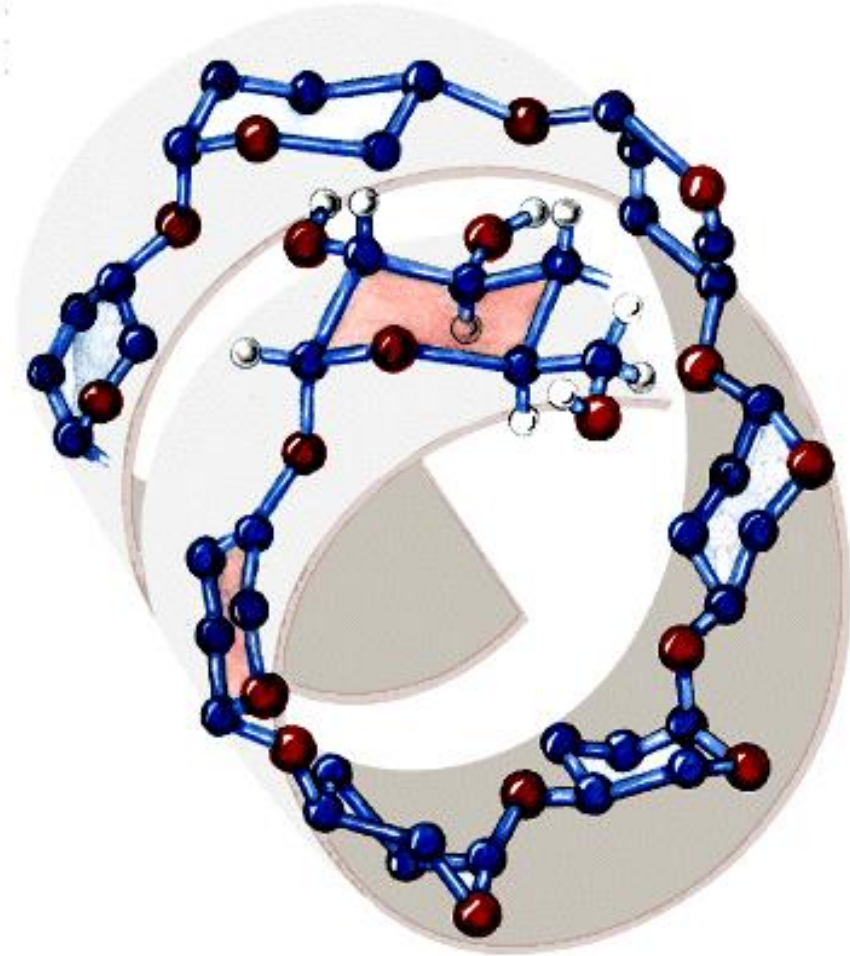
- Hayvansal organizmada depo polisakkaritidir.
- Hayvansal nişasta olarak ta bilinir.
- Amilopektine benzeyen fakat ondan daha sık dallanmış bir yapıya sahiptir.
- Her 10-12 veya 11-18 glikoz ünitesinden sonra dallanma yapar.
- Karaciğerde büyük granüller halinde bulunur.
- Molekölün büyüklüğü hücre membranından geçmeye müsait değildir.
- Ne zaman enerjiye gereksinim duyulursa, glikojen hücre içinde hazırdır.



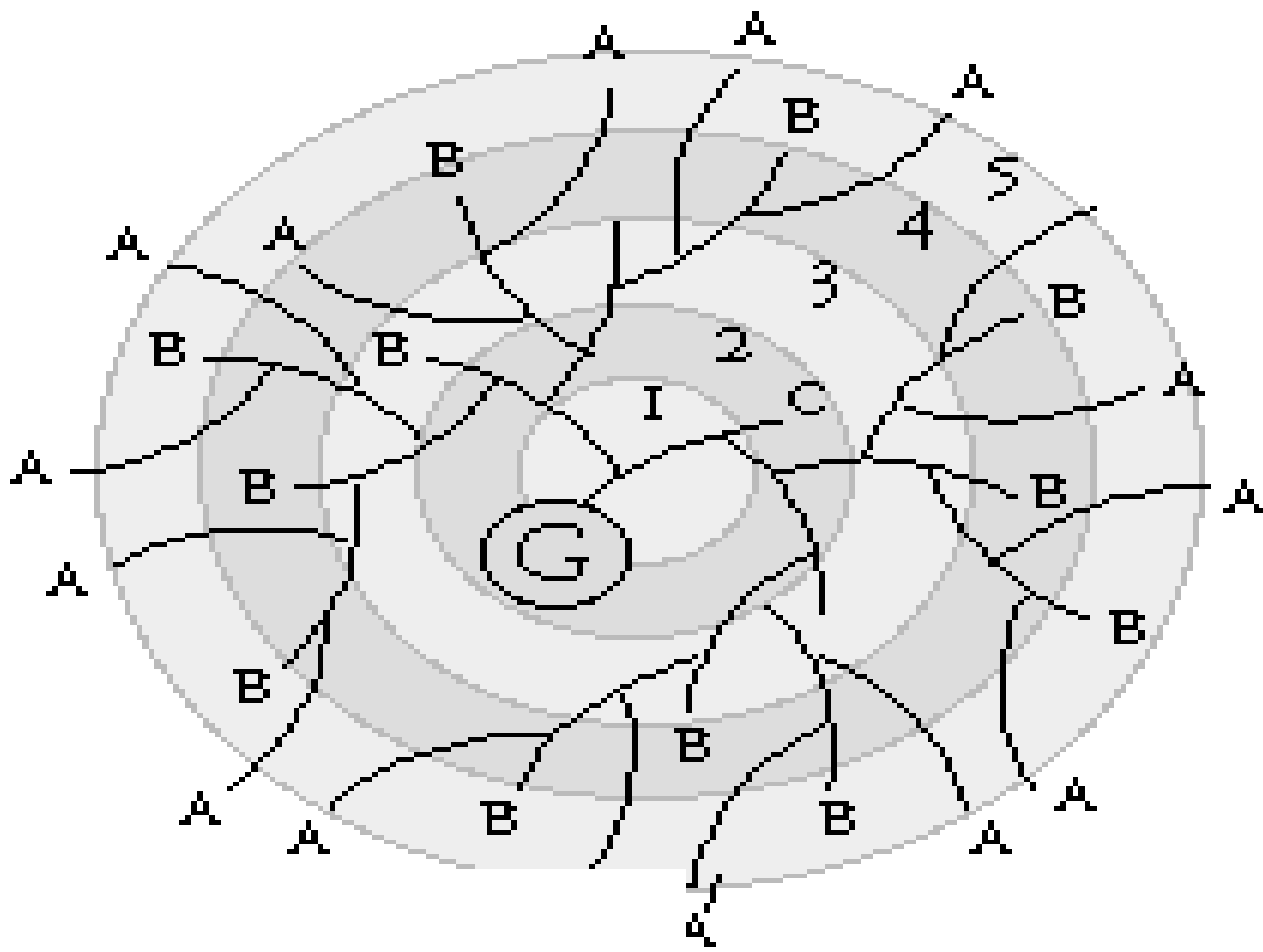
Glycogen granules

(b)

- Glikojen yapısında binlerce glikoz molekülü içerdiğinden, hücrenin önemli ozmotik problemini çözer.
- Eğer bu glikozlar, hücre içinde serbest halde bulunsaydı, ozmotik basınç hücrenin parçalanmasına neden olacaktı



(b)



Şimdi size bir soru;

Enerjiye gereksinim

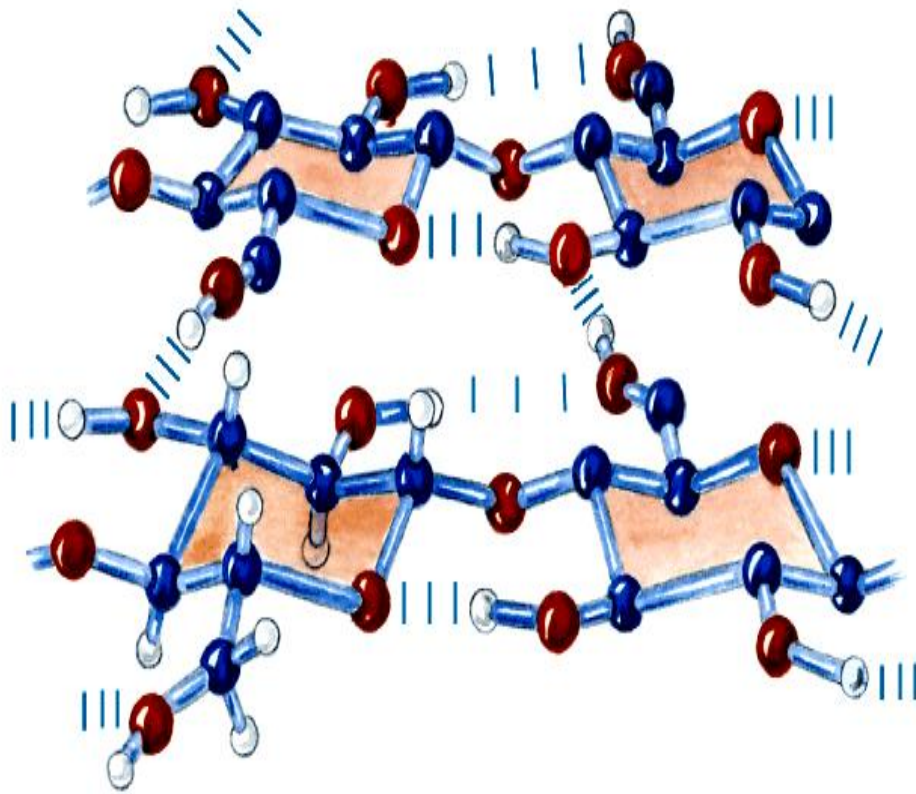
duyduğumuzda ilk önce lipitleri

mi kullanırız, karbonhidratları

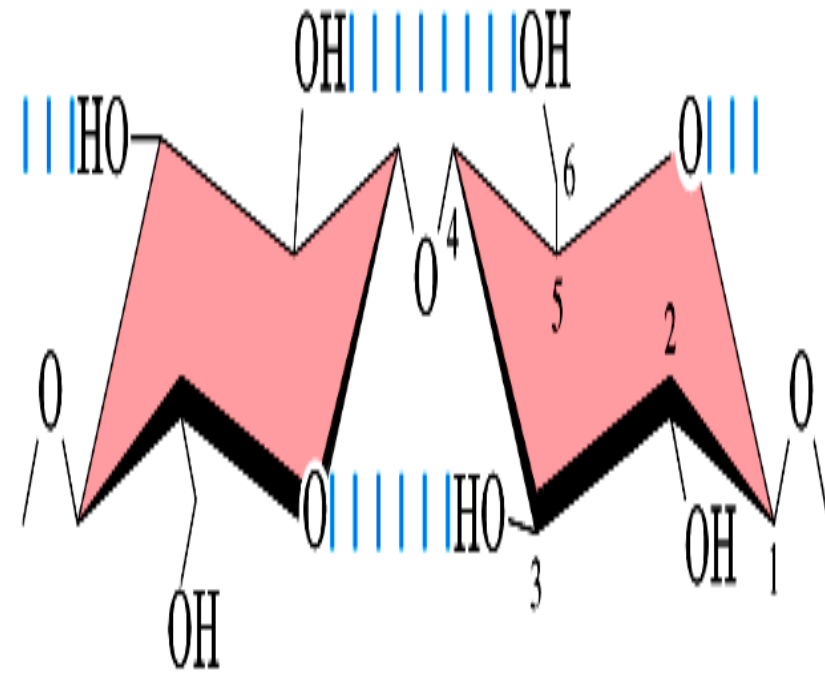
mi?

Selüloz

Selüloz



(b)



$(\beta 1 \rightarrow 4)$ -linked D-glucose units

(a)

Selüloz

- Bitkilerin ekstra ve intrasellüler kompartımanları arasında var olan, büyük ozmotik basınca karşı bitkinin şişmesini, patlamasını engelleyen, bitki aleminin büyük yapısal polisakkariti selülozdur.
- Basit çözücülerde erimez
- Selüloz molekülü çok sert, erimez, fibroz, polimer bir madde görünümünde ideal bir hücre duvarı materyalidir.
-

- Selülozun kuvvetli asitlerle kısmi hidrolizi neticesinde selülobiyoz disakkariti oluşurken tam hidrolizi sonucu D-Glikoz oluşur.
- Selüloz α veya B amilazlar tarafından parçalanmazlar.
- İnsanlarda selülozu parçalayacak sindirim sistemi enzimi yoktur.
- Ruminantlar ve termitler sindirim sistemlerindeki simbiyotik bakterilerdeki selülaz enzimi ile D-Glikoza kadar parçalar.

Diğer depo homopolisakkaritler

Adı	Monosakkarit birimi	Bulunduğu yer
Dekstran	D-glikoz	Kan kayıplarında plazma yerine
Fruktanlar	D-Fruktoz	Bitki türlerinde
İnulin	D-Fruktoz	Enginar
Mannon	Mannoz	Bakteri,küf, maya
Galaktoz polisakkaritleri	Galaktoz	Sümüklü böcek
Galakturunikasit polimeri	Galakturonik asit	Meyve ve çilekgiller
Kolominik asit	NANA	E. Coli,bazı mikroorganizmalar

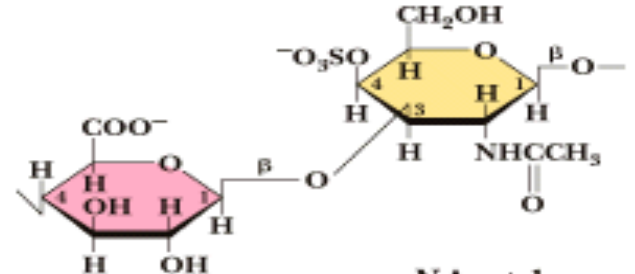
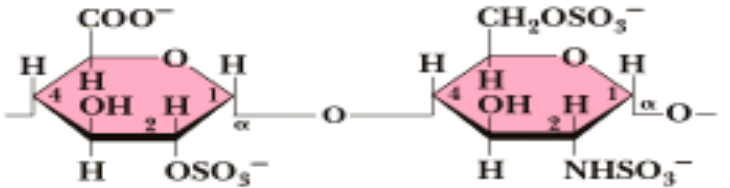
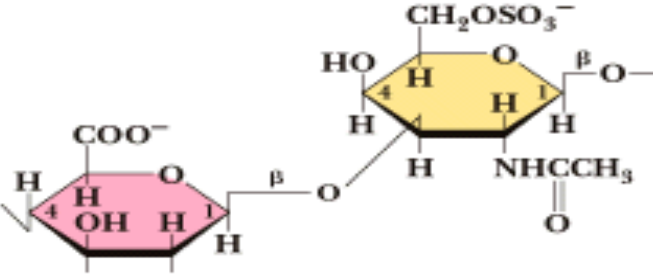
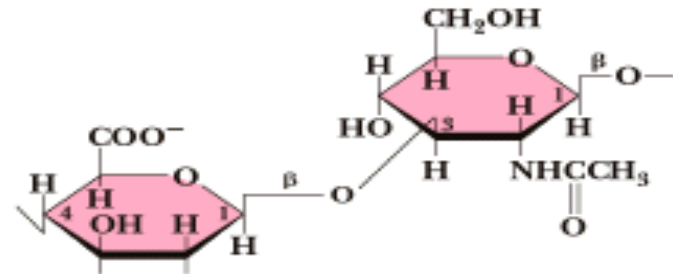
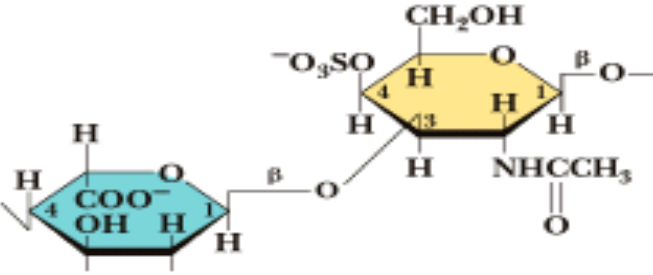
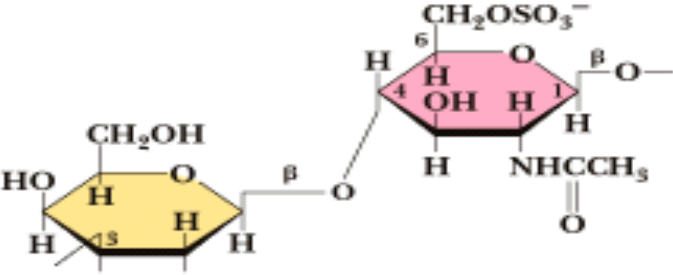
Diğer yapısal depo polisakkaritler

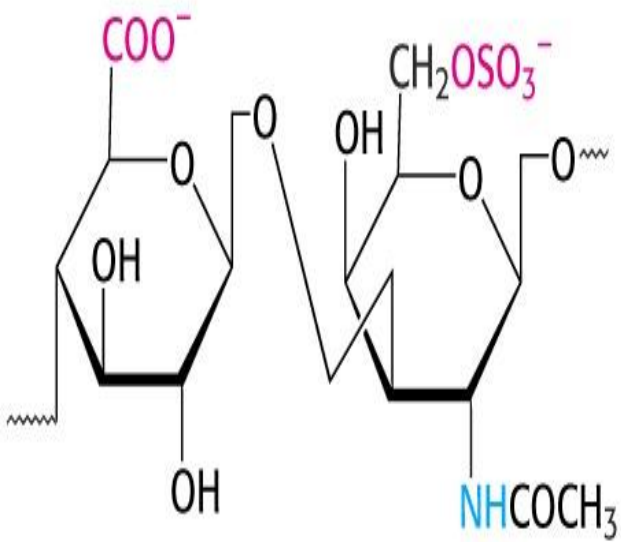
Adı	Monosakkarit birimi	Bulunduğu yer
Hemiselüloz	D-ksiloz	Bitki hücrelerinde hücre zarında
Pektin	Metil-D-galakturonik asit	
Lignin	D-Ksiloz	Odun
Agar	D ve L-galaktozun sülfürik asitle esteri	Deniz bitkilerinde
Kitin	N-Asetil-D-Galaktozamin	Böcek ve kabuklular
Gum arabic	D-galaktoz D- glikuronik asit	Bitkisel bir zamk

Heteropolisakkaritler

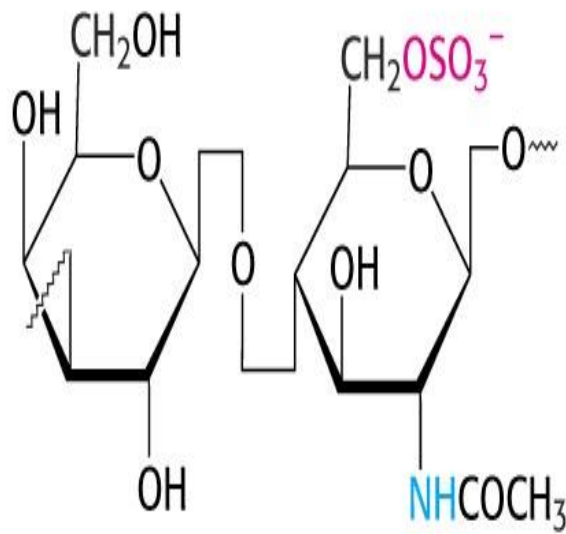
- Hidrolize edildikleri zaman en az iki veya daha fazla monosakkarit veya onlardan türenmiş üeünlerin alındığı polisakkaritlerdir.
- Asit mukosakkaritler, yüksek organizmalarda hücre örtülerinin temel maddelerinden biridir.
- Diğerleri glikosfingolipitler ve glikoproteinlerdir

- Asit mukopolisakkaritler, vücudun bağlayıcı dokularında bolca bulunan, genellikle birbirini izleyen 2 tip monosakkaritten meydana gelmişlerdir.
- En azından bir tane asidik grup vardır.
- Bu karboksil olabildiği gibi sülfürik grubu da olabilir.
- Özel proteinlerle birleşip kompleksler oluşturduğu zaman müsin veya mukoproteinler adını alır.

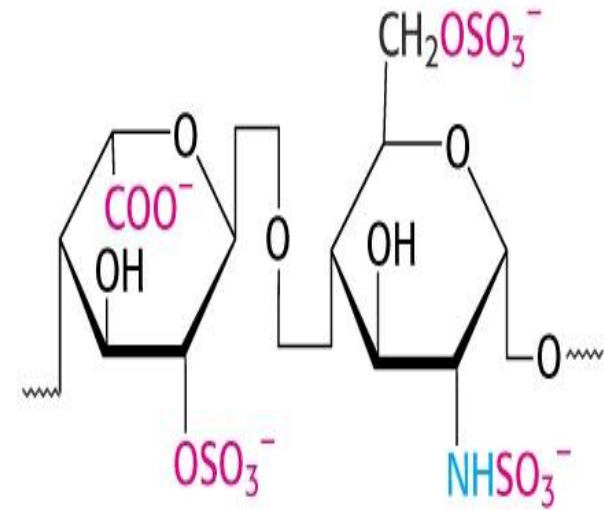
 D-Glucuronate N-Acetyl-D-galactosamine-4-sulfate	 D-Glucuronate-2-sulfate N-Sulfo-D-glucosamine-6-sulfate
Chondroitin-4-sulfate	Heparin
 D-Glucuronate N-Acetyl-D-galactosamine-6-sulfate	 D-Glucuronate N-Acetyl-D-glucosamine
Chondroitin-6-sulfate	Hyaluronate
 L-Iduronate N-Acetyl-D-galactosamine-4-sulfate	 D-Galactose N-Acetyl-D-glucosamine-6-sulfate
Dermatan sulfate	Keratan sulfate



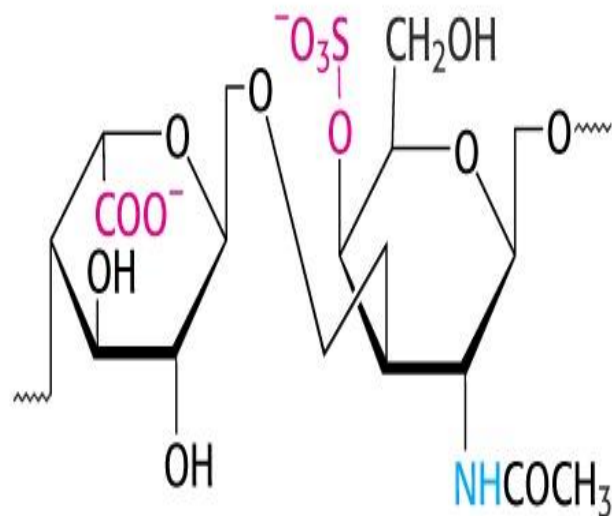
Chondroitin 6-sulfate



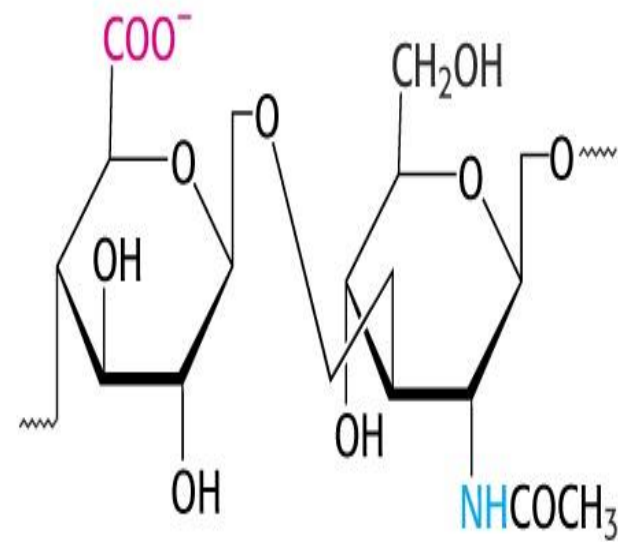
Keratan sulfate



Heparin

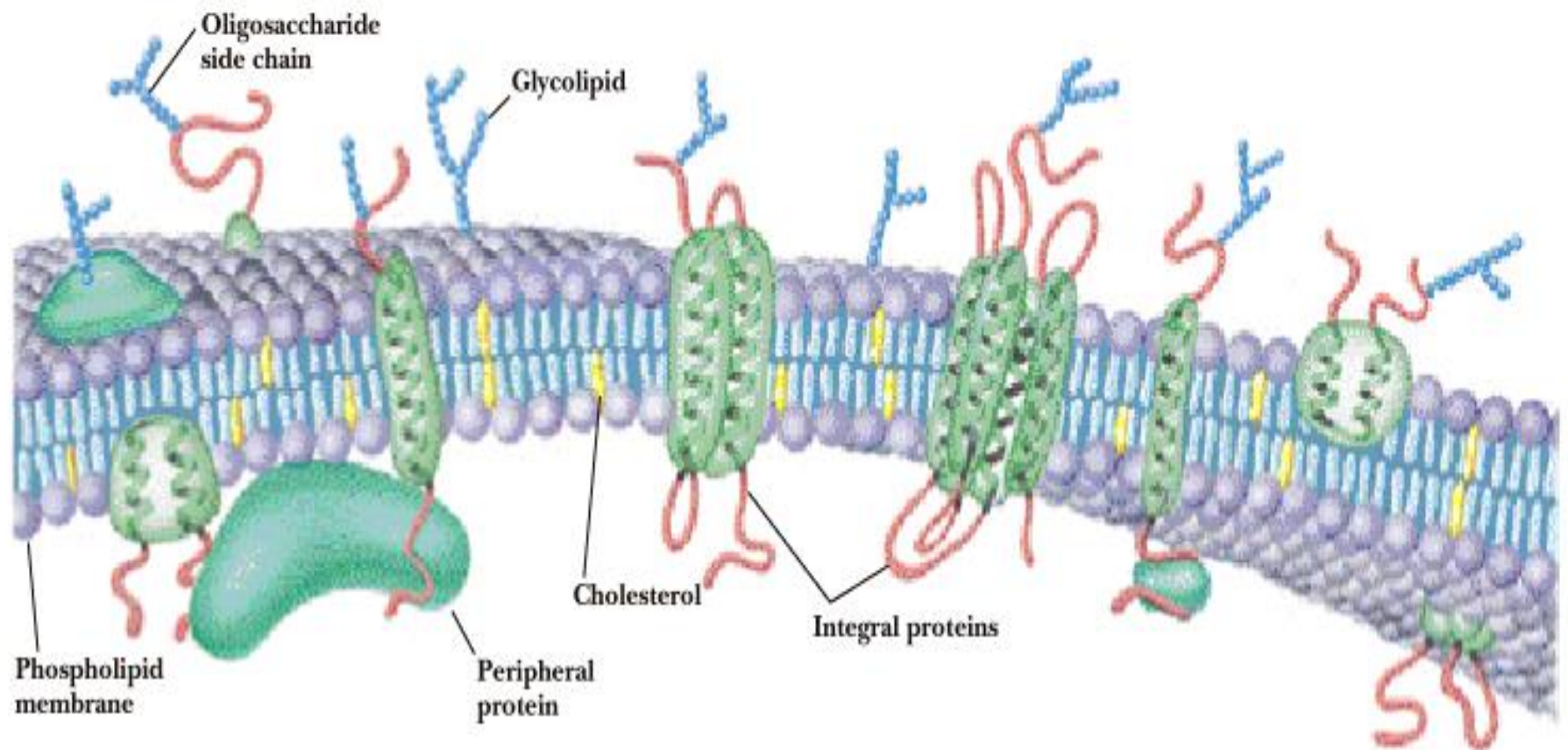


Dermatan sulfate



Hyaluronate

Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 9.6



Hiyaluronik asit

- En çok rastlanan mukopolisakkarittir.
- Hücre çeperinde vertebrakarda, bağlayıcı dokularda, ekstrasellüler yapıda, eklemlerde sinoviyal sıvıda ve gözde humor vitreousta bulunur.
- Hiyaluronik asidin tekrarlanan disakkarit ünitesi D-Glikuronik asit ve N-asetil-D-glikozamin'dir.
- Dermatan sülfat ve keratan sülfat;deri, kornea, kemik benzeri dokularda bulunur.

Glikoproteinler

- Basit proteinlerle karbonhidratların birleşmesiyle oluşan yapılardır.
- Yapısındaki karbonhidrat oranı %1 (ovalbumin), %80 (mukoproteinler) arasındadır.
- Çok fazla oranda karbonhidrat içeren glikoproteinlere ***proteoglikanlar*** adı verilir.

<i>Glikoprotein adı</i>	<i>Bulunduğu yer</i>
Üriner glikoprotein	İdrarda
HCG, FSH, TSH	Hormonlar
Ribonükleazβ, β-glukuronidaz,pepsin, serum kolinesteraz	Enzimler
Ovalbumin,avidin, ovomukodin	Yumurta beyazı
Submaksiller glikoproteinler, gastrik glikoproteinler	Mukoz sekresyonlar
Kollojen	Konnektif doku
Eritrosit membranındaki glikoforin	Hücre membranı

LIPIDLER

YAĞLARIN SINIFLANDIRILMASI

YAĞ ASİTLERİ
a)Doymuş Yağ asitleri
b)Doymamış Yağ
Asitleri

**GLİSERİN TAŞIYAN
LİPİDLER**

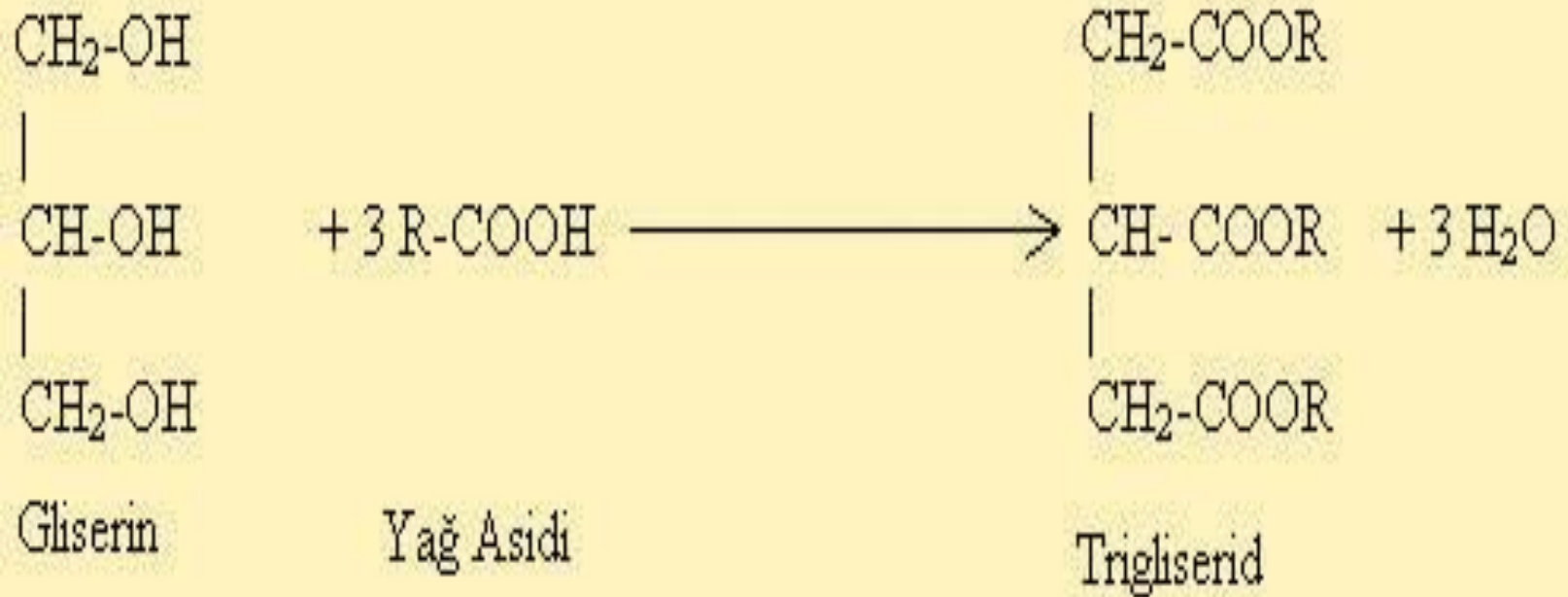
A**Nötral Yağlar**
B**Fosfolipidler**
a**Lesitin**
b**Kefalin**
c**Plazmalogen**

**GLİSERİN
TAŞIMAYAN
LİPİDLER**

a)Mumlar
b)Steroidler
c)Sfingolipitler
d)Terpenler

Suda çözünmeyen eter, kloroform gibi organik çözücüler içerisinde çözünebilen maddelere lipit (yağ) denir.

Yağlar en basit tanımlamayla organik asitlerle alkollerin yaptıkları esterlerdir.



- Doğal sıvı ve katı yağlarda yer alan bileşikler bazı yapısal ve işlevsel özellikler dikkate alındığında sıralamak mümkündür.

Yağ Asitleri

- Yağ asitleri değişik uzunlukta düz zincirlerden meydana gelmiş monobazik organik asitlerdir.
- Her yağ asidi bir alkil ve bir karboksil grubundan oluşur.
- Bileşiğe asidik karakteri kazandıran karboksil grubudur.
- Trigliseritlerin yapı taşlarını oluştururlar.
- Bu nedenle yağların karakteri sahip oldukları yağ asitlerine ve bunların bulunma oranlarına bağlıdır.
- Bugüne kadar yapısı tanımlanmış yağ asitleri 200 den fazladır.

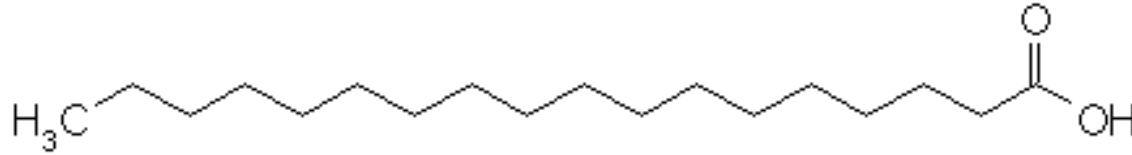
Table 8.1

Common Biological Fatty Acids

Number of Carbons	Common Name	Systematic Name	Symbol	Structure
Saturated fatty acids				
12	Lauric acid	Dodecanoic acid	12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
14	Myristic acid	Tetradecanoic acid	14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16	Palmitic acid	Hexadecanoic acid	16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
18	Stearic acid	Octadecanoic acid	18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
20	Arachidic acid	Eicosanoic acid	20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
22	Behenic acid	Docosanoic acid	22:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
24	Lignoceric acid	Tetracosanoic acid	24:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$
Unsaturated fatty acids (all double bonds are <i>cis</i>)				
16	Palmitoleic acid	9-Hexadecenoic acid	16:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18	Oleic acid	9-Octadecenoic acid	18:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18	Linoleic acid	9,12-Octadecadienoic acid	18:2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
18	α -Linolenic acid	9,12,15-Octadecatrienoic acid	18:3	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
18	γ -Linolenic acid	6,9,12-Octadecatrienoic acid	18:3	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
20	Arachidonic acid	5,8,11,14-Eicosatetraenoic acid	20:4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
24	Nervonic acid	15-Tetracosenoic acid	24:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$

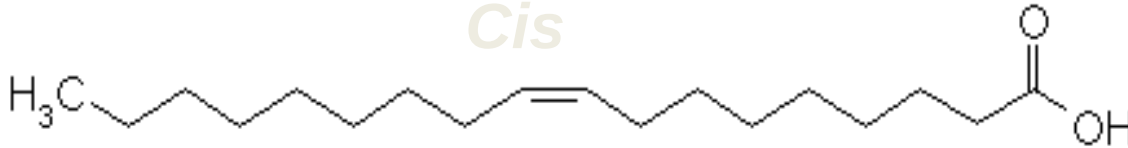
Yağ Asitleri

Doymuş Yağ
asiti

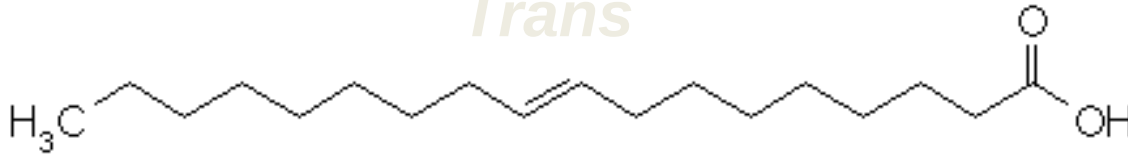


Tekli
doymamış
Yağ asiti

Cis



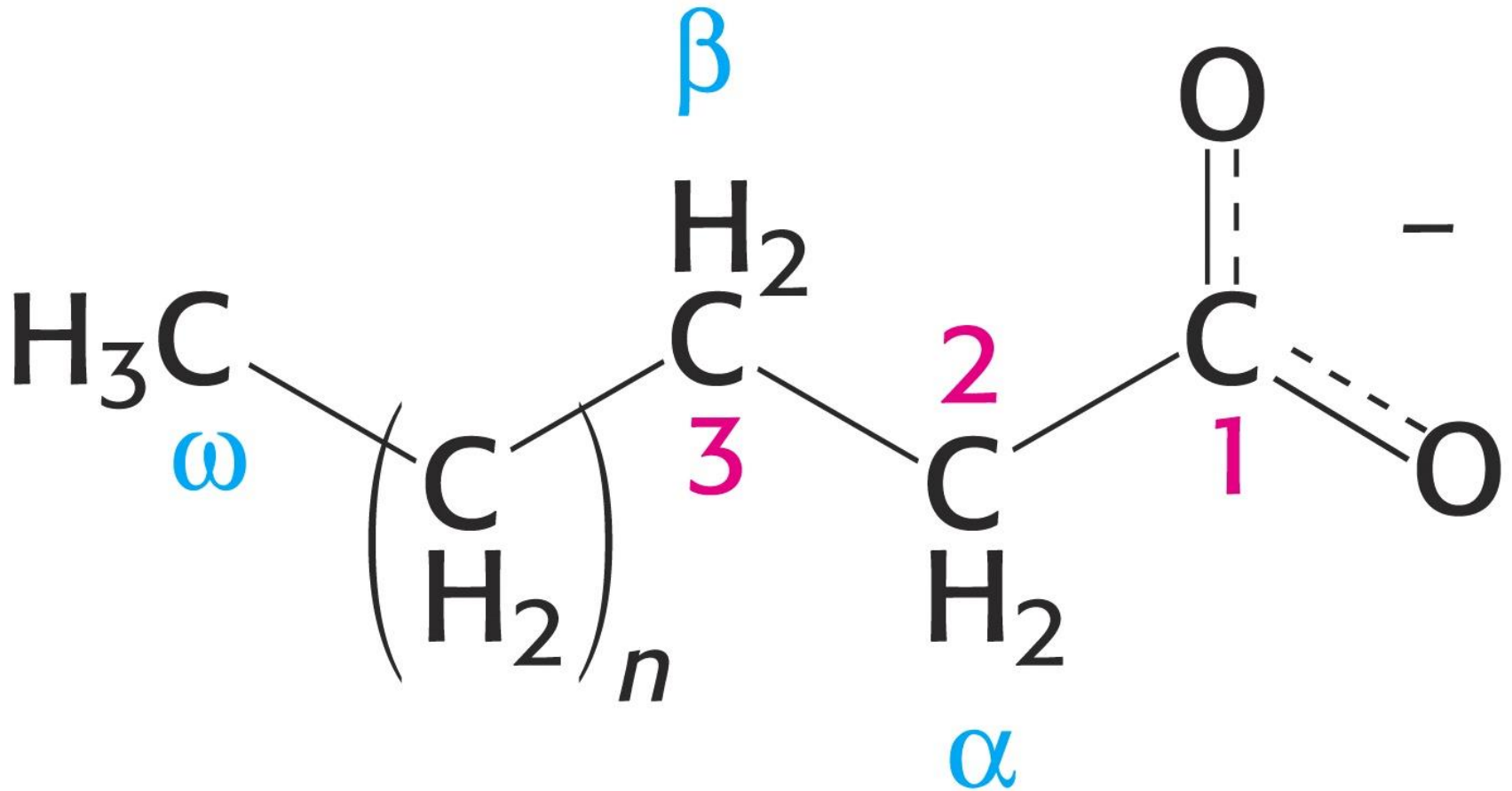
Trans



Çoklu
doymamış
yağ asiti



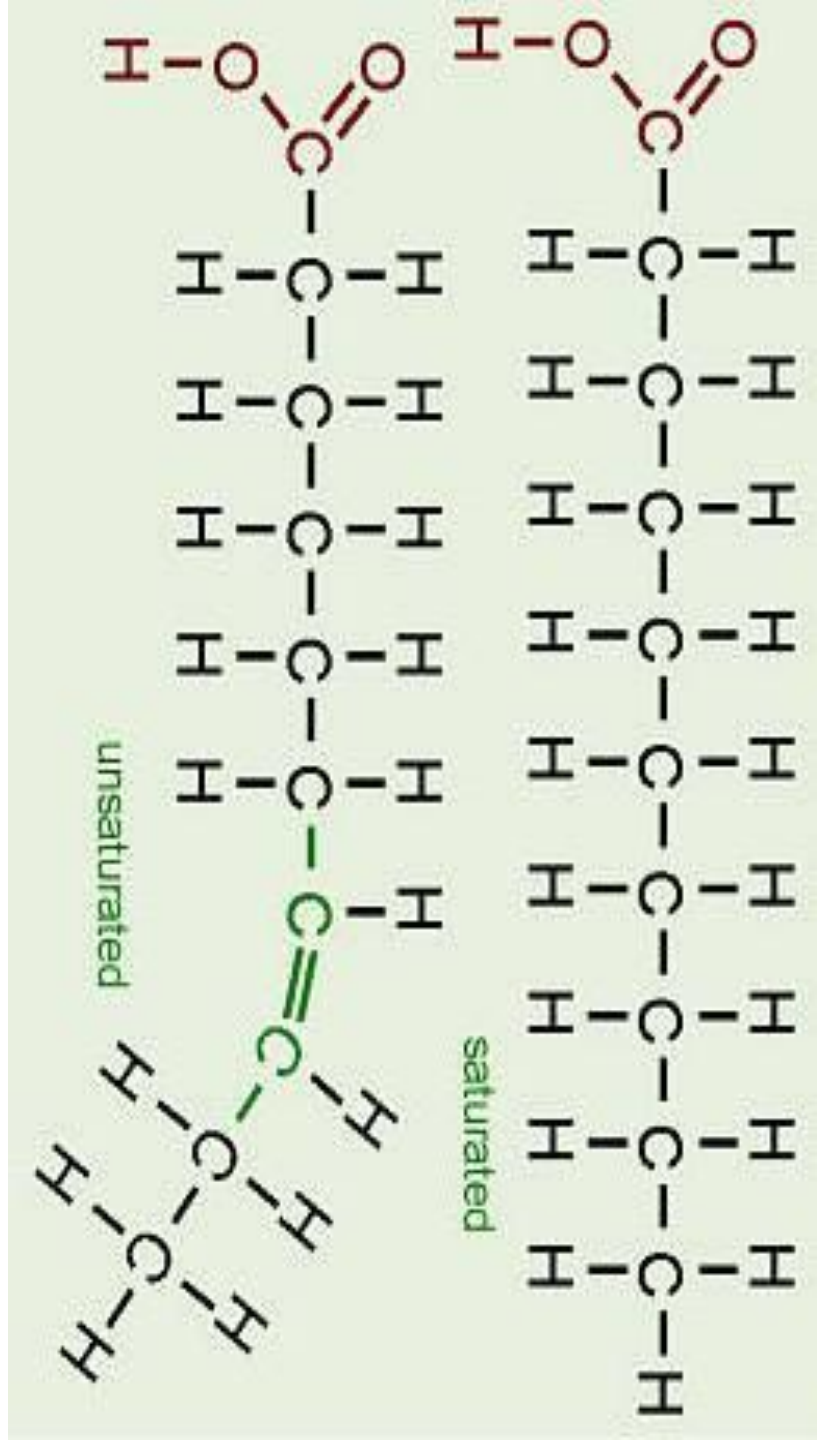
Yağ asitlerindeki C atomunun gösterilmesi



❖ Canlı organizmalarda yer alan lipid ve lipid benzeri bileşiklerin hemen hemen tamamı düz zincirli, doymuş ya da doymamış yağ asidi esterleridir.

❖ Doymuş ve doymamış yağ asitleri kendi içlerinde homolog seriler oluştururlar.

❖ Yağ asitlerinin sahip oldukları fiziksel ve kimyasal özellikler dahil oldukları homolog serinin neresinde yer aldıklarına bağlı olarak değişim gösterir.



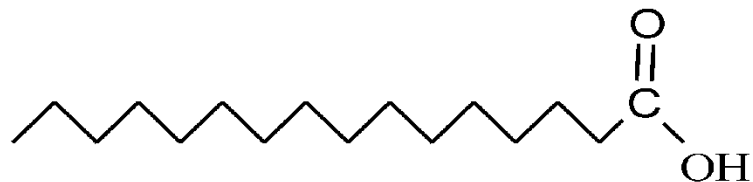
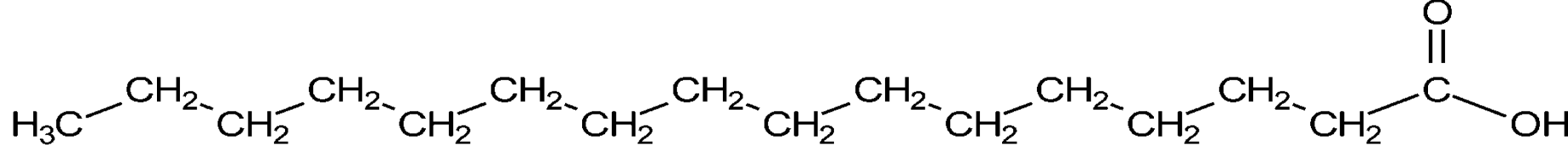
- Doymuş yağ asitleri doğal yağlarda yaygın olarak bulunurlar.
- Genel formülleri ($C_nH_{2n}O_2$) olarak belirlenmiştir.
- Çift sayıda C atomu içerirler.
- Tek C lu yağ asitleri bitkisel yağlarda bulunmazlar.
- Bu gruptaki en kısa zincirli yağ asidi 4 C atomuna sahip bütirik asitken en uzun zincirli yağ asidi 24C içeren lignoserik asittir.

- Daha uzun zincirli yağ asitleri mumların yapısında yer alırlar.
- Bugüne kadar saptanmış en uzun zincirli doymuş yağ asidi ise 38 C içeren oktatriakontanoik asittir.
- Kısa zincirli yağ asitleri , 2-8 C içerenler, oda sıcaklığında sıvıdır.
- Yağ asitlerinin zincir uzunlukları arttıkça erime noktaları yükselir.
- Bu nedenle 8 den fazla C içeren yağ asitleri yapısına katıldıkları yağlara kati karakter kazandırırılar.

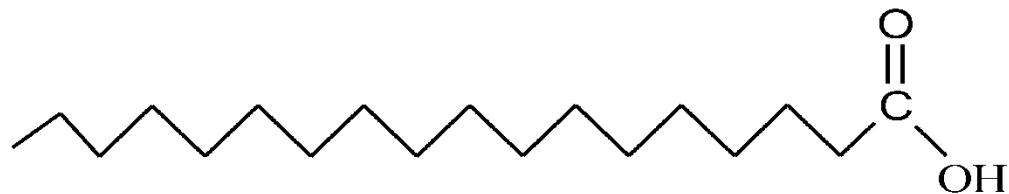
Yün yağı(Lanolin);uzun zincirli yağ asitlerinden ve yüksek alkollerden(Mum) oluşuroluşmuştur

Kapalı Formül	Sistemik Adı	Yaygın Adı	Molekül Ağırlığı (g)	Erime Noktası(C)
$C_4H_8O_2$	Bütanoik asit	Bütrik asit	88	-5.6
$C_6H_{12}O_2$	Heksanoik asit	Kapronik asit	116	-1.5
$C_8H_{16}O_2$	Oktanoik asit	Kaprilik asit	144	16.0
$C_{10}H_{20}O_2$	Dekanoik asit	Kaprinik asit	172	31.3
$C_{12}H_{24}O_2$	Dodekanoik asit	Laurik asit	200	43.6
$C_{14}H_{28}O_2$	Tetradekanoik asit	Miristik asit	228	54.8
$C_{16}H_{32}O_2$	Heksadekanoik asit	Palmitik asit	256	62.6
$C_{18}H_{34}O_2$	Oktadekanoik asit	Stearik asit	284	69.6
$C_{20}H_{40}O_2$	Eikosanoik asit	Arasidik asit	312	75.3
$C_{22}H_{44}O_2$	Dokosanoik asit	Behenik asit	340	79.9
$C_{24}H_{48}O_2$	Tetrakosanoik asit	Lignoserik asit	368	84.1

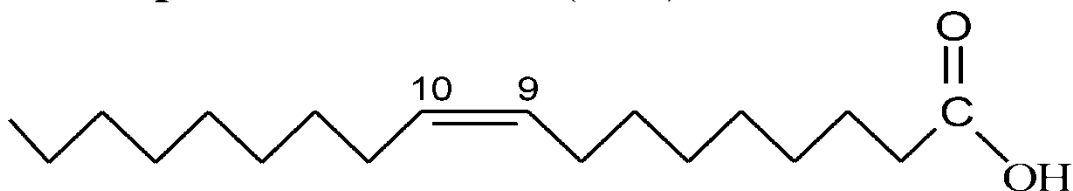
Numerik Sembol	İsim	Kimyasal Yapı
14:0	Myristic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16:0	Palmitic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
16:1 ^{Δ9}	Palmitoleic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18:0	Stearic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
18:1 ^{Δ9}	Oleic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18:2 ^{Δ9,12}	Linoleic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{C}=\text{CCH}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18:3 ^{Δ9,12,15}	Linolenic acid	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}=\text{CCH}_2\text{C}=\text{CCH}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
20:4 ^{Δ5,8,11,14}	Arachidonic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{C}=\text{C})_4(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$



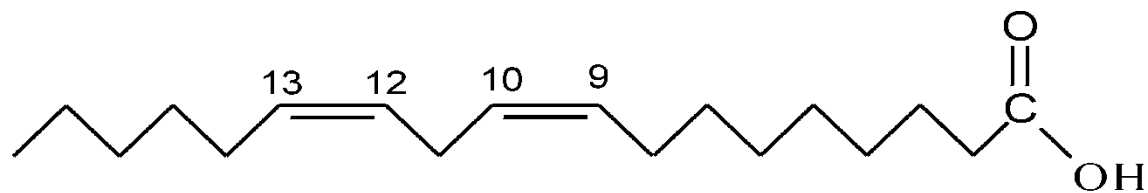
Палмитинска киселина, (16:0)



Стеаринска киселина, (18:0)



Олеинска киселина, (18:1)



Линолна киселина, (18:2)

- Doymuş yağ asitlerinin saflıklarının belirlenmesinde en önemli saflık kriteri erime noktasıdır.
- Bir doymuş yağ asidine ortalama molekül ağırlığını değiştirmeyecek kadar bile başka yağ asitlerinin ilave edilmesi bile erime noktasında önemli değişikliklere neden olur.

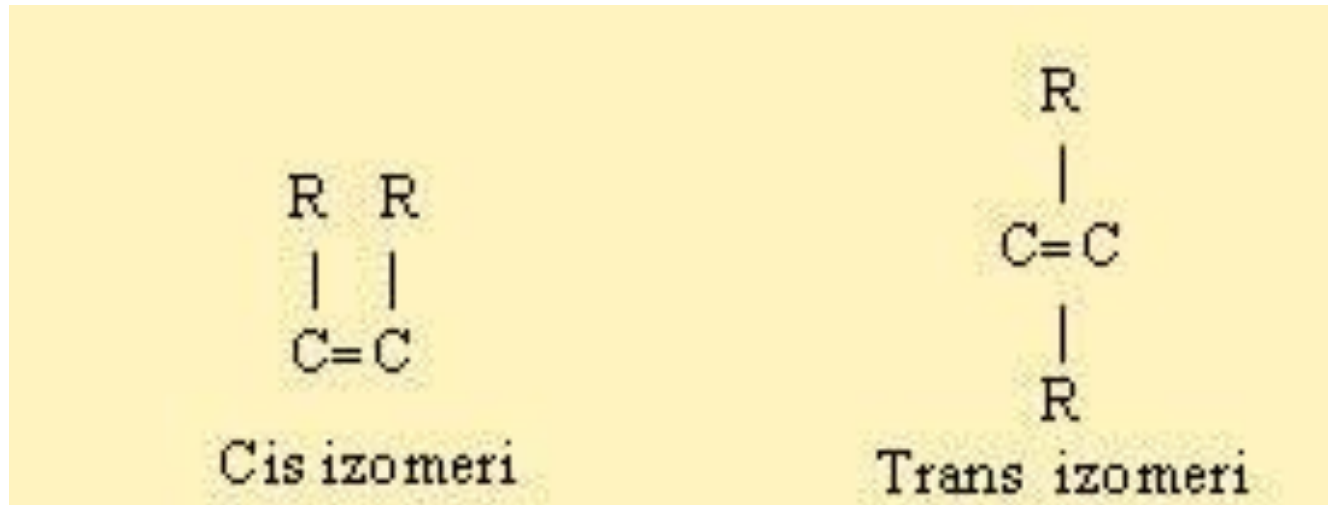
- **Doymamış yağ asitleri bir ya da daha fazla sayıda çift ya da üçlü bağ içerirler ve sahip oldukları çift/üçlü bağın sayısı ve yeri onlara bazı özellikler kazandırır.**
- **Hayvansal organizmalar yağ asitlerinin 1-9 C atomları arasına çift bağ koyamazlar.**
- **Bu nedenle bu yağ asitleri hayvansal organizmalar için esansiyel karakter göstermeleridir.**
- **Tüm doğal, düz zincirli yağ asitleri çift sayıda C atomu içerir.**
- **Aynı sayıda C atomu içeren doymuş ve doymamış yağ asitleri farklı fiziksel ve kimyasal özellikler sergilerler. Örneğin aynı karbon sayısına sahip doymamış yağ asidi lipit çözücülerde doymuş olana göre daha kolay çözünürler.**
- **Genel olarak erime ve kaynama noktaları aynı zincir uzunluğundaki doymuş yağ asitlerine göre daha düşüktür ancak buhar basınçları arasında önemli farklılıklar bulunmamaktadır.**
- **Yoğunlukları ve kırılma indisleri kıyaslandığında ise aynı zincir uzunluğundaki yağ asitlerinden doymamış olan daha yüksek değerlere sahiptir.**

Doymamış yağ asitlerini aşağıdaki gruplandırmak mümkündür.

- **Alken yapıda olanlar: Doğada en yaygın doymamış yağ asitleri alken yapısındadır.**
- **En kısa zincirli olanlar 10 en uzun zincirliler ise 30 C atomu içerirler.**
- **Alken yağ asitleri içerdikleri çift bağ sayısına göre monoen, dien ve polien yağ asitleri olarak ayrılırlar.**
- **Mono enler bir, dienler iki, polienler ise iki ya da daha fazla sayıda çift bağ içeren düz zincirli yağ asitleridir.**
- **Alkin yapıda olanlar: Alkinler yapılarında en az bir tane üçlü bağ içerirler.**

Kapalı Formül	Sistematik Adı	Yaygın Adı	Molekül Ağırlığı (g)	Erime Noktası (°C)
$C_{10}H_{18}O_2$	9-desenoik asit	Kaproleik asit	170	-
$C_{14}H_{26}O_2$	9-tetradesenoik asit	Miristoleik asit	226	-4
$C_{18}H_{34}O_2$	9-oktodesenoik asit	Oleik asit	283	13-16
$C_{20}H_{38}O_2$	9-eikosenik asit	Gadoleik asit	311	23
$C_{18}H_{32}O_2$	9,12-oktatekadienoik asit	Linoleik asit	280	-5
$C_{18}H_{30}O_2$	9,12,15-oktatekatrienoik asit	Linolenik asit	278	-11

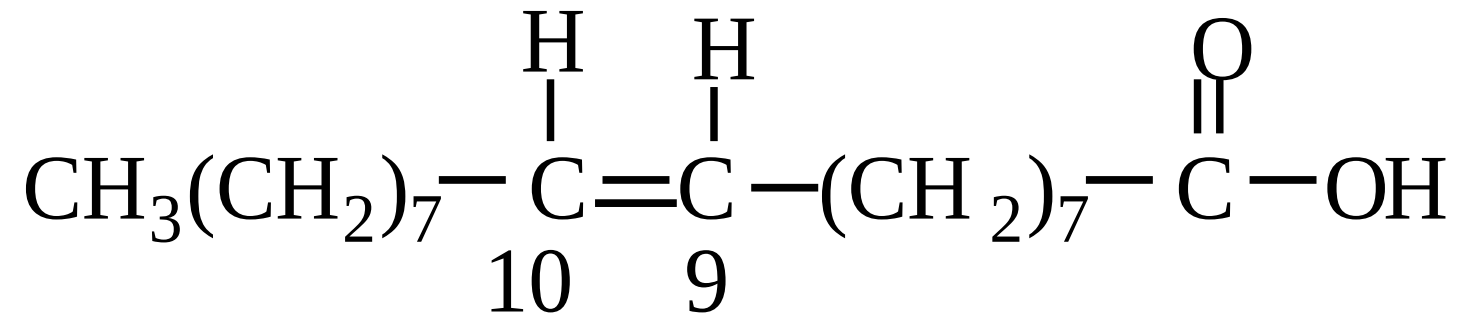
Tablo: Doymamış yağ asitlerinin bazı özellikleri



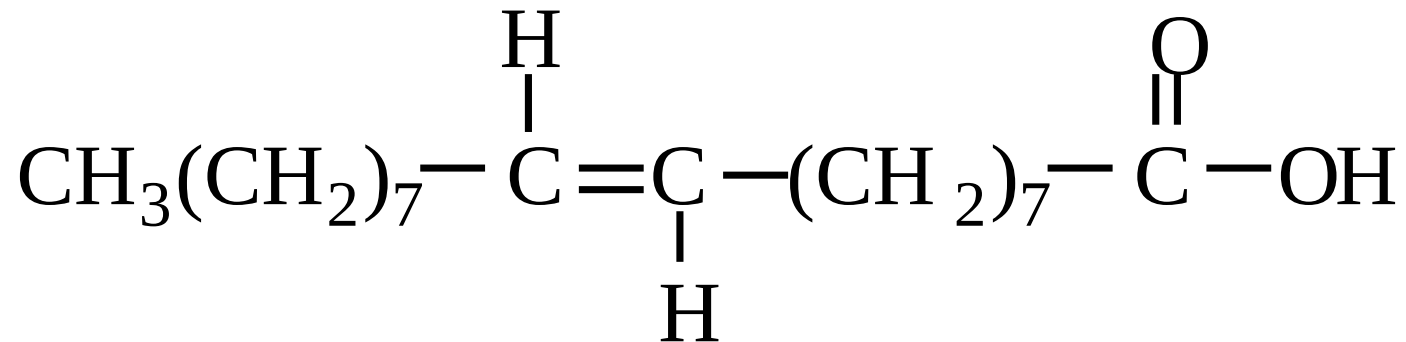
*Cis formundaki yağ asitlerinin erime noktaları trans formuna göre daha düşüktür.

*Cis formundaki oleik asidin EN 16°C iken trans formu olan elaidik asidin EN 43°C dir.

*Bu durumdan yararlanarak hidrojenizasyon sırasında yağ asitlerinin cis formları trans formuna dönüştürülerek doymamış katı yağlar elde edilir.



Cis 9 - Octadekenoik Asit(oleik sit)



Trans 9 - Octadekenoik Asit (elaidik asit)

Esansiyel Yağ Asitleri

- Linoleik, linolenik ve arahidonik yağ asitlerine esansiyel yağ asitleri denir.
- Bunlar hayvan organizması tarafından sentez edilemezler. Diyetle alınmaları gereklidir.
- Esansiyel yağ asitlerinin bulunmaması halinde cilt lezyonları görülmektedir. Ciltte kuruma ve kanamalar olur, büyüme yavaşlar.
- Hayvansal organizma ancak bir tek bağ yapabilme yeteneğindedir ve onun için 2,3,4 çift bağlı esansiyel yağ asitlerini yapma yeteneğinden yoksundur.

Omega-6 HARİTASI

Linoleik asit (18:2)



γ -Linolenik asit (18:3)



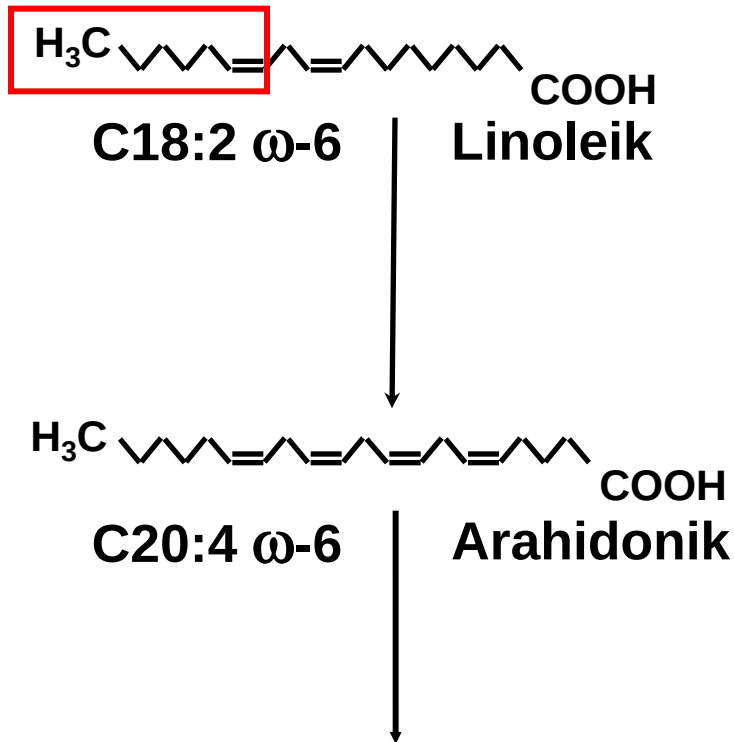
Dihomo- γ -linolenik asit (20:3)



Arahidonik asit (20:4)

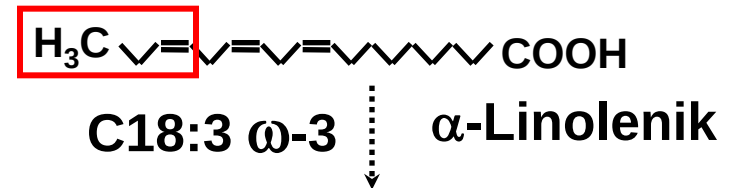
Essential Yağ Asiti Ailesi

ω -6 family



*Trombotik
Inflammatory*

ω -3 family



C20:5 ω -3

**Eikosapentaenoik
EPA**



C22:6 ω -3

**Dokosaheksaenoik
DHA**

*az thrombotik
az inflammatory*

Yağ Asitlerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

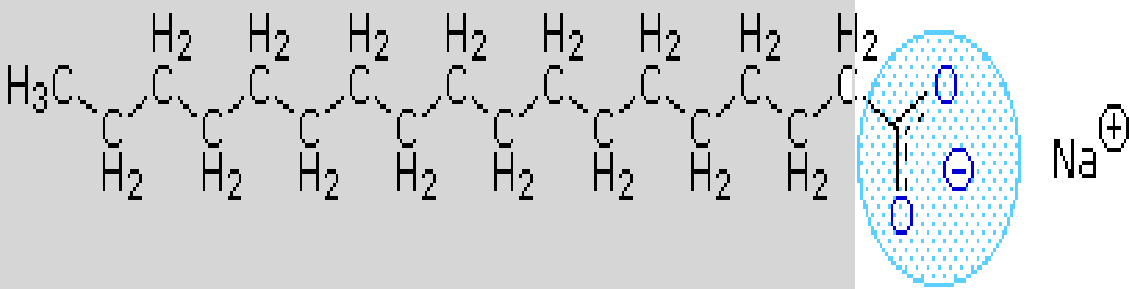
- Doymuş ve doymamış yağ asitleri tamamen farklı konfigürasyonlara sahiptir.
- Doymuş yağ asitlerindeki hidrokarbon zinciri tamamen fleksibl bir yapıya sahiptir.
- Karbon sayısı 10' dan küçük olan doymuş yağ asitleri oda ısısında sıvı ve uçucu, diğerleri katıdır.
- Karbon sayısı arttıkça uçuculuk ve erirlik azalır ve suda erimezler.
- Doymamış yağ asitlerinin tümü oda ısısında sıvıdır, uçmazlar ve suda erimezler.
- Yağ asitleri, sıcak organik çözücülerde çözünürler.

Yağ asitlerinin esterleşmesi

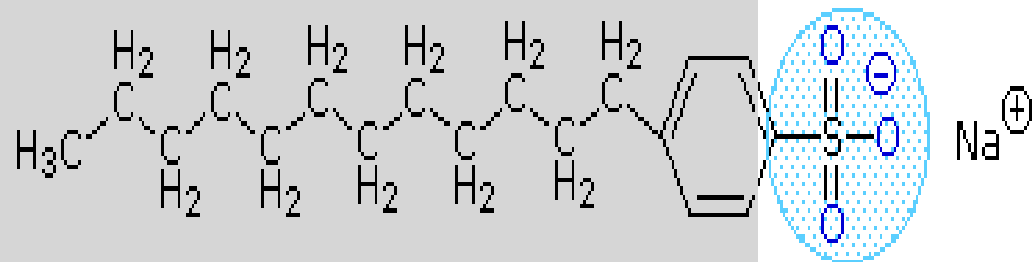
- Yağ asitlerinin karboksil gruplarının en önemli reaksiyonlarından birisini alkollerle ester oluşturmaları teşkil eder. Reaksiyon sonucunda bir molekül ester ve bir molekül su oluşur.
- $R1-COOH + R2 OH \rightarrow R1-COO-R2 + H2O$
- **Çift bağa Hidrojen girebilir**
- Oleik asit + $H_2 \rightarrow$ Stearik asit
- **Çift Bağa Halojen Girebilir**
- Oleik asit + $Br_2 \rightarrow$ Dibromo stearik asit
- **Okside Olabilirler ($KMnO_4$) ile**
- Oleik asit $\rightarrow$ Dihidroksi stearik asit

Tuz Teşkili

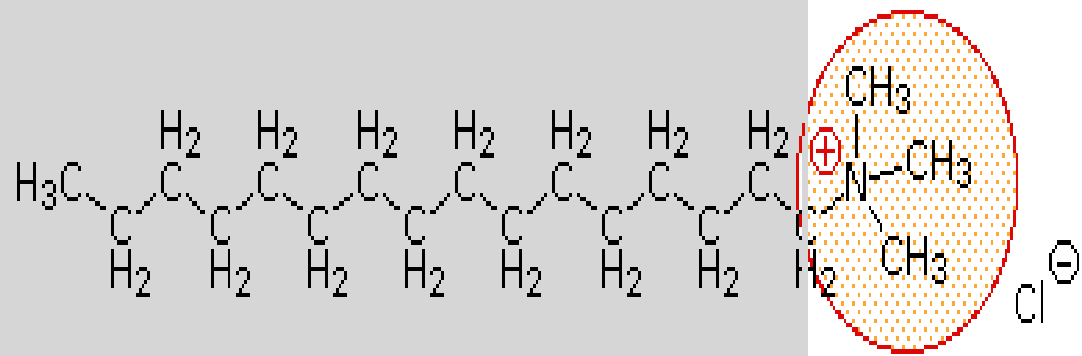
- C sayısı 6 dan fazla olan yağ asitlerinin alkali metallerle yaptıkları tuzlara sabun denir.
- Yağ asitlerinden yüksek ısı ve basınçta H ile doyurularak elde edilen yüksek alkollerin sülfat esterlerinin alkali metal tuzlarına deterjan denir.



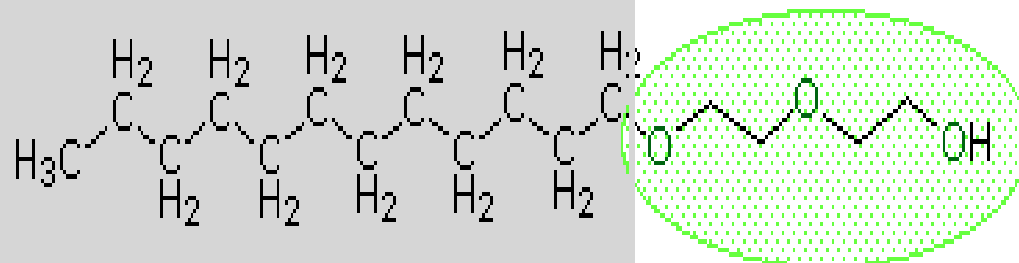
a soap
sodium stearate



an anionic detergent
sodium p-dodecylbenzenesulfonate



a cationic detergent
hexadecyltrimethylammonium chloride



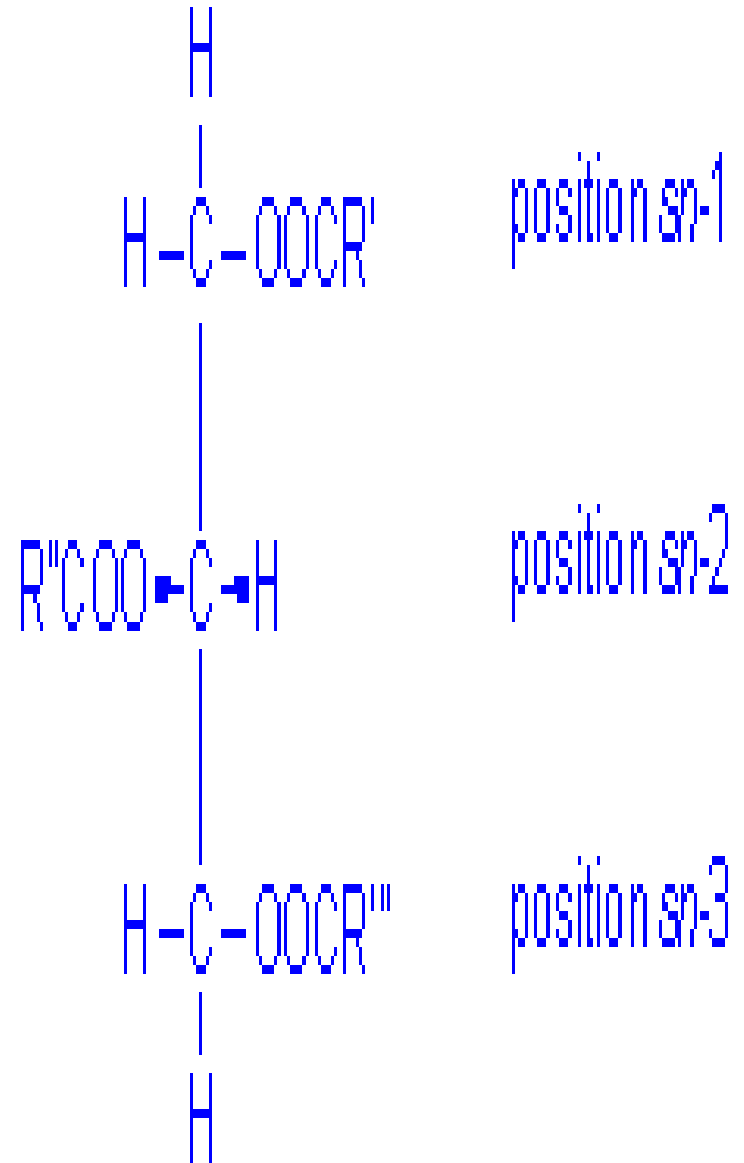
a nonionic detergent
di(ethylene glycol) dodecyl ether

Nonpolar Hydrocarbon "Tail"

Polar "Head Group"

Gliseritler

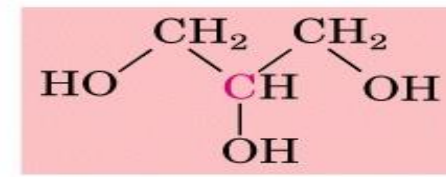
- Gliseritler yağ asitlerinin gliserolle esterleşmesi sonucu oluşurlar.
- Yağların ağırlıkça en büyük bileşeni gliseritlerdir.
- Gliseritler doğal olarak trigliseritler yapısında bulunur.



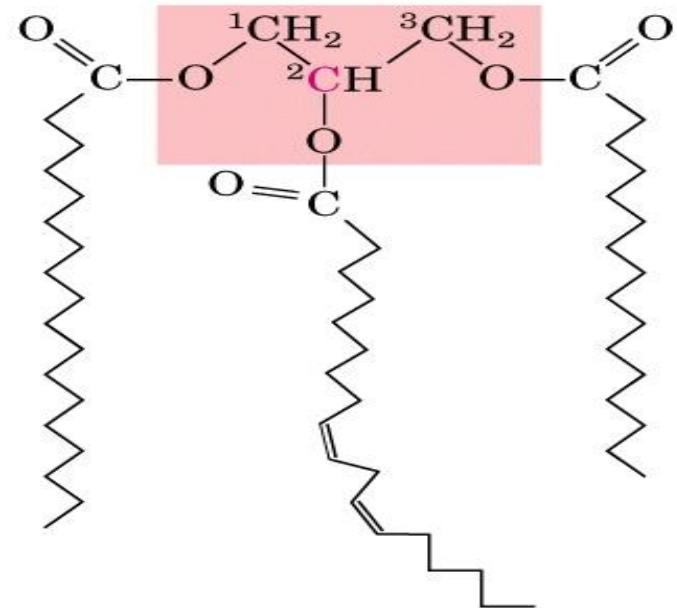
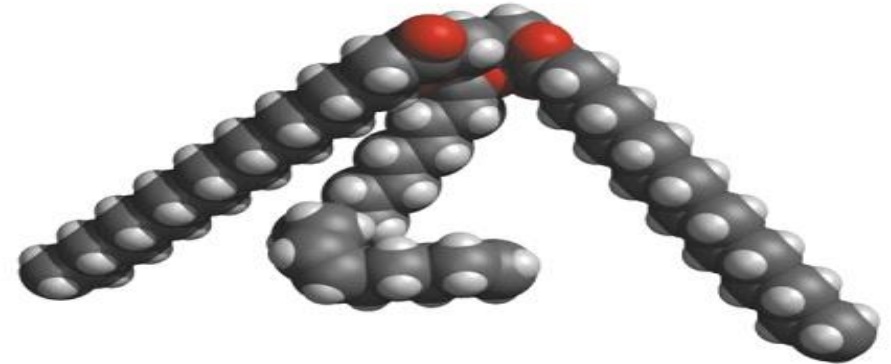
❖ Mono- ve di- gliseritler ise trigliseritlerin hidrolizi sonucu oluşurlar.

❖ Trigliseritler kendilerini oluşturan yağ asitlerinin özelliklerini taşırlar.

❖ Örneğin doymamış bir yağ asidi yapısına katıldığı trigliseritin de doymamış karakter kazanmasına neden olur.

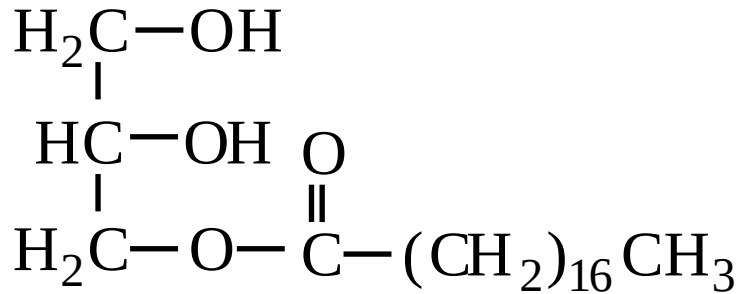


Glycerol

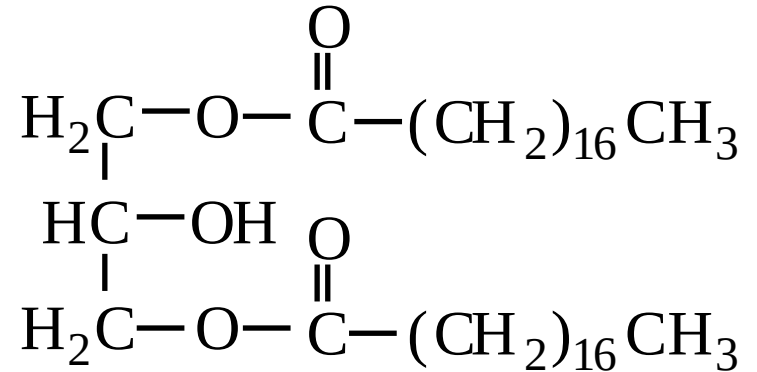


1-Stearoyl, 2-linoleoyl, 3-palmitoyl glycerol,
a mixed triacylglycerol

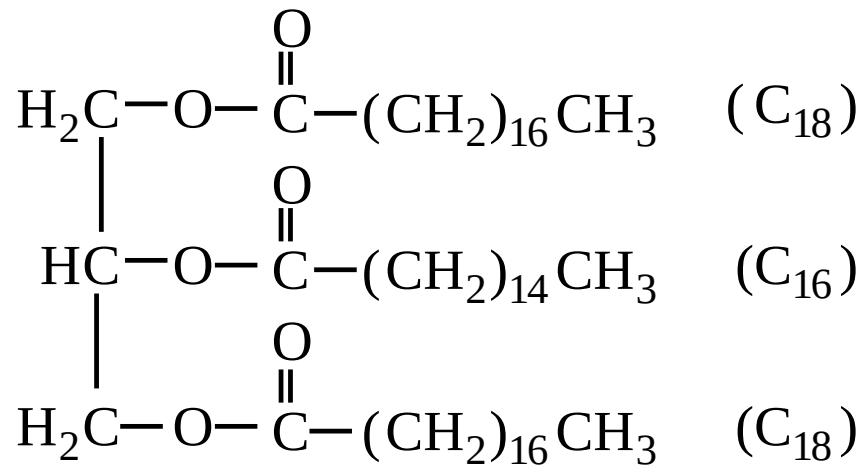
GLISERITLER



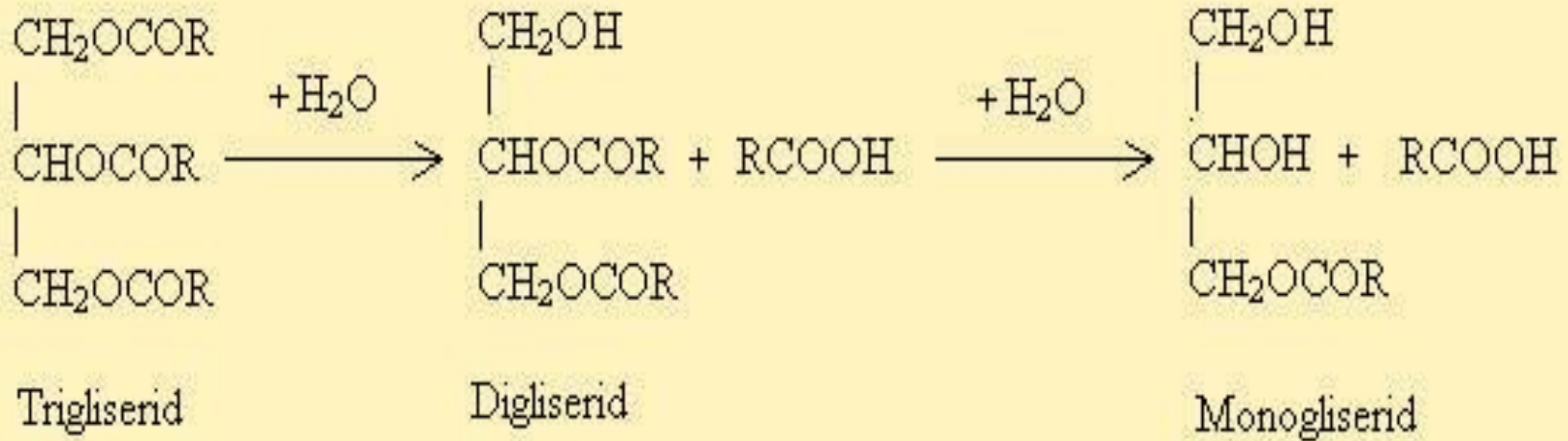
Monoglyceride (α - monostearin)



Diglyceride (α, α' - distearin)



Triglyceride (β - palmityl distearin)

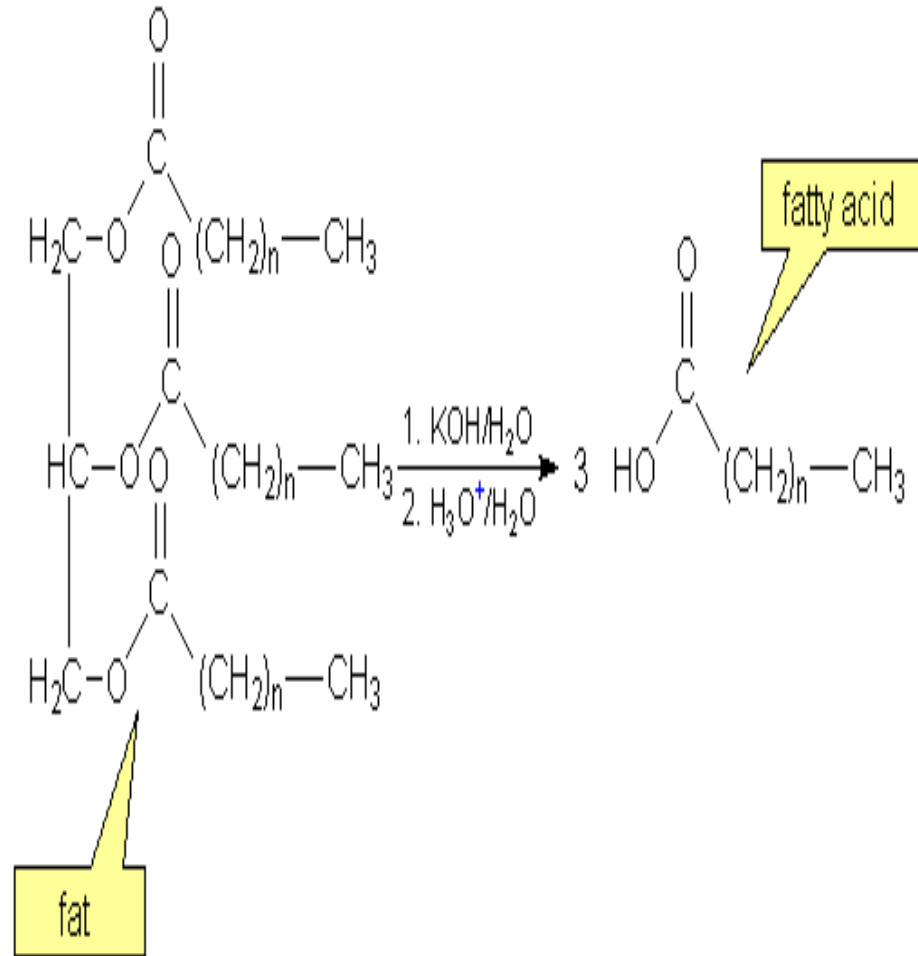


Tablo:Trigliseritlerden mono- ve digliserit oluşumu.

- Monogliseritler ve digliseritler hem polar hem de apolar bağlar içerirler. Bu nedenle hem suda hem de yağ da çözünen bu bileşikler gıda sanayiinde emülgatör olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Nötral Yağlar

- Günlük yaşamda en çok ihtiyaç duyulan maddelerden biridir.
- Yağlar yağ asitlerinin gliserol ile yaptıkları esterlerdir.
- Yağ asitleri metabolizmaya önemli yakıt kaynağı olarak hizmet verirler.
- Genel olarak triasilgliseroller olarak adlandırılan kompleks lipitler üç yağ asidinin gliserolün üç hidroksil gurubuyla esterefiye olmasından meydana gelir.
- Triasilgliseroller hidrofobik olduklarından hücre içerisinde damlacık halinde bulunurlar.
- Yağ damlacıkları enerji üretiminde kullanıldıklarından mitokondriye yakın yerlerde bulunurlar.



- ❖ Memelilerde yağların çoğu adipoz dokuda depo edilir.
- ❖ Adipoz dokuda yağ ihtiva eden hücrelere adiposit denir.
- ❖ Memelilerde adipoz dokular karın boşluğu çevresinde ve deri altında bulunur.
- ❖ Deri altındaki bu yağlar sıcak kanlı hayvanlar için çok önemli olup enerji kaynağı olarak kullanılırlar.
- ❖ Memelilerde bulunan yağların önemli bir kısmı olan triasilgliseroller polar ve non polar bir yapıya sahip olduklarından membran yapısına katılırlar.

Yağları Tanımlayıcı Sayılar

- **Sabunlaşma Sayısı:**

Bir gram yağın sabunlaşması için gerekli olan KOH miktarının mg cinsinden miktarıdır.

- **İyot Sayısı:**

100 gram yağın bağladığı iyotun (gr) miktarıdır. Nispi doymamışlık tespitinde kullanılır.

- **Asetil Sayısı:**

1 gr asetilleşmiş yağın sabunlaşmasıyla açığa çıkan asetik asidi bağlamak için gerekli KOH mg miktarıdır.

- **Asit Sayısı:**

Bir gr yağda mevcut serbest yağ asitlerinin nötralize edilmesi için gereken KOH in mg cinsinden miktarıdır.

- **Uçucu Yağ Asitleri:**

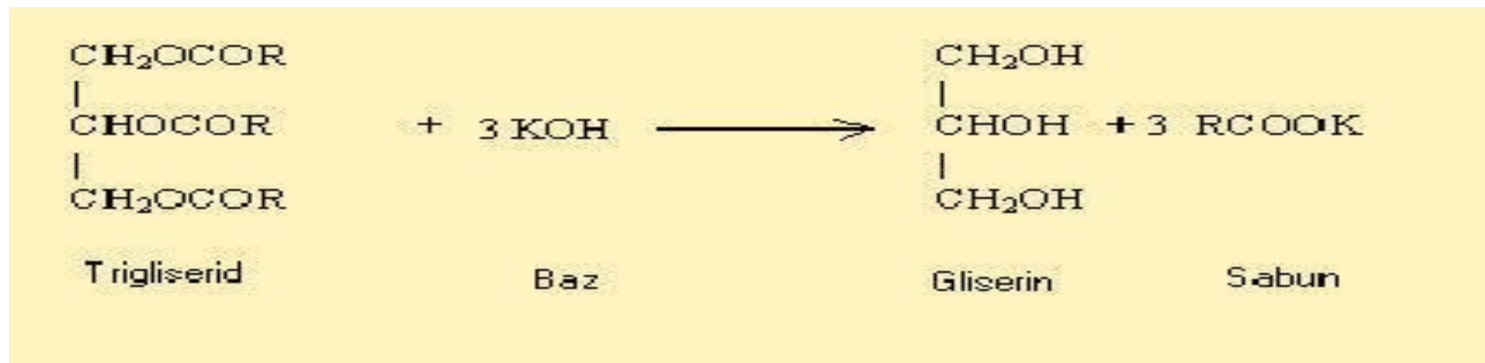
5 gr yağdan sabunlaştırma asitleştirme ve buhar damıtma yolu ile elde edilen uçucu yağ asitlerinin nötralize edilebilmesi için gerekli 0,1 N alkalinin ml miktarıdır.

Yağların bozulması

- Işık, sıcaklık, oksijen ve lüzumlu katalitik madde dahil olmak üzere uygun şartlarda doymamış yağ asitleri oksidasyona maruz kalırlar.
- Yağların bozulmasının yani acılaşmasının üç sebebi vardır.
 1. Yağ asitlerinde mono ve digliseritlerde hidroliz olma
 2. Çift bağdan oksitlenerek peroksitlere, peroksitlerinde fena kokulu ve kötü tattaki aldehitlere dönüşmesi
 3. Beta oksidasyonu

Lipitlerde Meydana Gelen Reaksiyonlar

- **Sabunlaşma**
- Ortamda az miktarda sabun çözeltisi ve emülsiye edici ajanların bulunması lipitlerin enzimatik olarak sabunlaşmasına ve parçalanmasına neden olacaktır.
- Sabunlaşma reaksiyonları bir trigliserit molekülü için aşağıdaki gibi gerçekleşir.



Sabunlaşma sayısı

- 1 gram yağın sabunlaşması için harcanması gereken bazın (KOH, 56 g/mol) mg olarak miktarıdır. Bu miktar her trigliserit molekülü için sabittir. Buna göre sabunlaşma sayısı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\text{Sabunlaşma Sayısı} = \frac{16800}{\text{OMA}}$$

OMA: Yağın ortalama molekül ağırlığı

- Sabunlaşma sayısı yağların ve yağ asitlerinin saflığının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Bunun dışında sabunlaşma yağ işleme teknolojisinde serbest asitliğin giderilmesi için kullanılmaktadır.

Re-esterifikasyon

- Gliserinin yağ asitleriyle esterlenerek trigliseritlerin oluşturulduğu reaksiyonlardır.
- Bu reaksiyon sanayide lak ve reçine üretiminde kullanılırken hemen hemen tüm ülkelerde yemeklik yağ sanayinde kullanımı yasaklanmıştır.
- Bu şekilde elde edilen trigliseritin doğal yapısı az ya da çok değişikliğe uğrayacağından gıda olarak tüketime uygun değildir.

İnteresterifikasyon

- İnteresterifikasyon yağ asitleri ve gliserolün doğal yapısının da herhangi bir değişikliğe neden olmaksızın trigliseritlerde yerleşim değişikliği yapılarak gerçekleştirilir.
- Bu sayede yağların istenmeyen fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler yapılarak niteliği geliştirilmektedir.

Hidrojenizasyon

- Doymamış yağ asitleri uygun koşullarda halojenlerle katılma reaksiyonları verirler.

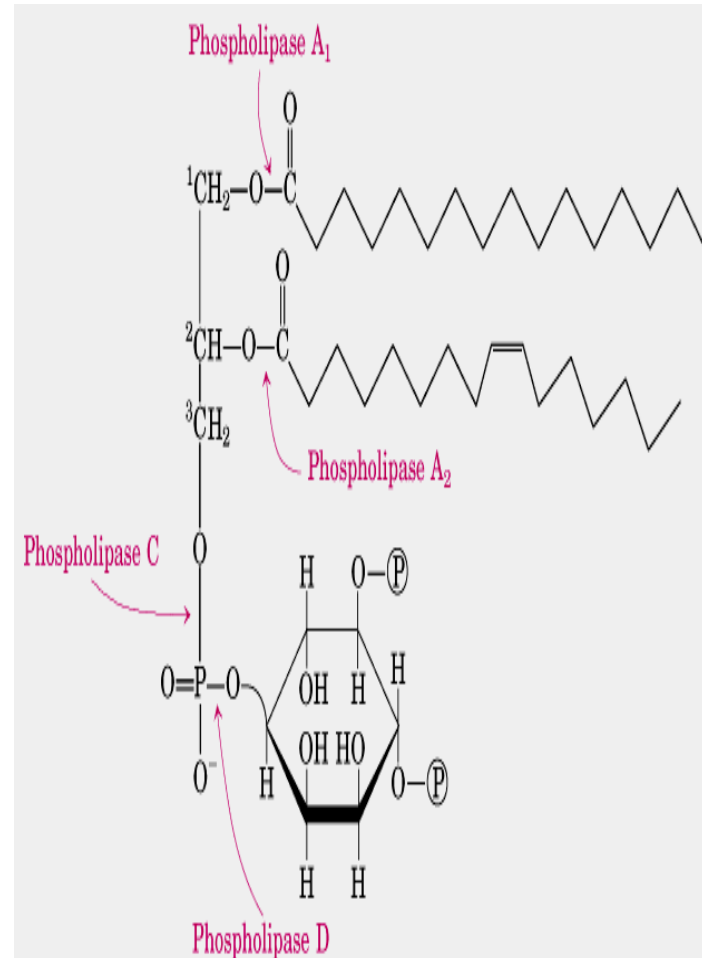
Uygun katalizörlerin eşliğinde doymamış yağ asidi yapısına hidrojenin katılması ise hidrojenizasyon olarak adlandırılır.

- Hidrojenizasyon reaksiyonu genel olarak aşağıdaki tepkimeyle ifade edilebilir.

Hidrojenizasyon 20. yy in başından beri yemeklik sıvı yağlardan kati margarinlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır.

Fosfolipitler

- Yapılarında fosforik asit ihtiva ettiklerinden oldukça polar bileşiklerdir. En önemli görevleri hücre yapısına katılmalarıdır.
- Bundan dolayı fosfolipidler enerjiden ziyada yapısal görev üstlenmişlerdir. Fosfolipidlerin içerisinde en çok bulunanı fosfogliseridlerdir.
- Fosfogliseridlerde gliserole iki yağ asidi ve bir fosfat gurubu bağlanmıştır.
- Fosfolipitlerin yağlarda çok düşük oranlarda bulunmalarına rağmen çok önemli bileşiklerdir.
- Kolesterolle birlikte hücre lipidlerinin temelini oluştururlar.
- Amfoter özellik göstermeleri nedeniyle polar ve apolar gruplar arasında geçiş teşkil ederler.
- Bu nedenle emülgatör olarak kullanılırlar.



Phospholipids are the primary bilayer forming lipids of cell membranes

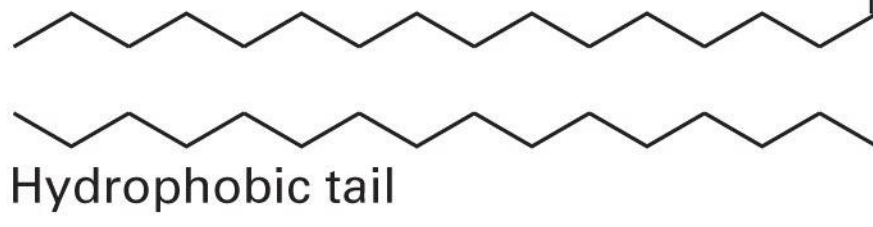
(a) Phosphoglycerides

Fatty acyl chains

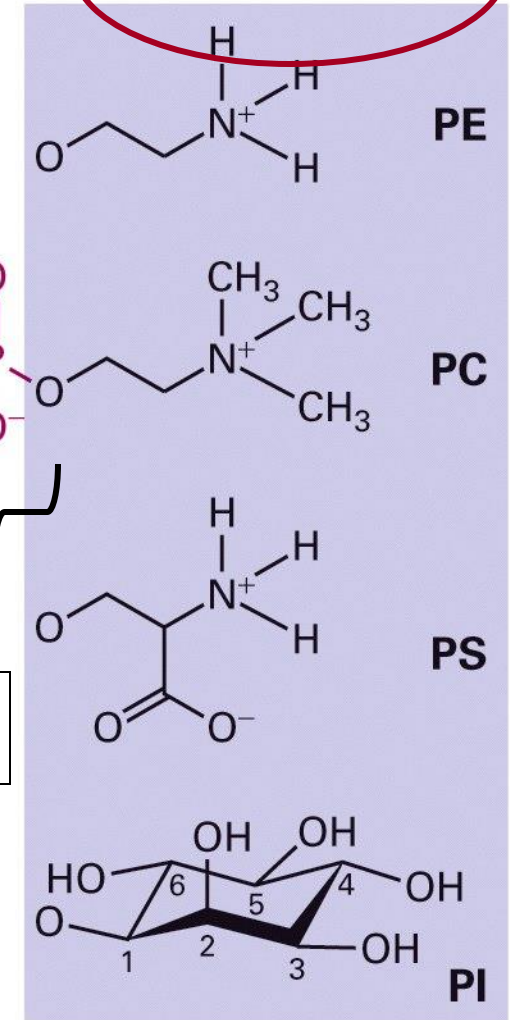
Glycerol

Head group

Fatty acids linked to **glycerol** by ester bonds at carbons 1 and 2



Phosphate

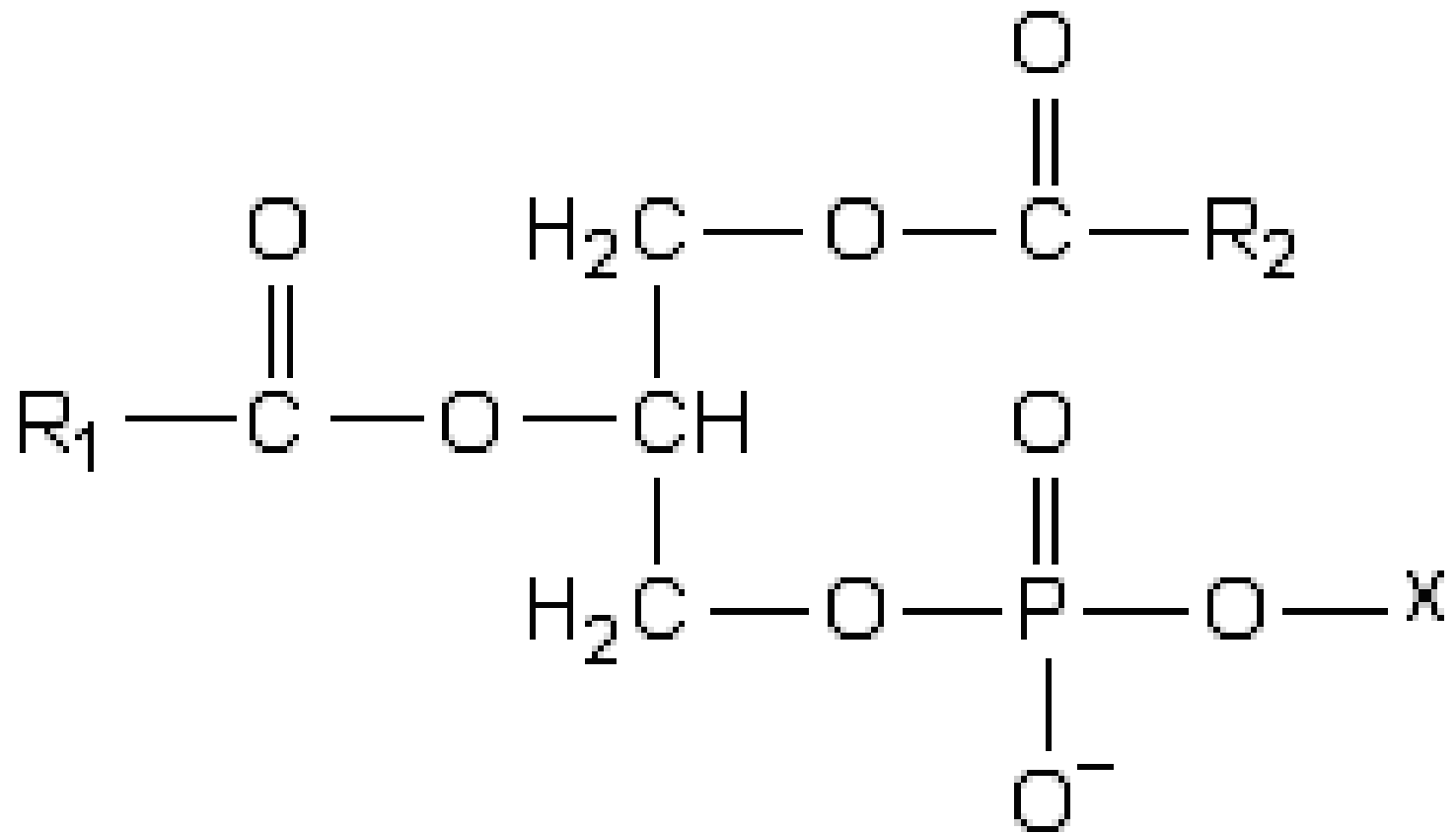


Alcohol headgroup is linked to **glycerol** at carbon 3 by phosphodiester bond.

Name of glycerophospholipid	Name of X	Formula of X	Net charge (at pH 7)
Phosphatidic acid	—	— H	−1
Phosphatidylethanolamine	Ethanolamine	— CH ₂ —CH ₂ —NH ₃ ⁺	0
Phosphatidylcholine	Choline	— CH ₂ —CH ₂ —N ⁺ (CH ₃) ₃	0
Phosphatidylserine	Serine	— CH ₂ —CH(NH ₃ ⁺)COO [−]	−1
Phosphatidylglycerol	Glycerol	— CH ₂ —CH(OH)—CH ₂ —OH	−1
Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate	<i>myo</i> -Inositol 4,5-bisphosphate		−4
Cardiolipin	Phosphatidyl-glycerol		−2

Fosfatidil Bileşikleri

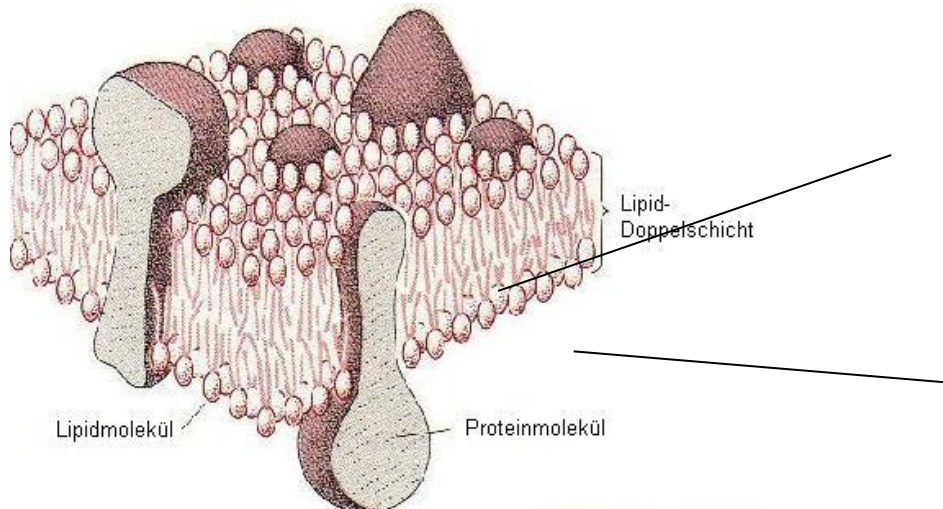
- Bir çok fosfolipid, gliserolün iki karbonunun yağ asidi ile bir karbonunda fosforik asitle birleşmesi sonucu değişik bileşikler oluşur.
- Buradaki yağ asitleri genellikle 1. karbona doymuş yağ asitleri 2. karbona ise doymamış bir yağ asidi bağına sahiptir.
- Bu yapıdaki fosfatidik asit fizyolojik olarak iyonize H konsantrasyonları ve tabi çözeltilerde bir veya iki pozitif yük taşırlar.
- Bundan dolayı fosfotidler diye adlandırılırlar.



Şekil:Fosfatidik asit

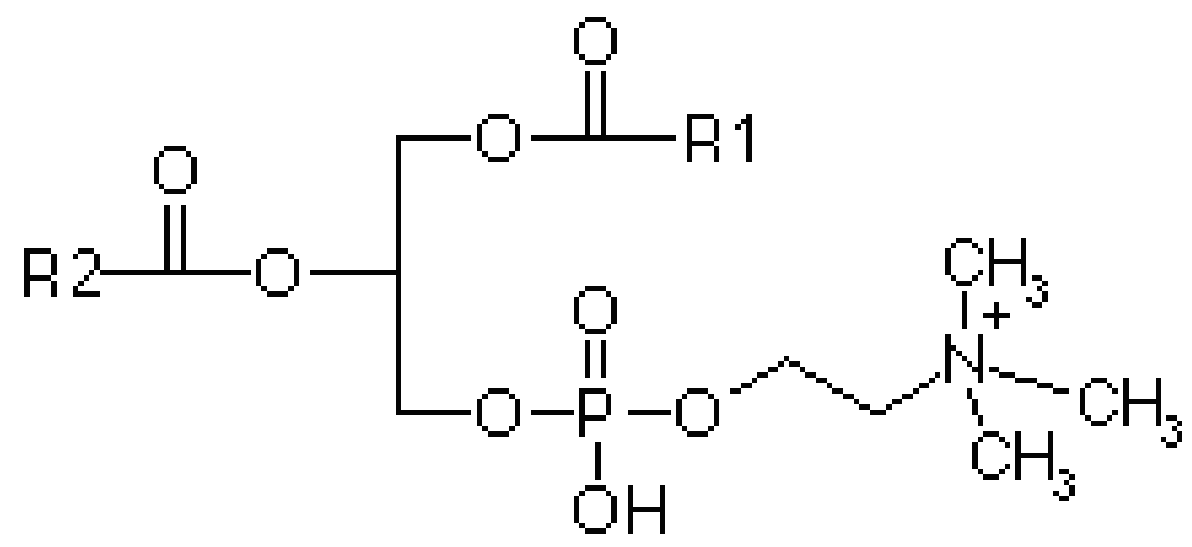
Fosfatidler

- Tabiatta yaygın olarak bulunurlar.
- Glisero fosfat türevidirler ve azotlu bir baz taşırlar.
- Bu grupta lesitin, kefalin ve plazmalogen bulunmaktadır.



Lesitin

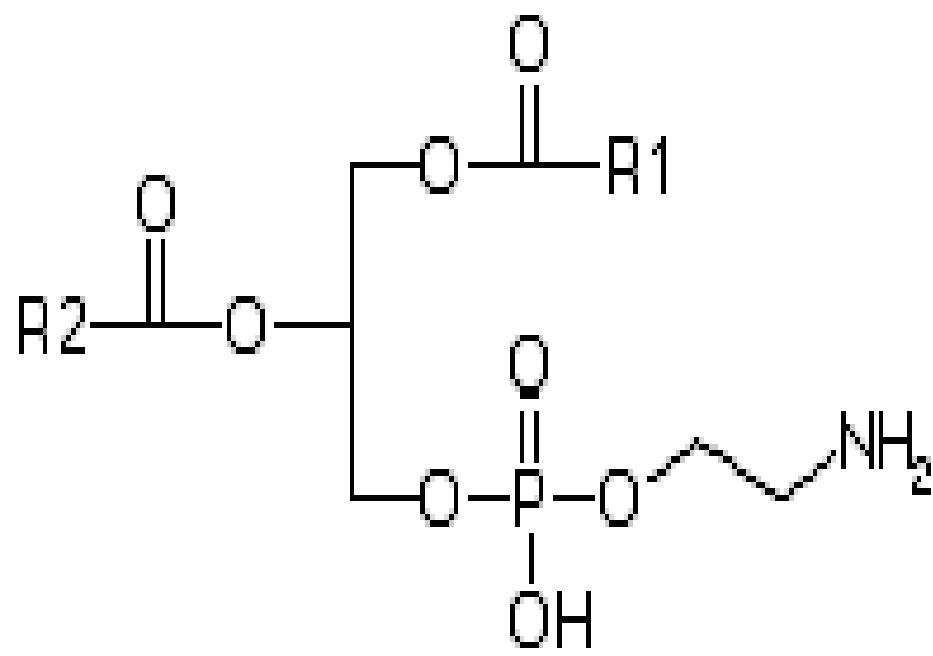
- ❖ Hidroliz olduğunda, gliserin, yağ asidi, fosforik asit ve azotlu bir baz olan kolin içerir.
- ❖ Lesitin kolinin vücuttaki depo şeklidir. Fosfat ve kolin alfa karbonuna bağlandığı için bu ismi almıştır.
- ❖ Tabiatta yaygın halde bulunur. Kuvvetli hemoliz yapıcı etkiye sahiptir.
- ❖ Suda erimezler ancak affiniteleri vardır.



Şekil Fosfatidilkolin (Lesitin)

Kefalinler

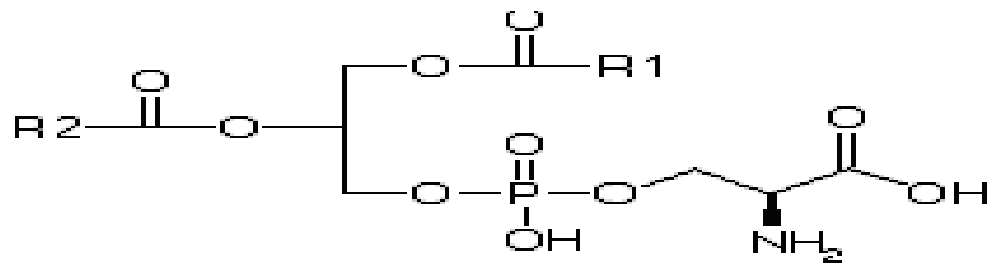
- ❖ Kefalin beyin ve vücut dokularında bulunur.
- ❖ Gliserin, yağ asidi, fosforik asit ve kolaminden meydana gelmiştir.



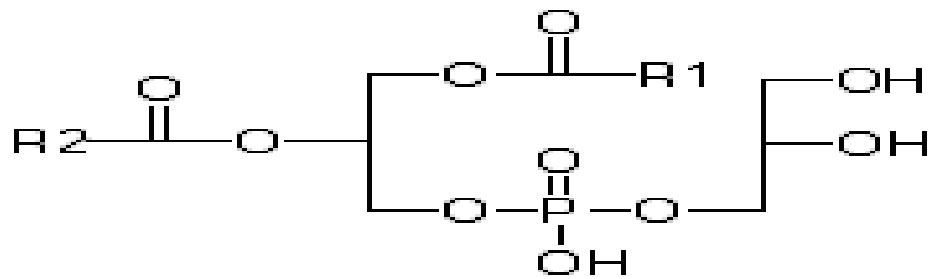
Şekil Fosfatidiletanolamin

- **Plazmalogenler**

Görevleri tam olarak belli olmayan plazmalogenler beyin, karaciğer ve yumurtada bol bulunur. Yağ asidinin gliserol -3 fosfata esterefikasyonla bağlanmasından ibarettir. Plazmalogenlerin fosfat grubuna esterefiye olan alkoller genel olarak etanol amin ve kolindir.



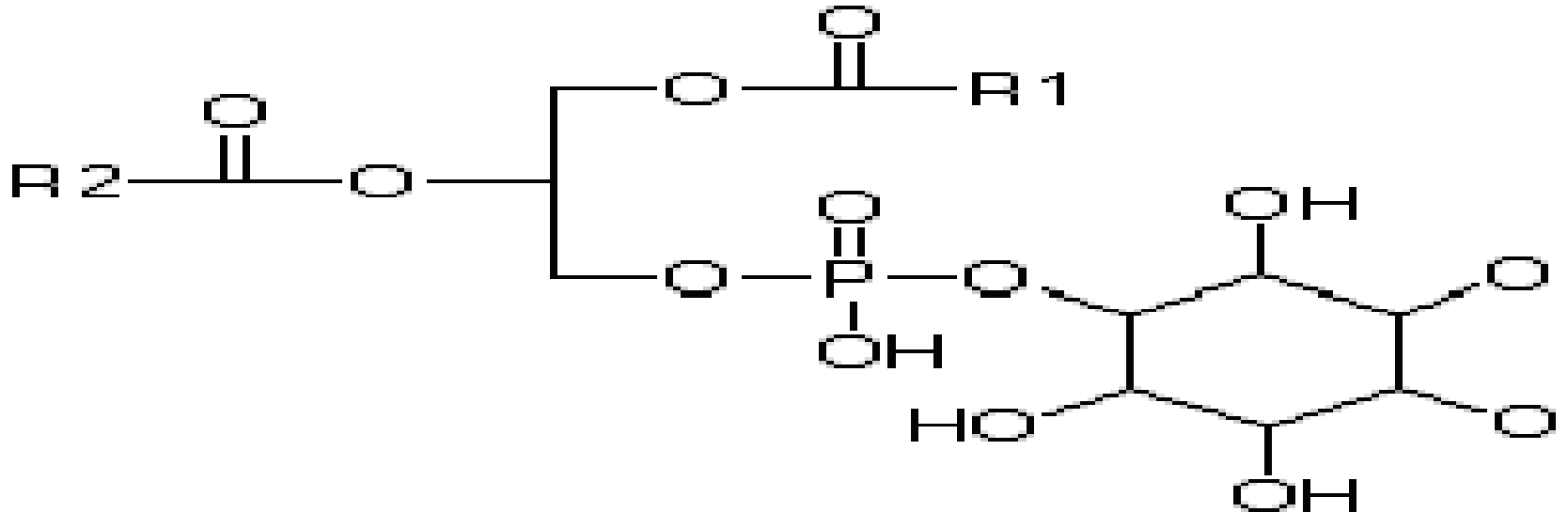
Şekil 6. Fosfatidilserin



Şekil Fosfatidilgliserol

Difosfatidilgliseroller ve Fosfoinozitidler

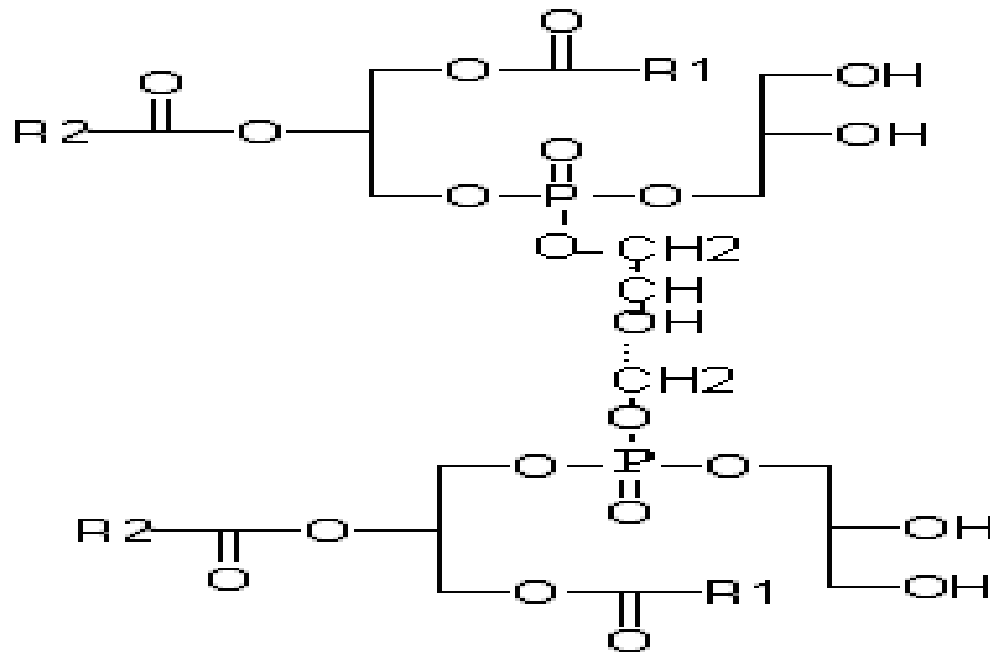
- ❖ Fosfoinozitidler ise bir molekül gliserin, bir mol miyoinozitol, iki molekül yağ asidi ve sayısı 1-3 arasında değişen fosforik asitten kurulur.
- ❖ Bitki ve hayvan hücrelerinde bulunan bu madde bazı hastalıkların serolojik teşhisinde kullanılır.



Şekil

Fosfatidilinozitol

❖ Difosfatidilgliseroller 2 molekül fosfatidik asidin bir gliserin vasıtasıyla birbirine bağlanmasından oluşur.

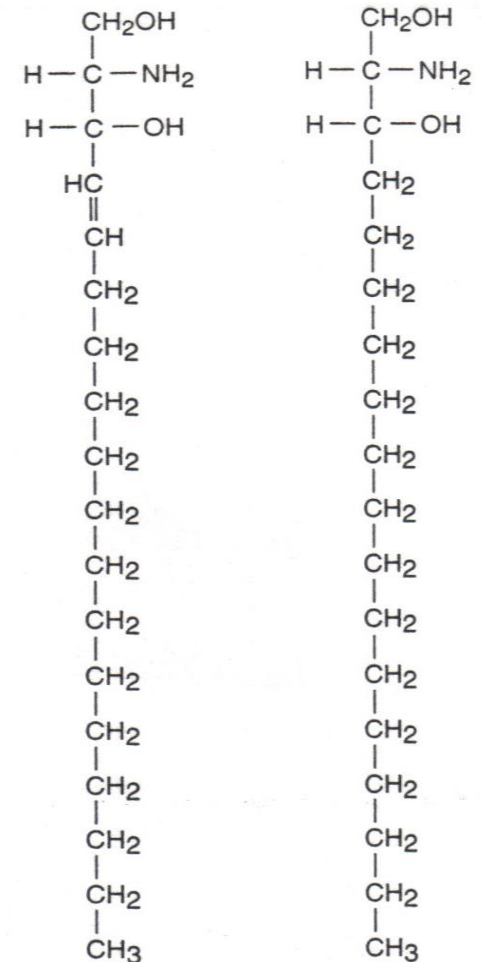


Şekil Difosfatidilgliserol (Kardiolipin)

GLİSERİN TAŞIMAYAN LİPİDLER

A) SFİNGOLİPİDLER

- ❖ Bu bileşikler gliserol ihtiva etmezler.
- ❖ Bu nedenle de sfingoizin bazının (4-sfingenin) veya dihidrosfingoizin'in (D-sfinganin) türevleri olarak kabul edilirler.
- ❖ Bu bazıları ihtiva eden lipidlere de basitce sfingolipidler denilmektedir.

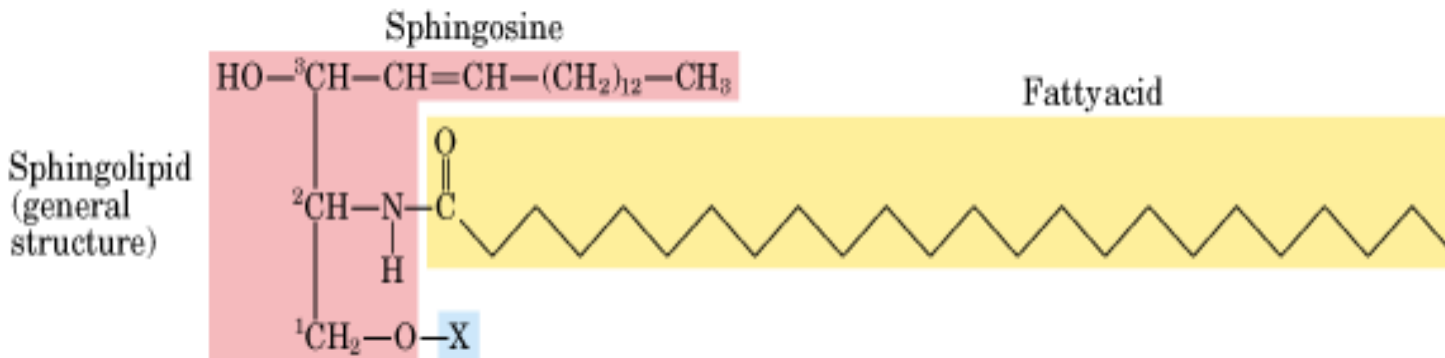
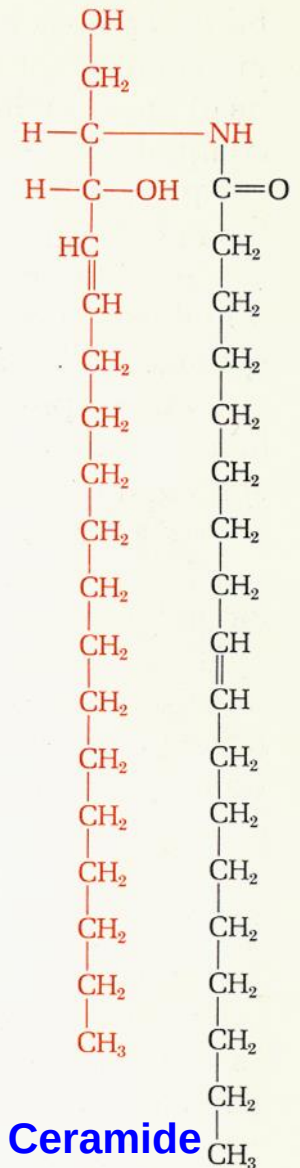


Sphingosine
(D-4-sphingenine)

Dihydrosphingosine
(D-sphingenine)

Seramidler:

- Sfingozinin amino grubuna 18 veya 26 karbonlu doymuş veya tek doymamış yağ asidinin amid bağı ile bağlanması ile seramidler meydana gelmektedir.
- Bütün sfingolipidlerde karakteristik olan seramidlerde iki nonpolar kuyruk bulunmaktadır.
- Farklı polar baş grupları ise ancak sfingozinin 1. pozisyonundaki hidroksil grubuna bağlanmaktadır.
- Hidroksil grubuna bağlanan polar başlar nedeniyle de farklı sfingolipidler oluşmaktadır.

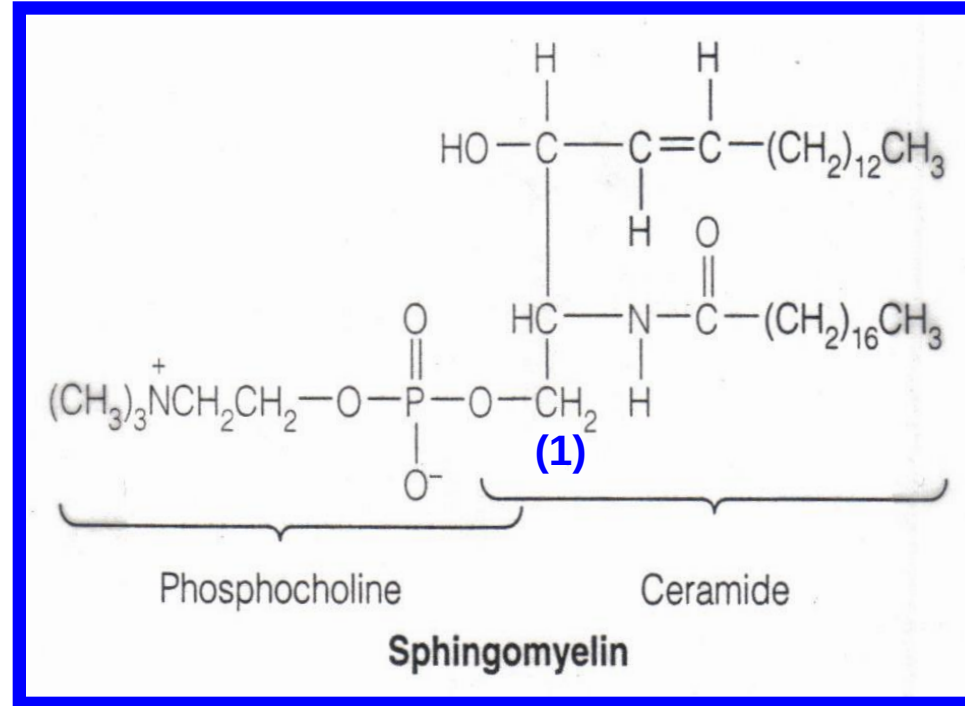


Sfingolipitler

- Sfingolipidler hayvan ve bitki hücrelerinin membranlarında yapısal komponent olarak önemli görevler yapmaktadır.
-
- Özellikle çok miktarda beyin ve sinir dokuda bulunmakta, ancak eser miktarda depolanmaktadır.
- Sfingolipidler sfingomyelinler, serebrositler ve gangliositler olarak üç ana sınıfta incelenmektedir.
- Bunlardan sfingomyelinler fosfat grubu ihtiva ettikleri halde serebrositler ve gangliositler fosfat grubu ihtiva etmezler.

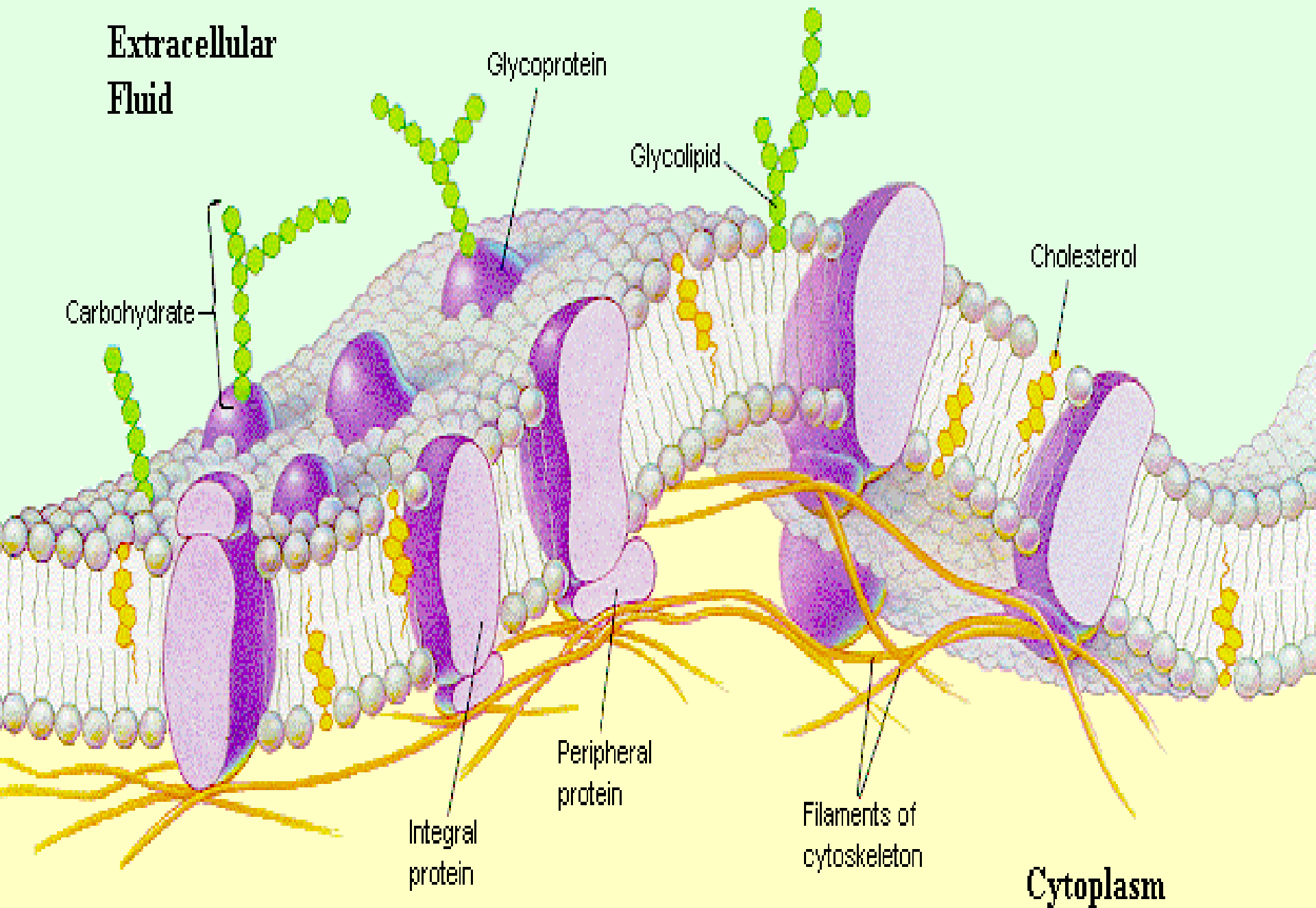
1) Sfingomyelinler:

- Fosfor ihtiva eden sfingo-lipidlerin en büyük grubudur.
- Sfingomyelinler özellikle membranlarda ve bu arada belirli sinir hücrelerinin etraflarını saran myelin kılıfta oldukça çok olarak bulunurlar. Bunlar seramidlerin fosfokolin veya fosfo-etanolamin türevidir.
- 1 mol sfingomyelinin hidrolize olmasıyla; 1 mol yağ asidi, 1 mol kolin, 1 mol sfingoizin alkol ve 1 mol fosforik asit elde edilir.



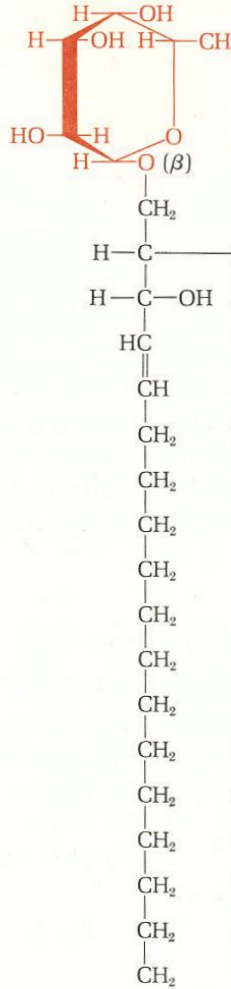
2) Glikosfingolipidler:

- Bu sınıf maddeler lipid metabolizmasının bozukluğu ile karakterize olan bazı hastalıklarda büyük miktarda birikir.
- Bu maddelerin 3 grubu vardır:
 - a) Serebrositler
 - b) Gangliositler



a) Serebrositler

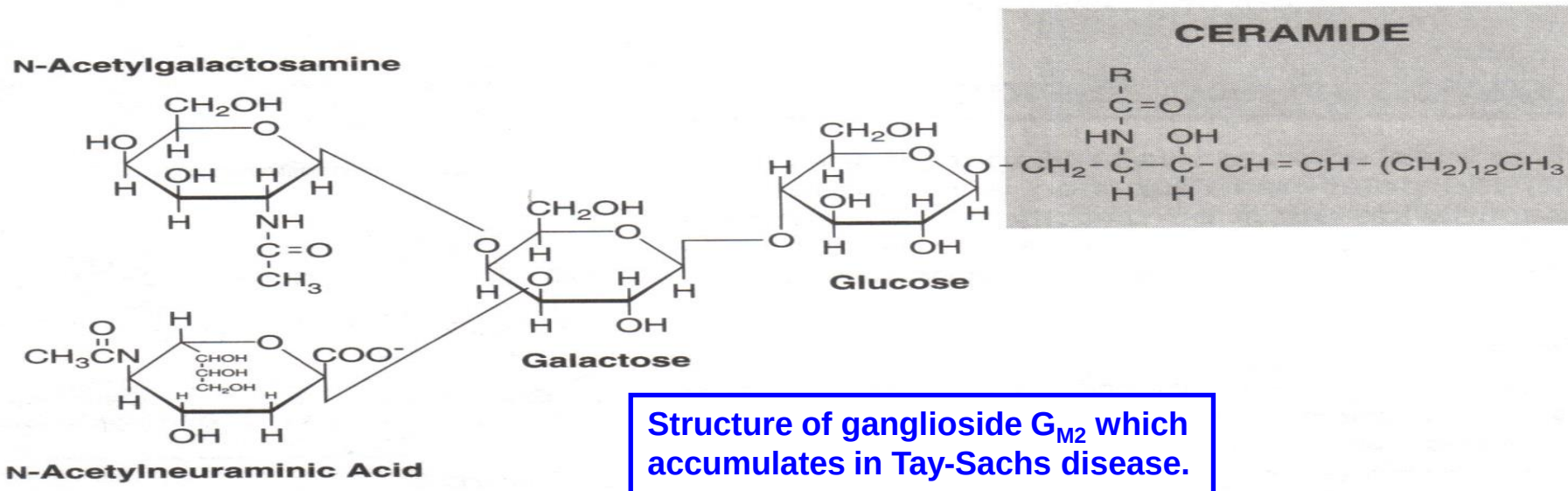
- Serebrositler beyinde ve sinirlerin myelin kılıflarında çok miktarda bulunan seramid monosakkaritlerdir.
- Sfingomyelinlerden farklı olarak yapılarında fosforik asit ihtiva etmezler.
- Bunun yerine çoğunlukla glukoz veya galaktoz gibi bir şeker ihtiva ederler.
- Buradaki şeker genellikle galaktozdur. Ancak bazı çeşitlerinde D-glukoz veya N-asetil glukozamin de olabilir.
- Yapılarında kolin gibi herhangi bir bazda yoktur. Serebrositler yapılarında yer alan yağ asidinin çeşidine göre isimlendirilir.
- Serebrositler daha çok hücre membranlarının dış kısmında ve hücre yüzeyinde yapısal komponent olarak yer almaktadır.
- Serebrositlerde galaktoz bulunması, yavrularda beyin ve sinir sisteminin gelişmesi bakımından süt şekerinin önemini göstermektedir.
- Çünkü laktoz glikoz ile galaktoz'dan kuruludur.



Structure of a galactocerbroside containing a 24 carbon fatty acid.

b) Gangliositler:

- Gangliositler, özellikle sinir ve dalak dokusunda bulunmaktadır.
- Gangliositler yapıcı serebrositlere benzemekle birlikte, serebrositlerdeki heksoza ilave olarak birkaç molekül daha karbonhidrat ihtiva ederler.
- Bu karbonhidrat en az bir mol. N-asetil galaktozamin veya N-asetil glukozamin ile en az 1 mol. N-asetil nöyraminik asit (sialik asit) olabilir.



- Gangliositler hücre membranlarının dış yüzeylerindeki spesifik reseptör bölgelerinin önemli yapısal elementidir.
- Gangliositler sinir sonlarında bulunurlar ve neurotransmitter moleküllere bağlanarak implusun kimyasal transmisyon ile bir sinirden diğer bir sinire geçmesinde rol oynarlar.
- Heksözler ve N-asetil ne"yraminik asidin sayı ve bağlantıları bakımından gangliositlerin 20 farklı türüne rastlanmıştır.
- Gangliositler hücre membran yüzeylerindeki hormon-reseptör bölgelerinde de bulunmaktadır.

B) ALİFATİK ALKOLLER VE MUMLAR

- Mumlar yüksek yağ asitlerinin yüksek alkollerle teşkil ettikleri esterlerdir. Bu asit ve alkollerin uzunluğu C16-C30 olabilir. Mumların genel formülü tamamen basit esterlerin genel formül, $R-CO-O-R'$ gibidir.
- Birçok bitki ve hayvanın vücudu mum tabakaları ile örtülmüştür. Mum tabakaları bir taraftan suların nüfuzuna, diğer taraftan da kuruluğa engel olur. Doğadaki görevleride budur.
- Hem bitkiler ve hem de hayvanlar doğal mumlar meydana getirirler.
- Mumlar genellikle esterlerin bir karışımıdır ve ek olarak mumlarda yüksek miktarlarda serbest yüksek yağ asitleri, yüksek alkoller, yüksek molekül ağırlığına sahip doymuş hidrokarbonlar da bulunur.
- Geniş bir sıcaklık aralığında erirler ($35-100\text{ }^{\circ}\text{C}$) Suda hemen hiç çözünmezler.
- Organik çözücülerde çok iyi çözünürler.

- Mumlarda en çok bulunan alkoller;
- lauril alkol,
- setil alkol,
- seril alkol
- mirisil alkol olup asitler ise;
- miristik asit,
- palmitik asit,
- serotik asit ve
- melissik asittir.

- Balmumu palmitik asidin C26-C34 karbonlu yağ alkolleri ile verdiği esterlerin bir karışımıdır.
- Balmumunda büyük oranda miristat, $C_{13}H_{27}CO-O-C_{26}H_{53}$, ile serotik asidin, $C_{25}H_{51}COOH$, bazı esterleri ve az miktar da hidrokarbondan meydana gelmiştir.
- 62-65 °C de erir ve ayakkabı cilası, mum ve mumlu kağıt yapımında kullanılır.

❖Karnauba Mumu Brezilya hurmasının lifleri üzerinde (kaplamış halde) bulunan bitkisel bir mum olup ana maddesi mirisil serotat'dır.

❖ $C_{25}H_{51}COOC_{31}H_{63}$. 80-87 °C de erir.

❖Cilacılıkta, mumlu teksir kağıdı yapmakta kullanılır.

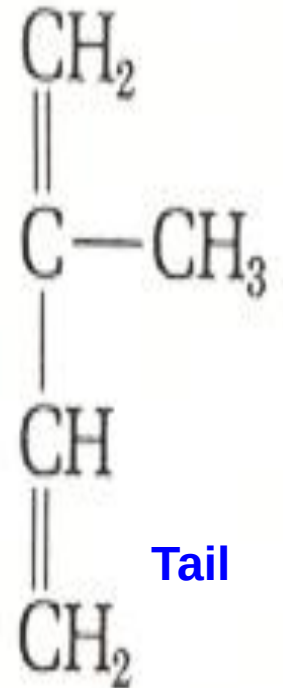
- Lanolin, Lanosterolün bir yağ asidi esteridir.
- Serbest ve esterleşmiş kolestrol ihtiva eder.
- Yün telciklerinin üzerinde koruyucu bir tabaka teşkil eder ve yağ olmaktan ziyade bir mumdur.
- Çok kompleks bir yapıya sahiptir. Lanolin kendisi erimeden çok miktarda su alıp tutma özelliğine sahiptir.
- Bu nedenle merhemlerin ve değişik kozmetik ürünlerin hazırlanmasında kullanılır.

- Balina Mumu başlıca setil palmitat, $C_{15}H_{31}CO-O-C_{16}H_{33}$, ile bir miktar serbest setil alkolden $C_{16}H_{33}OH$ meydana gelmiştir.
- Erkek balinaların kafa boşluğundan elde edilir. 42-45 ° C de erir.
- En çok merhemlerde ve kozmetiklerde yumşatıcı olarak kullanılır.

C) TERPENLER

- Terpenler izoprenin (2-metil-1,3-bütadien) oligomer veya polimerleridir.
- İzopren molekülünde bulunan çift bağlar konjusedir.
- Yani iki çift bağ arasında yalnız bir tek bağ bulunmaktadır.
- Böyle konjuge çift bağ taşıyan maddeler büyük reaksiyon yeteneğine sahiptirler ve başka maddelerle kolayca birleşebilirler.
- Aynı reaksiyon yeteneğine dayalı olarak izopren molekülleri kendi aralarında da birleşebilirler (polimerizasyon).
- İzopren molekülleri polimerize olmadan önce dehidre olmaları gerekir.

Head



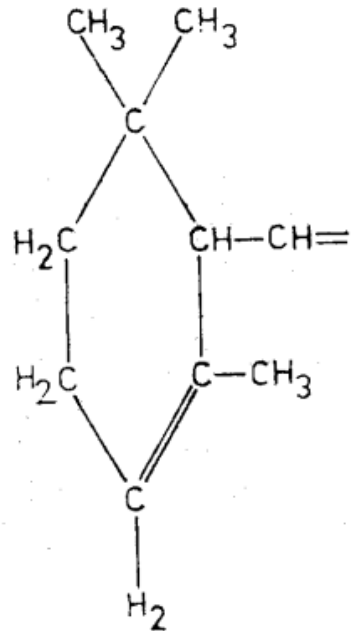
Tail

Isoprene

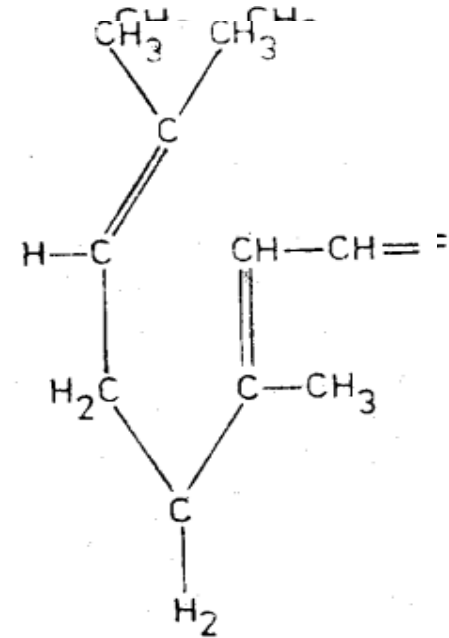
- *Terpenler grubuna giren bazı önemli maddeler şunlardır:*
 - ☐ *Sitral (citral),*
 - ☐ *pinen (pinene),*
 - ☐ *genaniol,*
 - ☐ *kafur (camphor),*
 - ☐ *mentan (menthane),*
 - ☐ *reçine asitleri,*
 - ☐ *karotin (carotene)*
 - ☐ *likopin (lycopene) ihtiva eden bir grup bitkisel pigmentler*
 - ☐ *vitamin A ve squalen.*

- Terpenlerin en önemli grubu olan Karotinoidler tetraterpendir.
- Açık sarıdan kırmızı-menekşeye kadar değişen renkte maddelerdir.
-
- Karotinoidlere bu renkleri veren faktör taşıdıkları çift bağlardır.
- Bazı karotinoidler, likopin gibi, asiklik (halkasız) olmalarına karşın bazıları da zincirin her iki ucunda hidroaromatik birer halka ile kapanmışlardır.
- Böyle karotinoidlere karotinler denir.

- Karotinlerde halkalar dört izopren molekülünün iki ucunda yer alır.
- Zincir uçlarındaki bu hidroaromatik halkalara iyonon halkaları adı verilir.
- İyonon halkaları α , β ve pseudoiyonon halkalarıdır. α ve β iyonon halkaları kapalı olup yalnız bir çift bağ ihtiva ederler.
- Çift bağın yerleri α ve β halkalarında farklıdır.
- Pseudoiyonon halkası ise 2 çift bağ taşır ve açıktır.



α - İyonon halkası

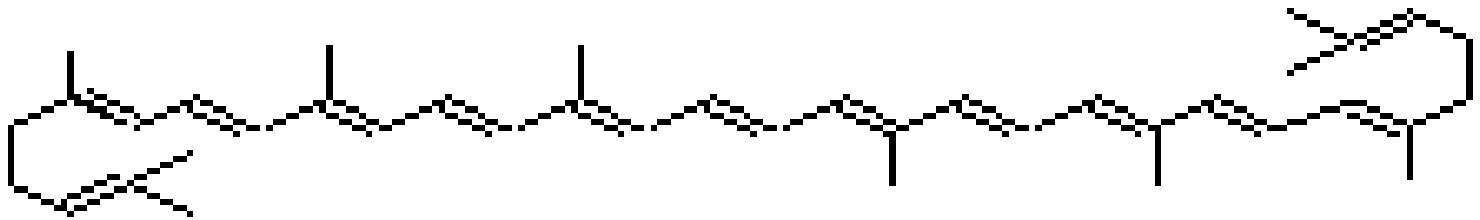


Pseudoiyonon halkası

Karotinoid Türevleri

- *1.) Alifatik yapıda olan karotinoidler:*

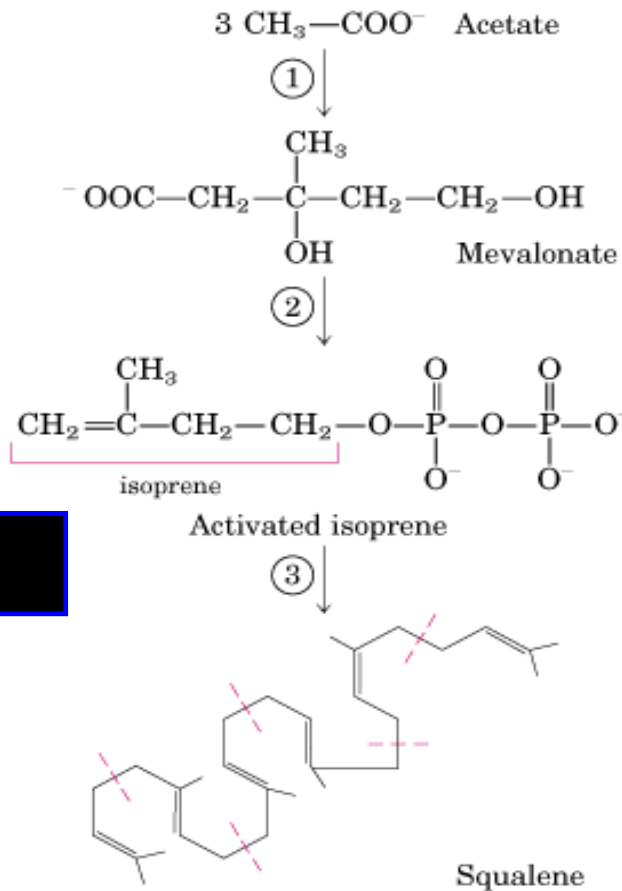
1. **Likopin:** Domatese kırmızı renk veren maddedir.



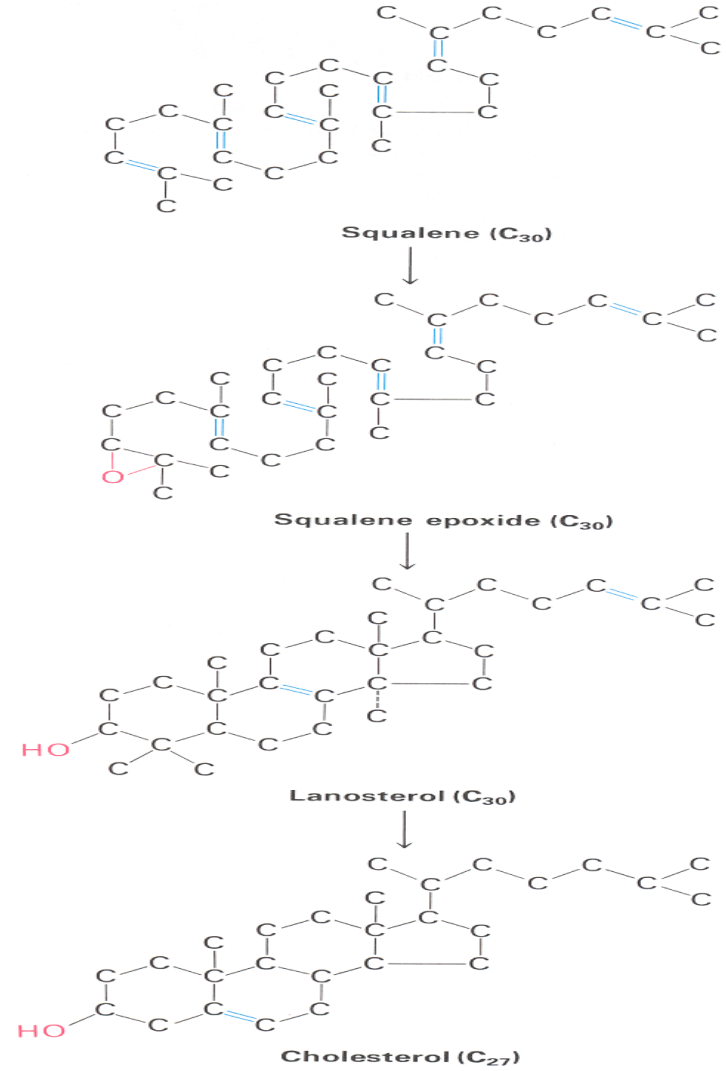
2. Squalen: İlk defa köpekbalığı karaciğerinde bulunmuştur.

Hayvansal organizmalarda kolesterol sentezinde bir ara madde olarak teşekkül eder.

Squalen dokularda asetatlardan ve 4 karbonlu diğer maddelerden sentezlenir.

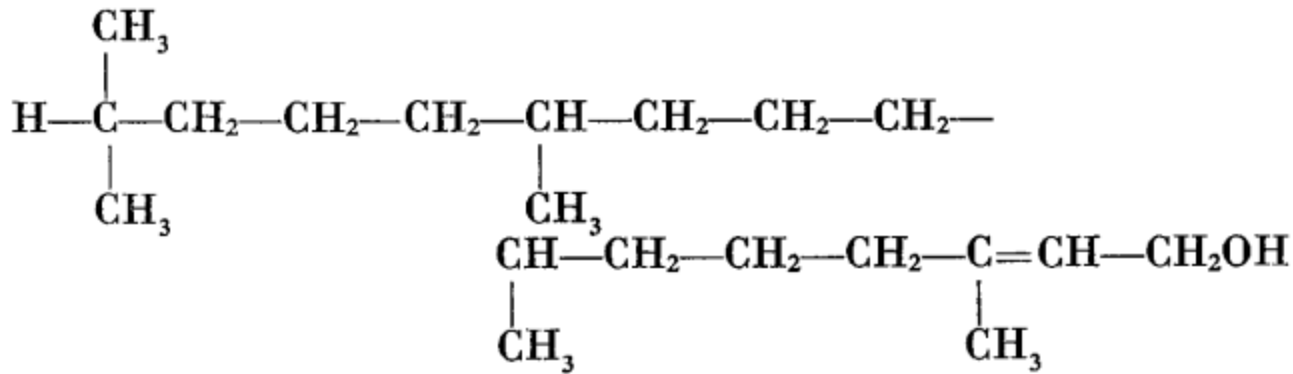


isopentenyl
pyrophosphate



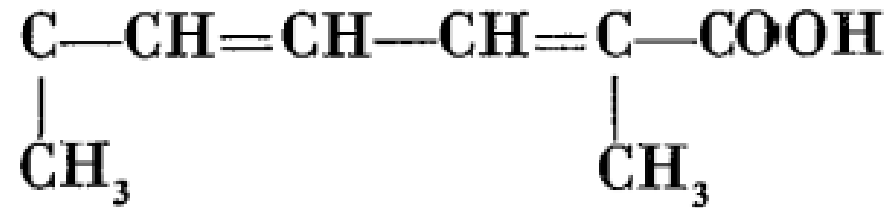
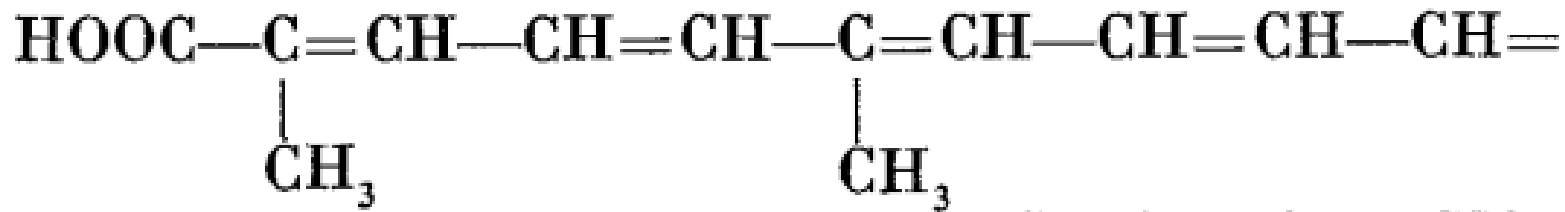
II.) Alkol gruplu alifatik yapıya sahip karotinoidler:

- **Fitol:** Likopin ve squalenden farklı olarak alkol grubuna sahiptir.
- Klorofile bağlı olarak yeşil bitkilerde görülür.



III. Karboksil gruplu alifatik yapıya sahip karorinoidler:

- Bu grupta bulunan α -krosetin safran'ın renkli maddesidir.



IV.) Hidroaromatik halkaya sahip karotinoidler:

- Bunlara karotinler adı verilir.
- Tabiatta 3 türlü karotin vardır:

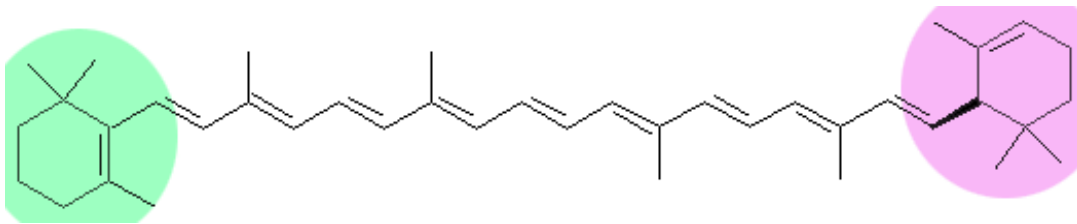
1.) α - Karotin

2.) β - Karotin

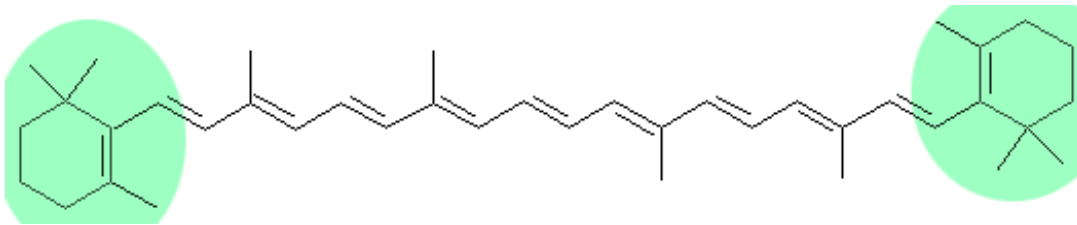
3.) γ - Karotin

Bu üç tür karotin arasındaki fark, zincirlerinin sonlarında farklı iyonon halkası ihtiva etmelerinden ibarettir.

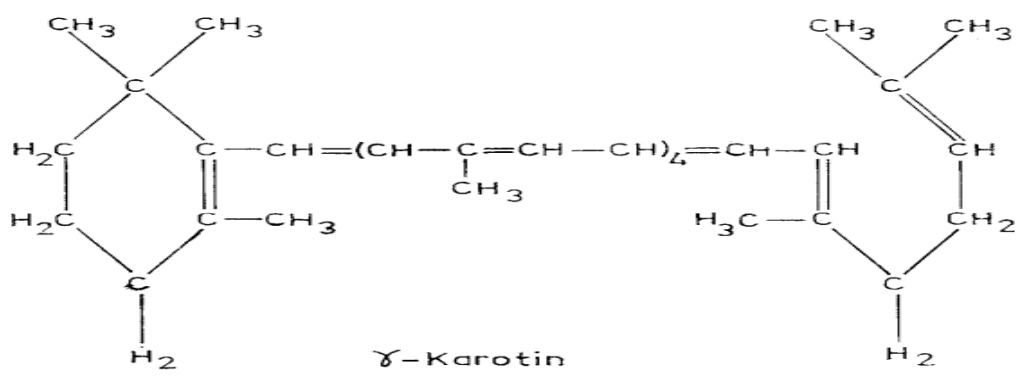
- α - Karotin molekülünün bir ucunda β - iyonon halkası, diğer ucundaysa bir α - iyonon halkası bulunur.



- β -Karotin molekülünün her iki ucunda da β - iyonon halkası bulunur.

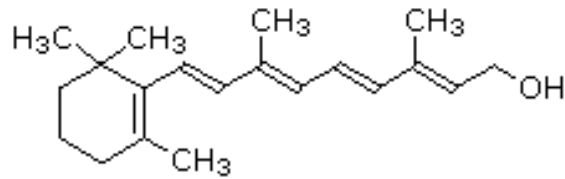


- γ - Karotin molekülünün bir ucunda β - iyonon halkası, diğer ucun-daysa bir psedoiyonon halkası bulunur.



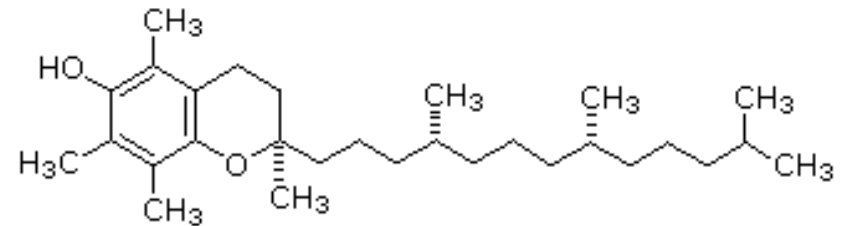
Yağda eriyen vitaminlerden hangisi karotinoid'dir!

Lipid Soluble Vitamins

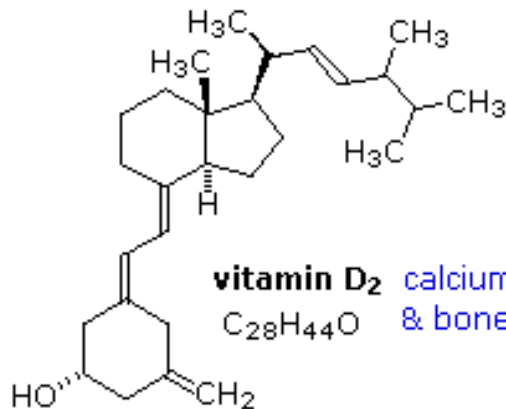


vitamin A

$C_{20}H_{30}O$ part of the visual pigment



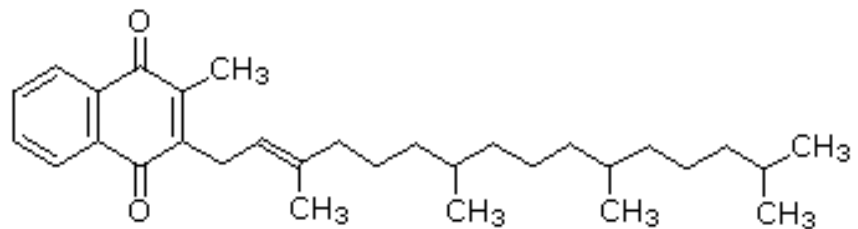
vitamin E an antioxidant



vitamin D₂

calcium metabolism
& bone growth

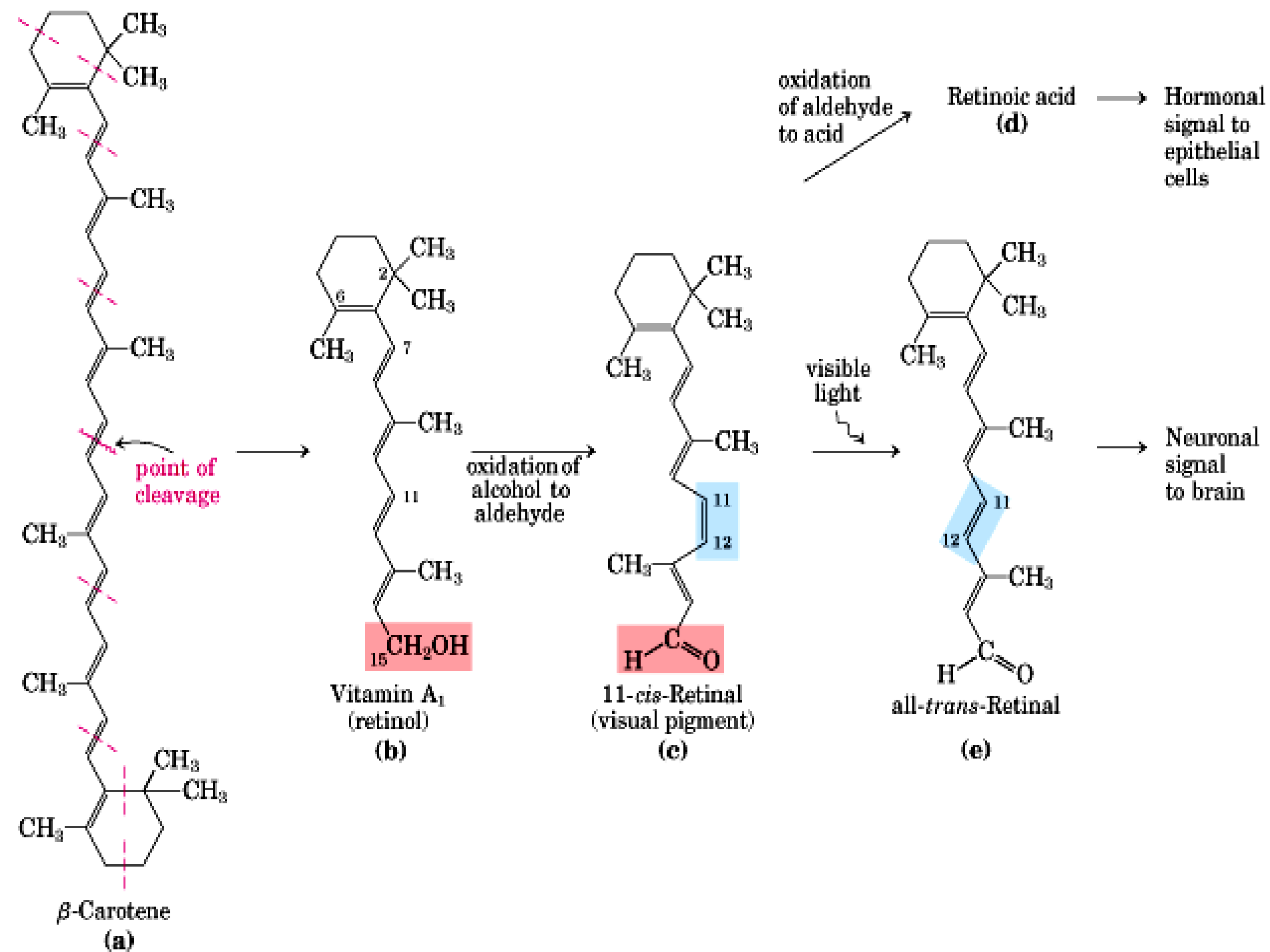
$C_{28}H_{44}O$



vitamin K₁

a blood clotting factor

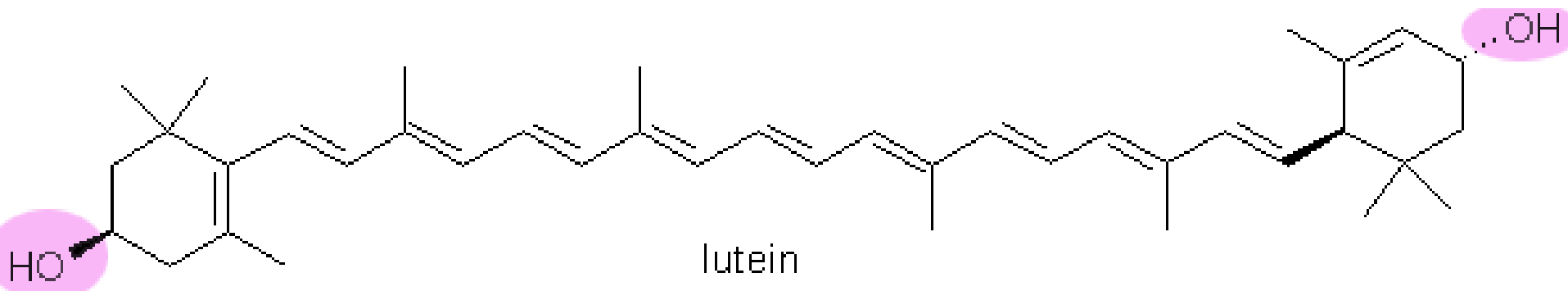
$C_{31}H_{46}O_2$



- Karotinler yeşil yapraklarda bulunurlar. Havuçta, bilhassa β -karotin olmak üzere az miktarda α - ve γ karotin de bulunur.
- Karotinler organizmada vitamin A ya çevrilirler.

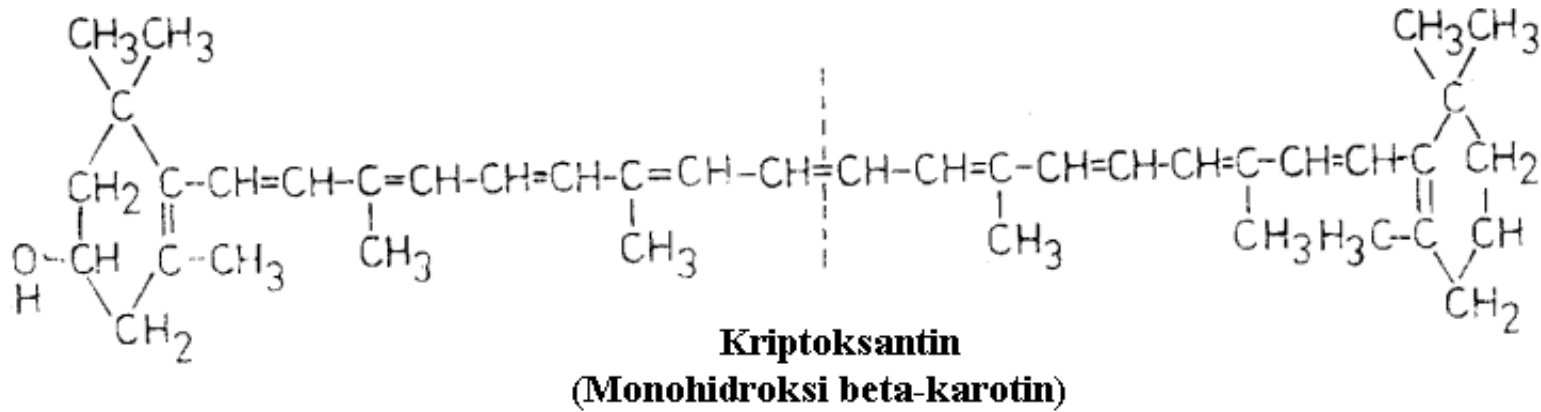
V.) Alkol grubu hidroaromatik yapıya sahip karotinoidler:

1.) Ksantofil (Lutein): Dihidroksi α -karotindir. Tavuk yağına, yumurta sarısına ve civcivlerin tüylerine renk veren maddedir.



2.) Kriptoksantin: Kriptoksantin bir mono-hidroksi- β -karotindir.

Mısır tanelerinde ve kırmızı biberde bulunur. Kriptoksantin'in $-OH$ grubu yarısından vitamin A teşekkül edemez.

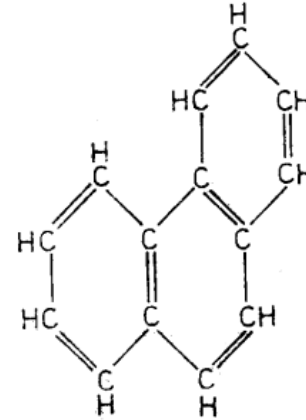


Besinlerde bulunan karotinoidler, safra astlerinin yardımıyla kısmen rezorbe olurlar.

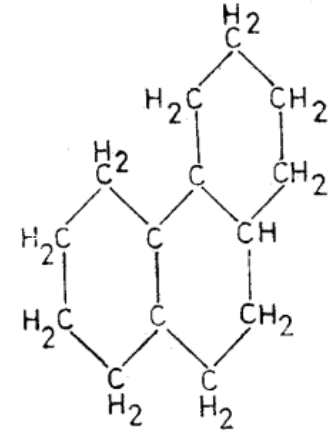
Retina ve deri yağ bezlerinin salgıladıkları yağlar, karotinoidlerden zengindirler.

D) STEROİDLER

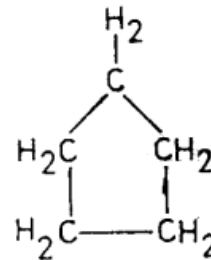
- Bu maddeler steran (siklopentano-perhidrofenantren) halkasına sahiptirler.
- Fenantren halkası 3 benzol halkasından ibarettir.
- Bu halka hidrojenle doyurulursa çift bağ açılır ve perhidrofenantren halkası meydana gelir.
- Perhidrofenantren halkasına da bir siklopentan halkası eklenirse siklopentanoperhidrofenantren (steran) halkası oluşur.
- Steroidler bunun karbonlu yan zincir, alkol, aldehit, keton, çift bağ şeklinde bazı fonksiyonlu grup taşıyan türevleridir.



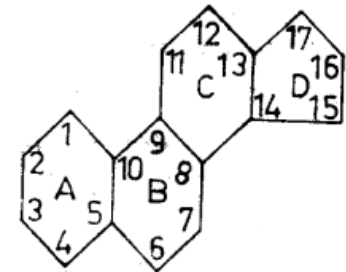
Fenantren halkası



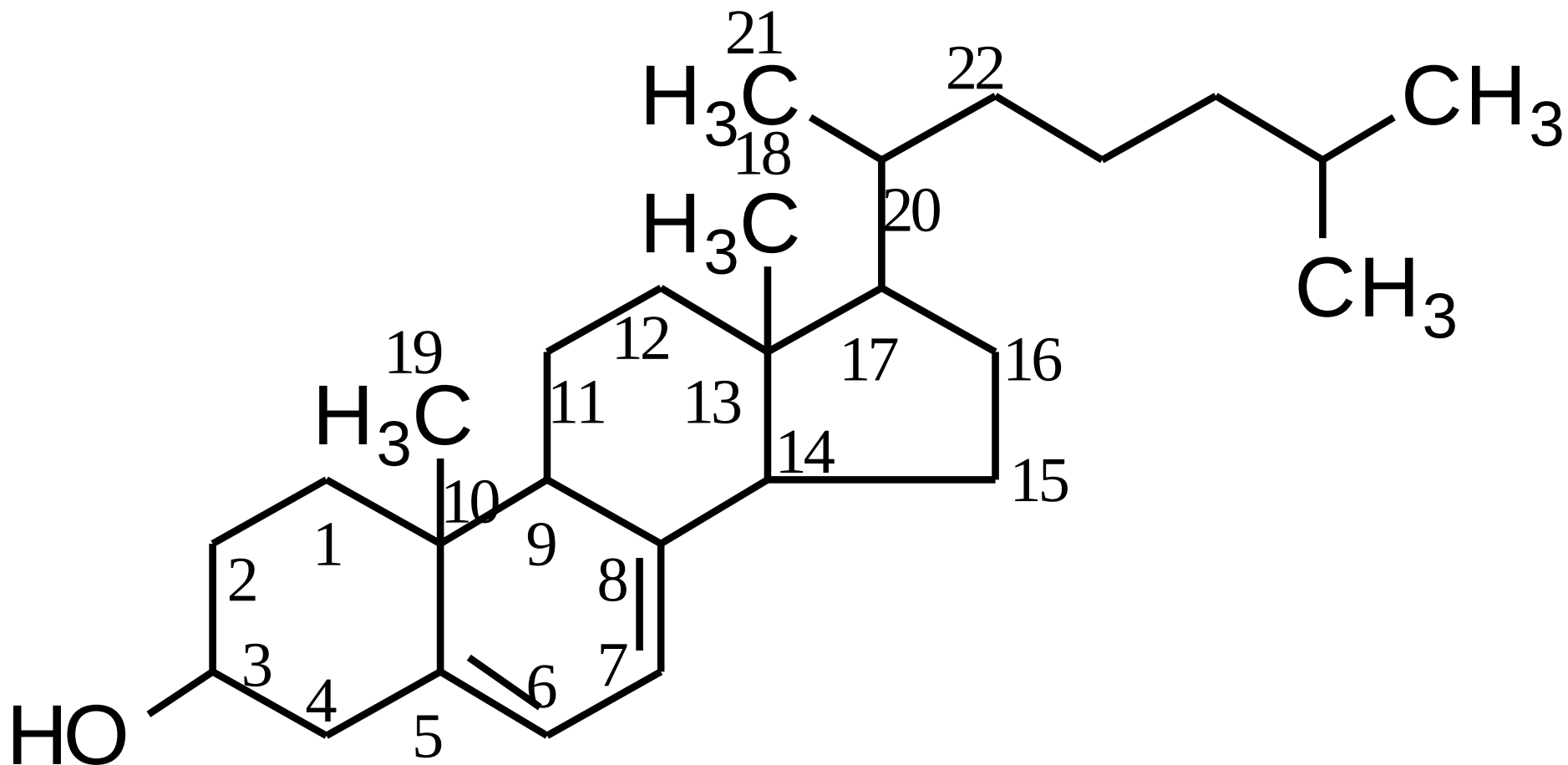
Perhidrofenantren halkası



Siklopentan halkası



Siklopentano-perhidrofenantren halkası (Steran halkası)



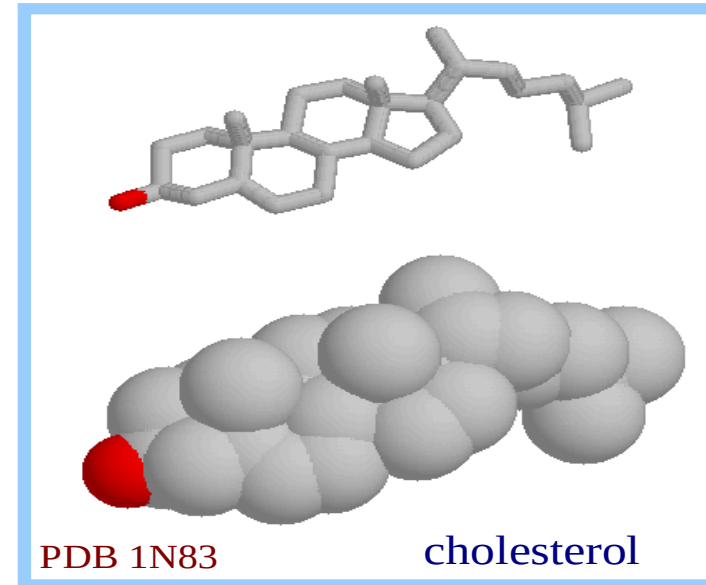
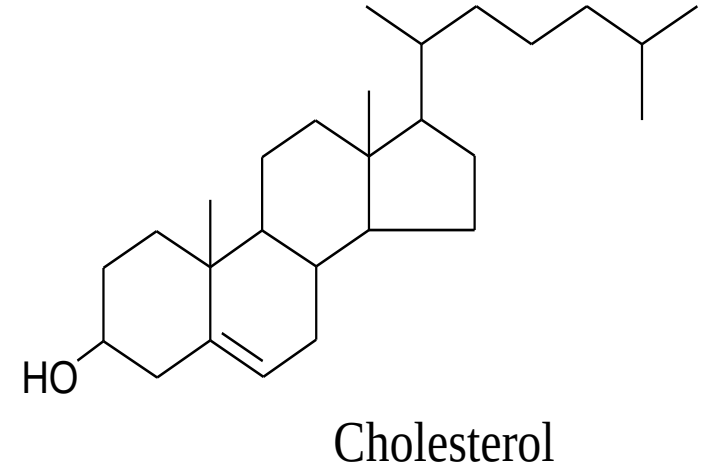
- Steran halkasını veya bunun değişik şekillerini taşıyan ve biyolojik önemi olan maddeler:
 1. Sterinler (Steroller)
 2. Safra asitleri
 3. Cinsiyet hormonları
 4. Adrenal korteks hormonları
 5. Vitamin D Grubu Maddeler

STERİNLER

- Sterinler bir steran halkası ile bir yan zincire sahiptirler.
- Sterinlerin hepsinde de 3 numaralı karbondaki alkolik hidroksil grubu bulunur. Sterinlere steroller de denir.
- Yün yağında bulunan lanosterol, bitkisel kökenli olan ergosterol ve stigmasterol ile kolesterol en iyi bilinen sterinlerdir.
- Sterinler; zoosterinler, mükosterinler (mantar ve maya sterinleri) ve fitosterinler olarak üç grupta incelenir.

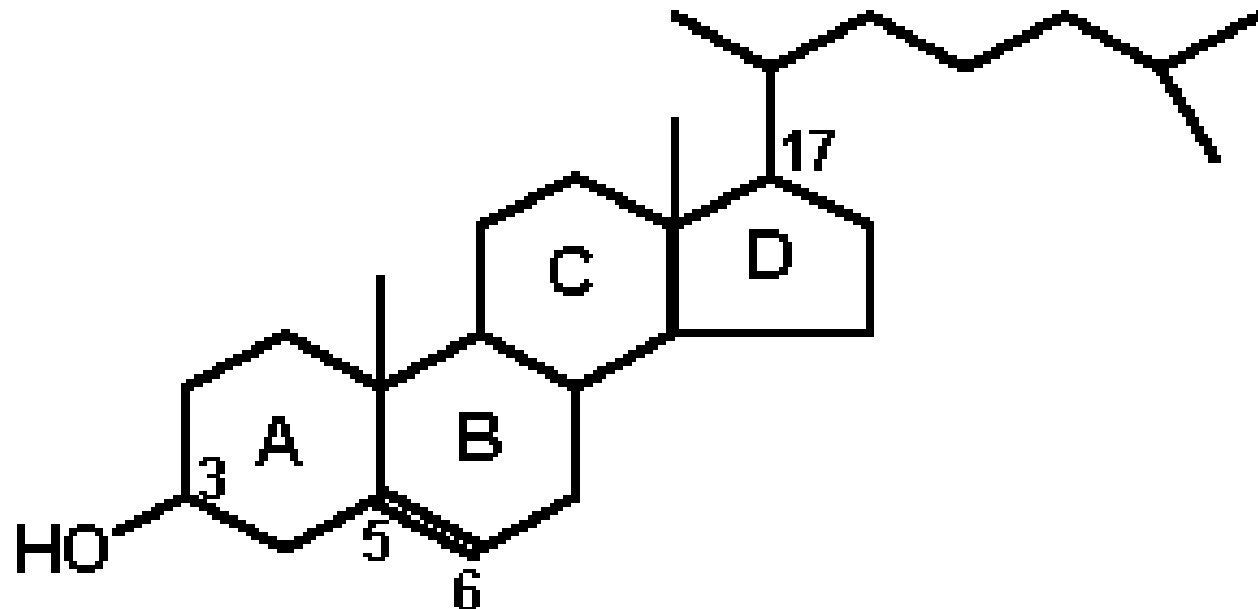
Zoosterinler

- Zoosterollerin en önemli üyesi kolesteroldür.
- Kolesterol bütün hayvansal dokularda, pek çok hayvansal hücrenin membran-larında, kan plazmasının lipoproteinlerinde bulur ve karaciğerde sentezlenir.
- Bitkilerde bulunmaz. Anti-hemolitik etkiye sahiptir.
- Bu özelliğinden dolayı bakteri toksinlerinin, yılan zehirlerinin, safra tuzlarının ve diğer hemolitik maddelerin hemolitik etkilerine karşı etkilidir.



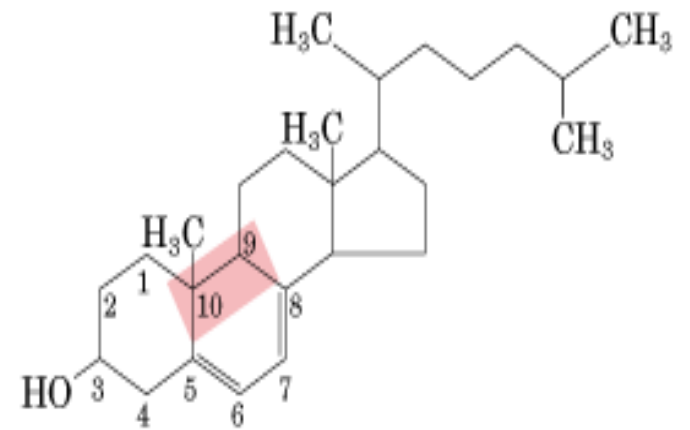
- Kolesterol dokularda serbest ve ester şeklinde olmak üzere 2 halde bulunmaktadır.
- Dokulardaki kolesterol miktarı geniş hudutlar içerisinde.
- Bilhassa beyin sinir dokusu, adrenal bezler ve yumurta sarısında çok miktarda bulunmaktadır.
- Beynin beyaz maddesinin kurutulmuş şekli % 14 kolesterol ihtiva eder.
- Kolesterolün lipid metabolizmasında, lipidlerin taşınmasında önemli rolü vardır.
- Safra asitleri, cinsel hormonlar ve diğer steroidlerin sentezinde prekürsördür.
- Lipid metabolizması bozukluklarında ve yaşlılıkta kolesterol yağ asidi esterleri damar çeperlerine çöküp yapışarak arteroskleroza neden olur.

- Vücuttaki mevcut kolesterolün % 90'ı safra asitlerinin ve % 10'unun da steroid hormonların sentezinde kullanıldığı kabul edilmektedir.
- Kolesterolde steran halkasının 3 nolu C da bir hidroksil grubu, 5-6 nolu C'lar arasında bir çift bağ, 10 ve 13. karbonlarda birer metil grubu, 17 nolu karbondan da 8 karbonlu bir yan zincir taşır.
- Yani 3-hidroksi-5-dehidrokolestandır.

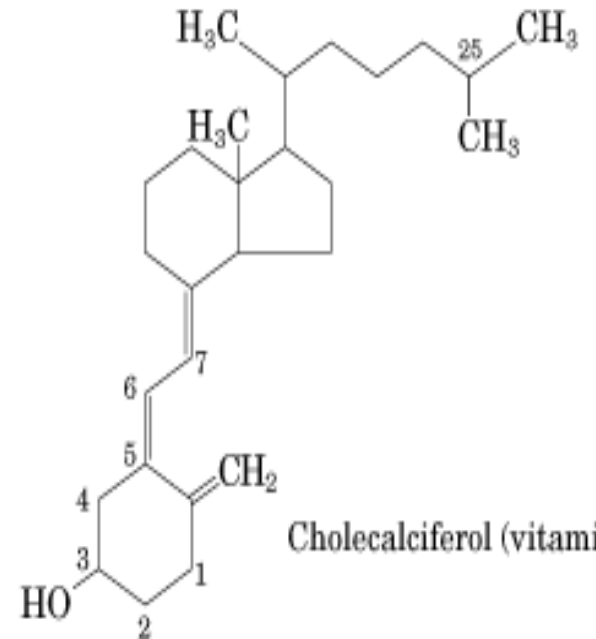


- Kolesterolle kimyasal özelliğini veren faktörler, taşıdıkları sekonder alkol grubu ve çift bağıdır.
- 3. C'deki hidroksil grubu aracılığı ile yağ asitleri ve diğer asitlerle esterleşir.
- Bu esterler kanda ve dokularda yaygındır. Yine bu hidroksil grubundan oksidanlarla ketonlaşır, mesela kolestenon'u verir.
- Çift bağa hidrojen ve halojenler yerleşir.

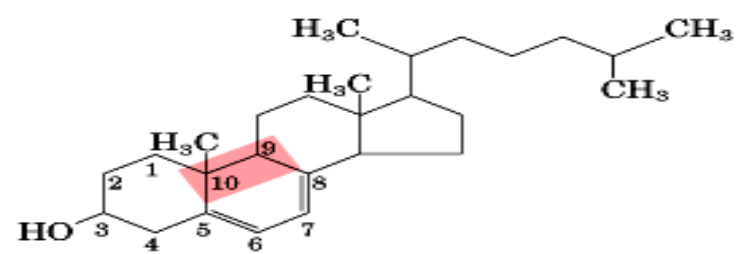
- Kolesterolin oksitlenir ve konjuge bir çift doymamış bağ oluşursa, 7-dehidro-kolesterolin meydana gelir.
- Bu vitamin D3'ün (Kolekalsiferol)'ün önmaddesidir.
- 7 dehidrokolesterolin uv ışığa maruz kalırsa vitamin D3'e dönüşmektedir.



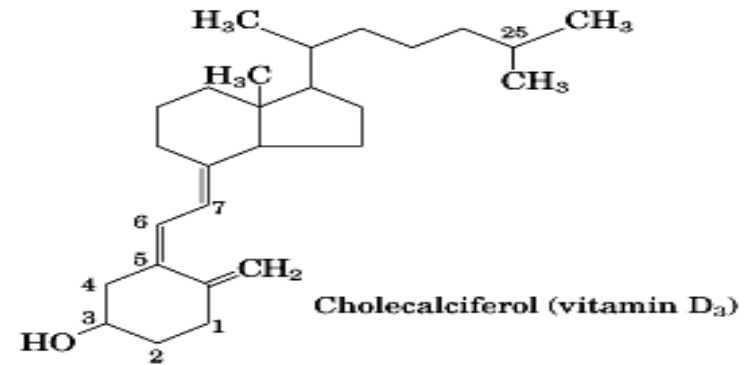
7-Dehydrocholesterol



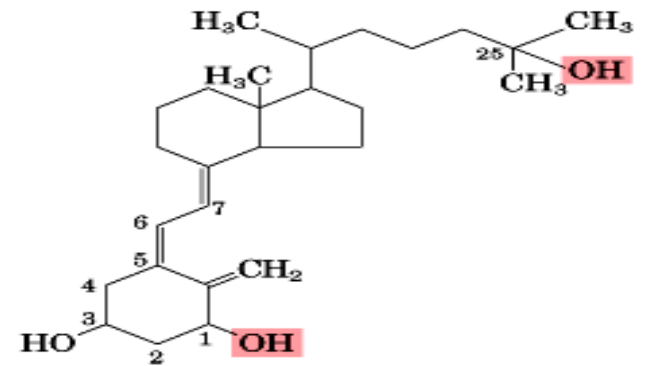
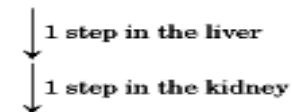
Cholecalciferol (vitamin D₃)



7-Dehydrocholesterol



Cholecalciferol (vitamin D₃)

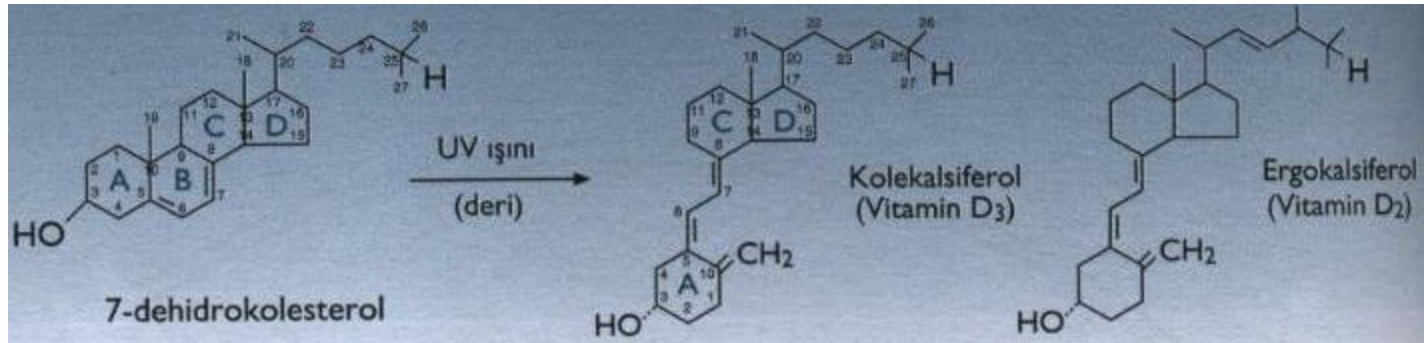


**1,25-Dihydroxycholecalciferol
(1,25-dihydroxyvitamin D₃)**

(a)

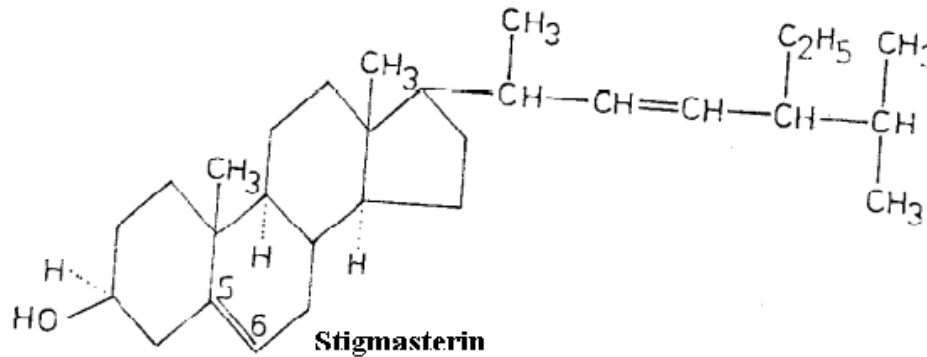
Mükosteroller

- İsminden de anlaşılacağı üzere maya ve mantarlarda (çavdar mahmuzu) bulunan sterollerdir.
- En önemli üyesi ergosteroldür.
- Ergosterol vitamin D2 nin önmaddesidir. UV ışığı etkisiyle vitamin haline dönüşür.
- Vitamin D etkisi gösteren bileşiklerden vitamin D3 hayvansal dokularda, vitamin D2'de bitkilerde meydana gelir.
- 7-dehidrokolesterin yüksek derecede organize olmuş hayvanlarda kolayca sentez edilir.
- Bunun vitamin D3'e dönüştürülmesi ise UV ışık etkisi ile deri altı yağ dokusunda mümkün olmaktadır.
- Ergosterol'de yine UV ışık etkisi ile bitkilerde vitamin D2 haline dönüştürülmektedir.
- Besinlerle alınan ergosterolün vitamin D olarak bir değeri yoktur. Memeliler vitamin D2 ve Vitamin D3'e takriben birbirine eşit derecede değerlendirebilmektedir.

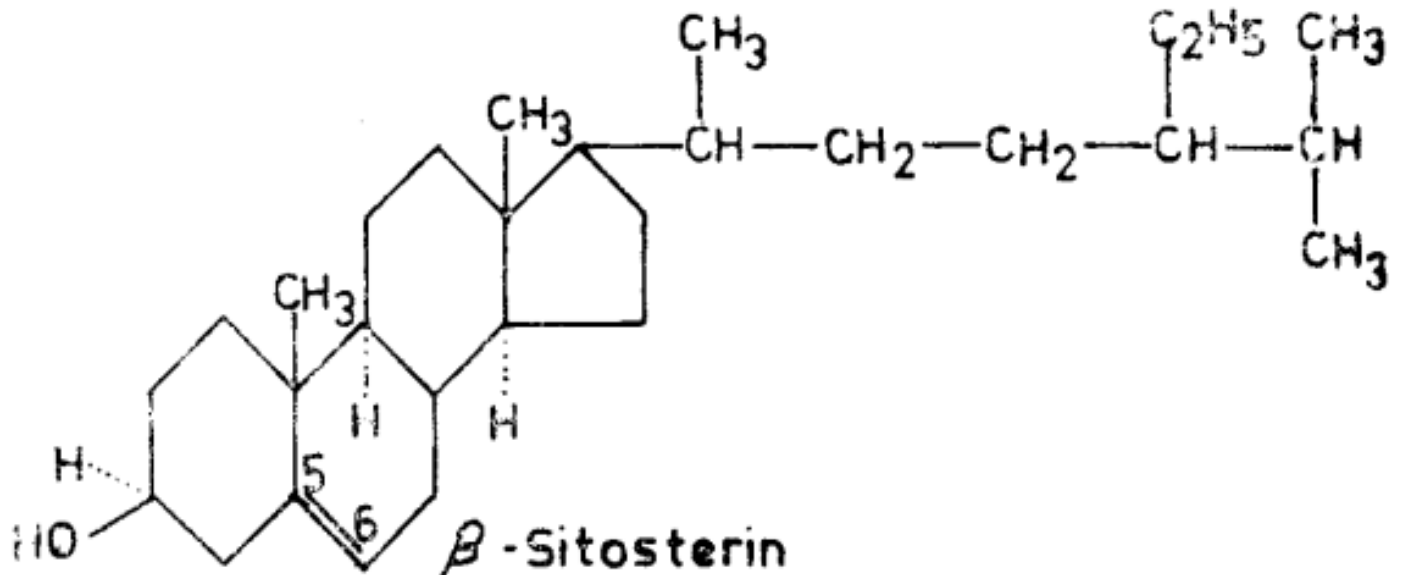


Fitosterol'ler

- Bitkisel steroller olup 10 C lu bir yan zincire sahiptirler ve stigmasterol ve Sitosterol olmak üzere iki önemli üyesi vardır.
- Stigmasterolün Yapısı kolesterole çok benzer. Ancak yan zincirinde 22-23 C arasında fazladan bir çift bağ ile bir de etil grubu vardır.
- Soya fasülyesi ve yoncada çok miktarda bulunmaktadır. Progesteron'a çevrildiği laboratuvar deneyleri ile gösterilmiştir.

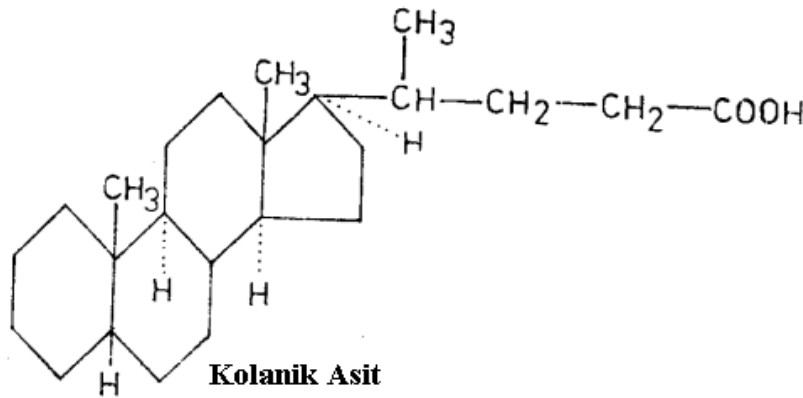


- β -Sitosterol ise stigmasterolün yan zincirdeki çift bağı 2 H atomu ile doymasıyla meydana gelir.
- Tahıllarda bol miktarda bulunur.



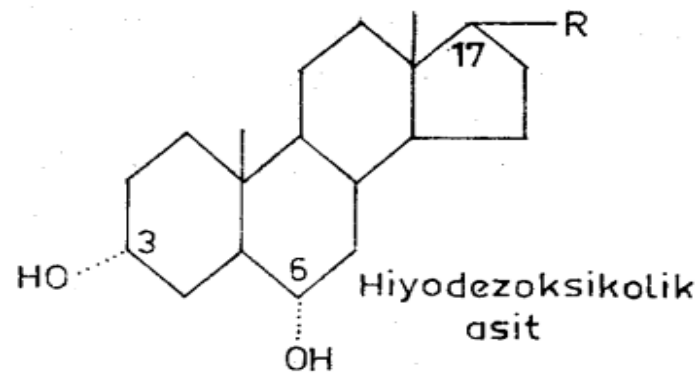
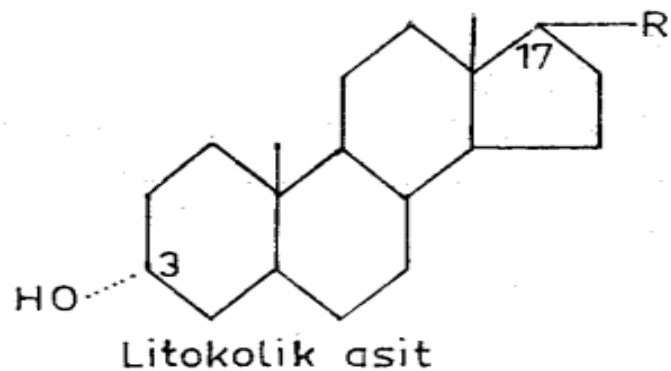
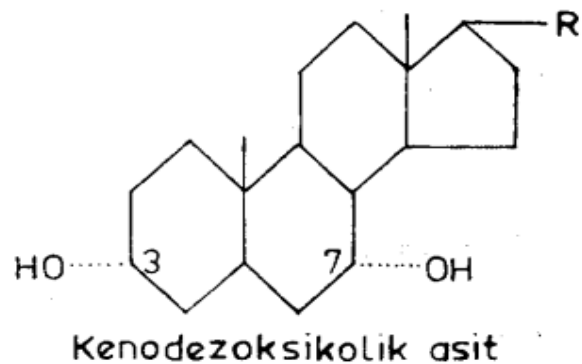
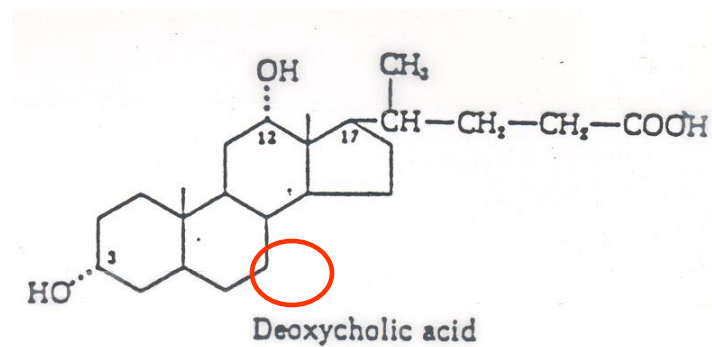
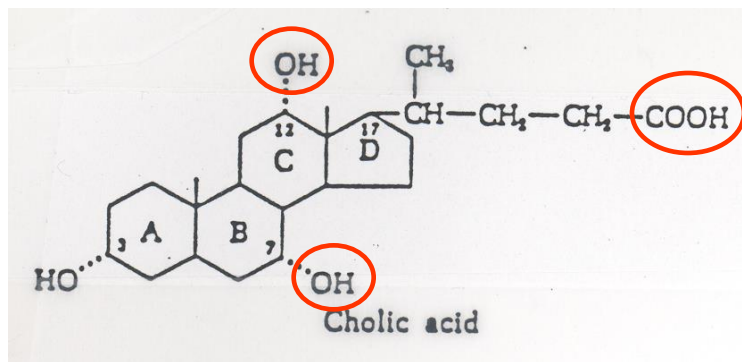
Safra Asitleri

- Safra asitleri 24 C'lu steroidlerdir.
- Ön madde olarak kolesterinden yararlanılarak tüm hayvansal organizmalarda sentezlenebilir.
- Kolesterolün yan zincirindeki son üç karbon atomu oksidasyona uğrayarak parçalanır ve karboksil grubu oluşarak safra asitleri meydana gelir.
- Bütün safra asitlerinin kolanik asitten türedikleri kabul edilir.
- Kolanik asit 5 karbonlu yan zinciri COOH grubu ile biten, 10. ve 13. karbonlarında metil grubu taşıyan maddelerdir.
- Başlıca karaciğerde sentezlenirler.
- Safra kesesinde toplanırlar ve bir kanalla ince barsağa salgılanır.

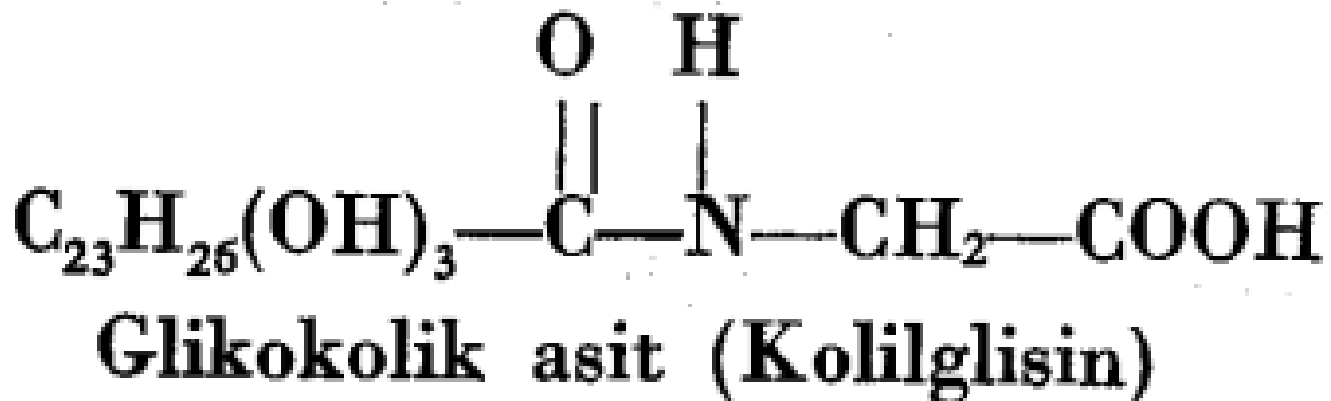


- Safra asitlerinin oluşturduğu tuzlar (anyonlar) yağları emülsiyon haline getirerek, lipaz enziminin yağlarla değme yüzeylerini artırır ve kolaylıkla hidroliz olmalarını sağlar.
- Bu özellikleri ile (kolik asit anyonları) çok güçlü doğal deterjanlardır.

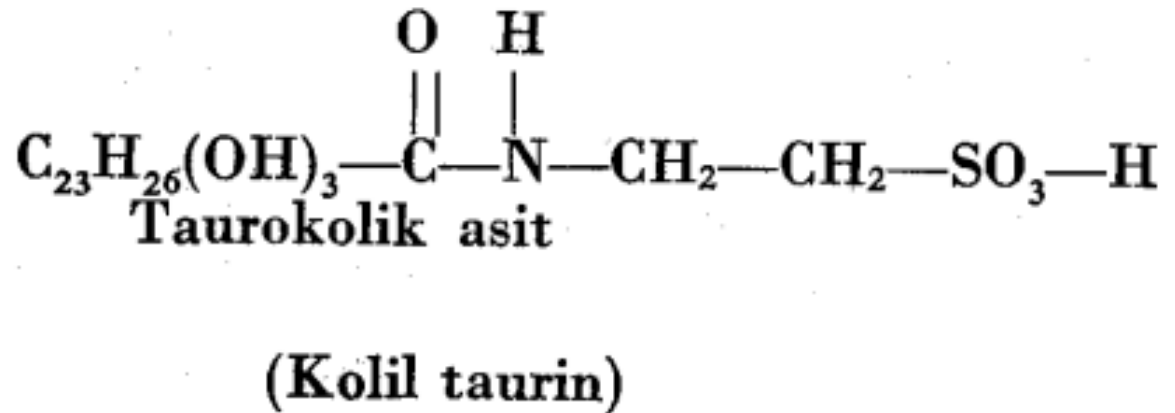
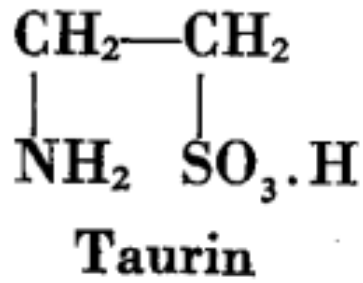
- Kolanik asitte, steran halkasının 3., 6., 7., 12. karbonlarına en fazla 3 hidroksil grubunun girmesiyle aşağıdaki kolanik asit türevleri, yani diğer safra asitleri meydana gelir.
- Kolik asit: 3,7,12 - trihidroksikolanik asit
- Dezoksikolik asit: 3,12 - dihidroksikolanik asit
- Litokolik asit: 3 - hidroksikolanik asit
- Hiyodezoksikolik asit: 3,6 - dihidroksikolanik asit
- Kenodezoksikolik asit: 3,7 - dihidroksikolanik asit



- Safrada en çok bulunan safra asitleri kolik asit ve kenodezoksikolik asittir.
- İnsan safrasında serbest safra asidi yoktur. Safra asitleri karboksil grupları aracılığı ile glisin veya taurin ile konjuge halde safrada bulunurlar.
- Hepsi birleşmiş haldedir.
- Bunlara birleşik (konjuge) safra asitleri denir.
- Glisin kolik asitle glikokolik asidi, dezoksikolik asit ile glikodezoksikolik asidi ve litokolik asitle de glikolitokolik asidi verir.



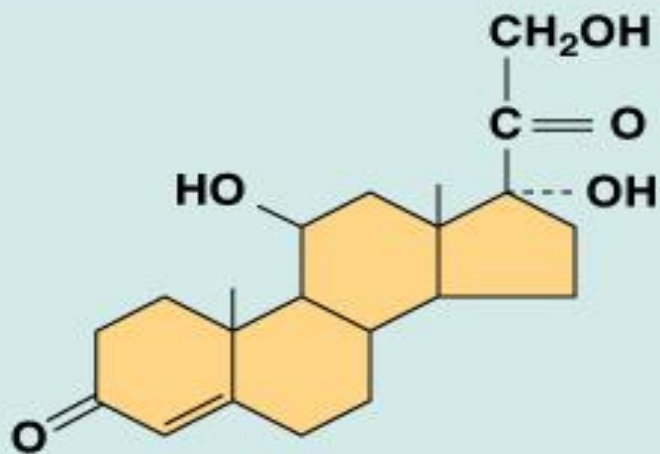
- Yine kolik asit, dezoksikolik asit ve litokolik asit taurin ile birleşerek sırasıyla, taurokolik asit, taurodezoksikolik asit ve taurolitokolik asidi meydana getirirler.



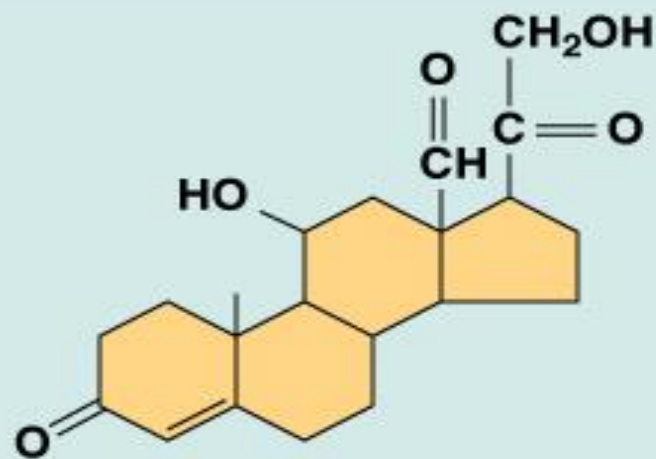
- Safra asitlerinin tuzları yani kolatlar yapıları nedeniyle (büyük kısmı apolar, ufak bir kısmı polar moleküler) yüzey gerilimini azaltıcı ve emülsiyon yapıcı özelliğe sahiptirler.
- Suda erimeyen kolesterolü, yağları, fosfatidleri, yağda erir vitaminleri emülsüyon haline getirerek barsaklardan rezorbsiyonunda önemli rol oynarlar.
- Yağların yüzeylerini genişleterek enzimlerin yağlara daha iyi etkimelerini sağlarlar.

Adrenal Korteks ve Cinsiyet hormonları

- Kolesterolün yan zincirinin kırılması oksidasyonu sonucu pregnenolon oluşur.
- Pregnenolondan da diğer steroidler üretilir.
- Cinsel hormonlar insanların ve diğer omurgalıların kuşların ve sürüngenlerin üreme fonksiyonlarının düzenlenmesinde etkin görev alırlar.
- Androjenler testosteron ve dihidrotestosterondur. Testislerde biyosentezlenir.
- Dihidrotestosteron testosterondan daha etkilidir. Österojenler başlıca östron ve östradioldür.
- Aromatik halka içerir. Estrodiol östrondan daha etkindir.



CORTISOL
(a glucocorticoid)



ALDOSTERONE
(a mineralocorticoid)

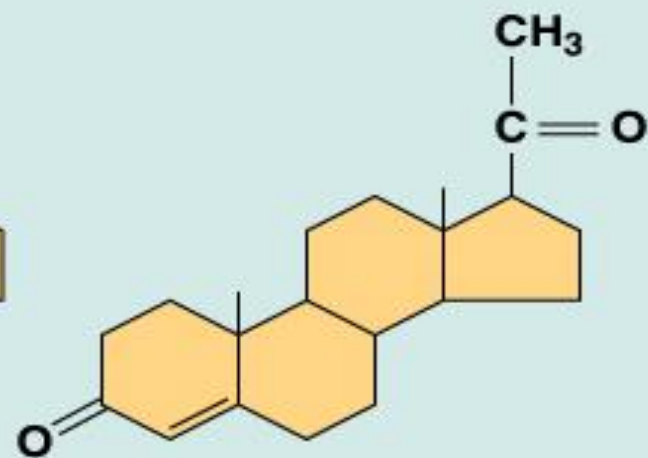
(a) Steroid hormones made in adrenal cortex



TESTOSTERONE
(an androgen)



ESTRADIOL
(an estrogen)



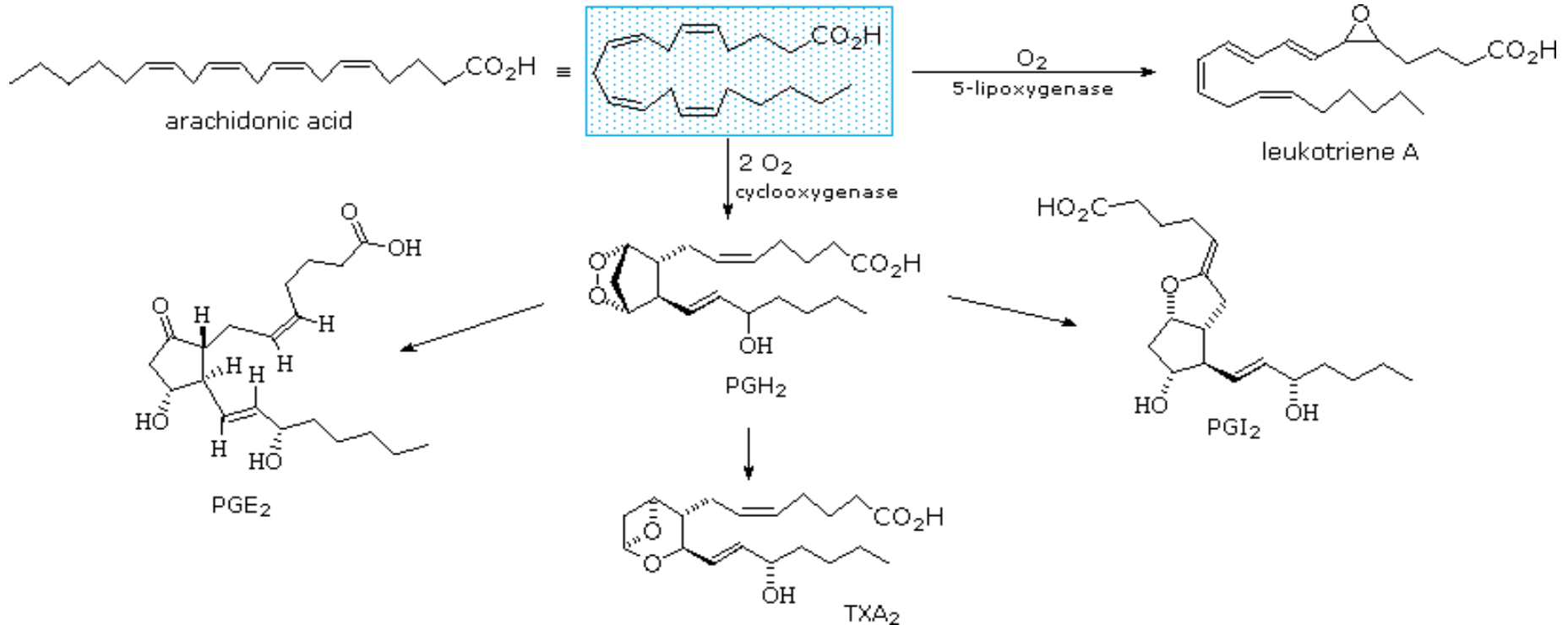
PROGESTERONE
(a progestin)

(b) Steroid hormones made in gonads (and, to some extent, in adrenal cortex)

Prostaglandinler

- Prostat bezinde sentezlenmesi ve ilk kez seminal sıvıdan izole edildiği için bu adı almıştır.
- Yapıları ve etkileri 1960 larda anlaşılmıştır.
- Ön maddesi arahidonik asittir. 20 karbonlu doymamış yağ asidi olan arahidonik asidin halkasal yapı kazanması ile meydana gelmektedir.
- Bundan türeyen prostanoik asitten diğer prostaglandinler oluşur.
- Günümüzde 30 kadar prostaglandin bilinmektedir.
- Hemen her doku prostaglandin ihtiva eder ve hemen her biyolojik olay bunlardan iz miktarda da olsa etkilenir.

- Bunlar yangıya ve ağrıya olan duyarlılığı artırır.
- Asprin ve benzeri ilaçlar prostaglandin sentezindeki enzimlerin etkilerini inhibe ederek antagonist etki gösterirler.
- Yine kortizon ve diğer steroidlerin yangı önleyici etkileri prostaglandin sentezini önlemelerinden kaynaklanmaktadır.
- Prostaglandinlerin diğer etkileri kan basıncını düşürme ve uterus kasları gibi düz kasların kontraksiyonlarını uyarmalarıdır.
- Prostaglandinlerden en iyi bilinenleri PGE1, PGE1a ve PGE2a dır. PGE2 ve PGE2a ise zor doğumlarda kullanılmakta ve uterus kaslarının kontraksiyonunu artırarak bebeğin doğumunu kolaylaştırmaktadır.



Lipoproteinler

Lipoproteinler, fosfolipidler, kolesterol, kolesterol esterleri ve trigliseridlerin çeşitli kombinasyonları ile apolipoproteinler denen spesifik taşıyıcı proteinlerin moleküler agregatlarıdır. Lipoprotein partikülleri küre şeklindedirler; merkezde trigliseridlerin ve kolesterol esterlerinin hidrofobik lifleri, dış yüzde ise proteinlerin, fosfolipidlerin ve kolesterolün hidrofilik kısımları yer alır: Apolipoproteinler, lipoprotein partiküllerinin çeşitli sınıflarını oluşturmak üzere lipidlerle kombine olurlar. Apolipoprotein ve lipidlerin farklı kombinasyonları, şilomikronlardan çok yüksek dansiteli lipoproteine kadar değişen farklı dansiteli partiküller oluştururlar ki insan plazması lipoproteinlerinin başlıcaları şunlardır:

Lipoprotein	Density (g/mL)	Composition (wt %)				
		Protein	Free cholesterol	Cholesteryl esters	Phospholipids	Triacylglycerols
Chylomicrons	<1.006	2	1	3	9	85
VLDL	0.95–1.006	10	7	12	18	50
LDL	1.006–1.063	23	8	37	20	10
HDL	1.063–1.210	55	2	15	24	4

- **Şilomikronlar:**
- Lipoproteinlerin en büyükleri ve dansitesi en küçük olanlarıdır; yüksek oranda trigliserid içerirler:
- Şilomikronlar, ince bağırsak epitel hücrelerinin düz endoplazmik retikulumunda sentezlenirler; sonra lenfatik sisteme geçerler, daha sonra juguler venden kan dolaşımına katılırlar. Şilomikronlar, diyetteki trigliseridlerin (eksojen trigliseridler) ince bağırsaktan diğer dokulara taşınması ile ilişkilidirler. Serumda fazla miktarda şilomikron bulunması durumunda, serum bir gece buzdolabında bekletildiğinde üzerinde krema tabakası oluşur.
- Şilomikronlar, dolaşım sürecinde şilomikron kalıntılarına ve daha ileri aşamada VLDL'lere dönüşürler.

LDL'ler:

- Düşük dansiteli lipoproteinlerdir; VLDL'lerden daha küçüktürler; trigliserid içerikleri çok az, kolesterol ve kolesterol esterlerinden zengin lipoproteinlerdir; temel apolipoproteinleri ApoB-100'dür:
- **LDL'ler, kolesterolü karaciğerden başka dokulara taşırlar.**
- Ekstrahepatik dokular, ApoB-100'ü tanıyan spesifik yüzey reseptörlerine sahiptirler. ApoB-100'ü tanıyan reseptörler, kolesterol ve kolesterol esterlerinin dokular tarafından alınmasına aracılık ederler. Kan dolaşımında aşırı miktarda LDL bulunduğu durumlarda reseptör aracısız olarak retiküloendotelial sistem makrofajları tarafından LDL'ler yutulur; köpük hücreler oluşur. Düz kas hücrelerinde kolesterol esterlerinin birikmesi, arteriyal duvarlarda aterosklerotik plakların gelişmesine neden olur.

HDL'ler:

- Yüksek dansiteli lipoproteinlerdir; LDL'lerden daha küçüktürler:
- HDL'ler, karaciğerde ve ince bağırsak duvarında sentezlenirler. Karaciğerde ve ince bağırsak duvarında sentezlenen HDL, diskoidal şekillidir; ApoA-I, ApoA-II, lesitin ve serbest kolesterol içerir. Yeni sentezlenen ve kan dolaşımına salıverilen HDL, dolaşımdaki diğer lipoproteinlerden kolesterol esterlerini toplar ve küre şekilli olgun HDL şekline dönüşür. İlk oluşan olgun HDL, HDL3 olarak adlandırılır; daha sonra kolesterol esterlerinin artması ve ApoE katılması ile HDL2 oluşur; daha ileri aşamada da HDL1 (HDL-C) oluşur.
- **Kolesterolden zenginleşen HDL, karaciğere dönünce kolesterolü bırakır; böylece HDL, kolesterolü dokulardan karaciğere taşımış olur.**
- HDL'in kolesterolü özellikle damar endoteli gibi dokulardan karaciğere taşıma fonksiyonu, antiaterojenik etki oluşturur.

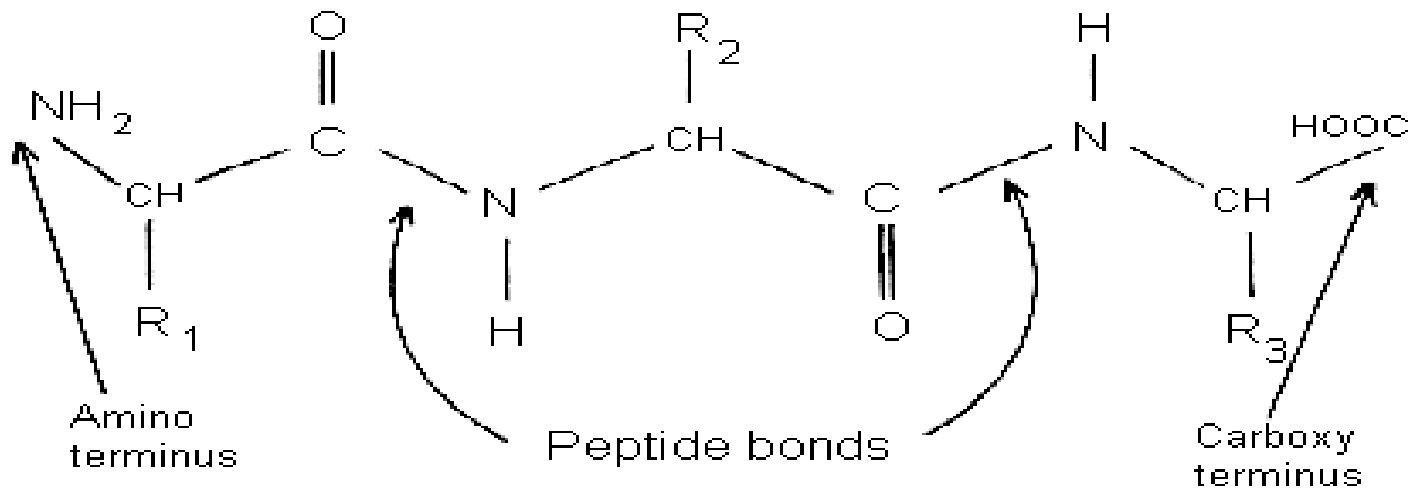
VLDL'ler:

- Çok düşük dansiteli lipoproteinlerdir; şilomikronlardan daha küçüktürler:
- Diyet yakıt olarak hemen gerekenden daha fazla yağ asidi içerirse, yağ asitleri karaciğerde trigliserid haline dönüştürülürler, oluşan endojen trigliseridler VLDL'lerin yapısına katılırlar. Diyetteki aşırı karbonhidrat da karaciğerde endojen trigliserid haline dönüştürülür ve VLDL olarak dolaşıma verilir.
- VLDL'ler, dolaşım sürecinde lipid içeriğinin gittikçe azalması sonucu ara dansiteli lipoproteinlere (IDL) ve daha ileri aşamada LDL'lere değişirler.

Proteinler

- Yapılarında karbon, hidrojen, oksijen ve azot bulunan proteinler yaşam için gerekli organik bileşiklerdir.
- Protein deyimi, yunanca proteios kelimesinden türemiştir.
- İlk ve ön planda yer tutma anlamına gelir.

- Protein molekülleri yüzlerce amino asitin peptid bağları ile birbirine bağlanmasından meydana gelir.



- Çeşitli proteinler değişik amino asitleri içerirler. Fakat her bir proteindeki amino asit sayısı sabittir.
- Birçok protein, amino asitlerden başka karbonhidratlar, lipidler, porfirinler, metaller gibi başka yapı taşları da bulundurlar.
- Bugüne kadar bilinen proteinlerin sayısı 1000'in üzerindedir. Bunlardan çoğu saf olarak elde edilmiştir.

- Karaciğer, kas, böbrek kuru ağırlığının %70-80'i
- Kan plazmasının %6-8'i
- Beyinin %8'i
- Yumurta sarısının %15'i
- İnek sütünün %3.3 proteindir.
- Bitkilerde protein miktarı az olmakla beraber, tohumlarında fazladır.

- Lahanada %1-2
- Arpa, buğday, yulafta %10-15
- Bademde %21
- Soyafasulyesinde %36 protein bulunur

- Proteinler büyük moleküllü maddeler olup, molekül ağırlıkları yaklaşık 10.000 den milyonlara değişik büyüklükte olabilir.
- Proteinler bir taraftan çözünmüş halde hücrenin sitozollerinde bulunurlar, diğer yandan çözünmemiş halde hücrenin iskeletini teşkil ederek Organizmanın genel yapı taşlarını oluştururlar

- Bundan başka canlı organizmadaki metabolizma olaylarını kataliz eden enzimler (amilaz, lipaz, laktat dehidrogenaz vb.),
- Fizyolojik etki gösteren hormonların bir kısmı (insülin, büyüme hormonu vb.) ve
- Canlı varlıkları bazı hastalıklara karşı koruyan antikorlar,

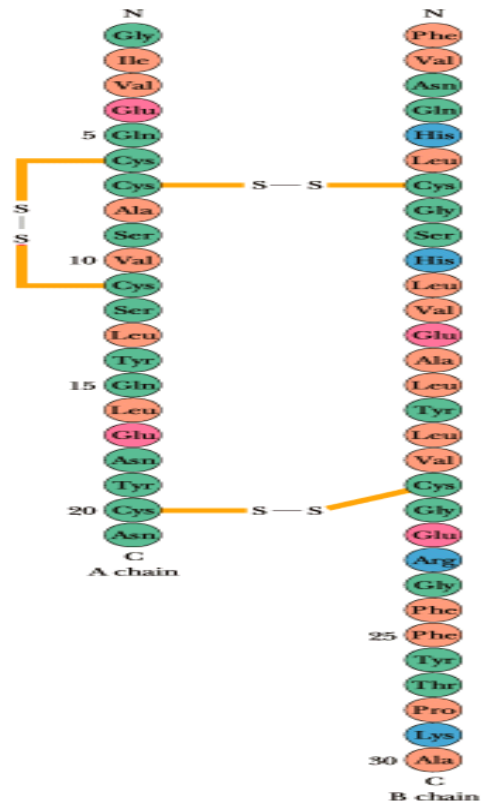
- Vucutta osmotik basıncı düzenlenmesinde ve O, Fe ve Cu gibi maddelerin kanda taşınmasından da proteinler sorumludur.
- Kollagen, elastin, kıllardaki keratin ve boynuz maddesi gibi ekstra proteinler mekanik görevi olan proteinlerdir.

- Alyuvarlara rengini veren hemoglobin bir protein bileşigidir.
- Kasların büyük kısmı miyozin ve aktin denen protein türlerinden meydana gelir.
- Aynı zamanda proteinler bir enerji kaynağıdırlar ve 1 gram protein vücutta 4 kcal. enerji oluşturur.

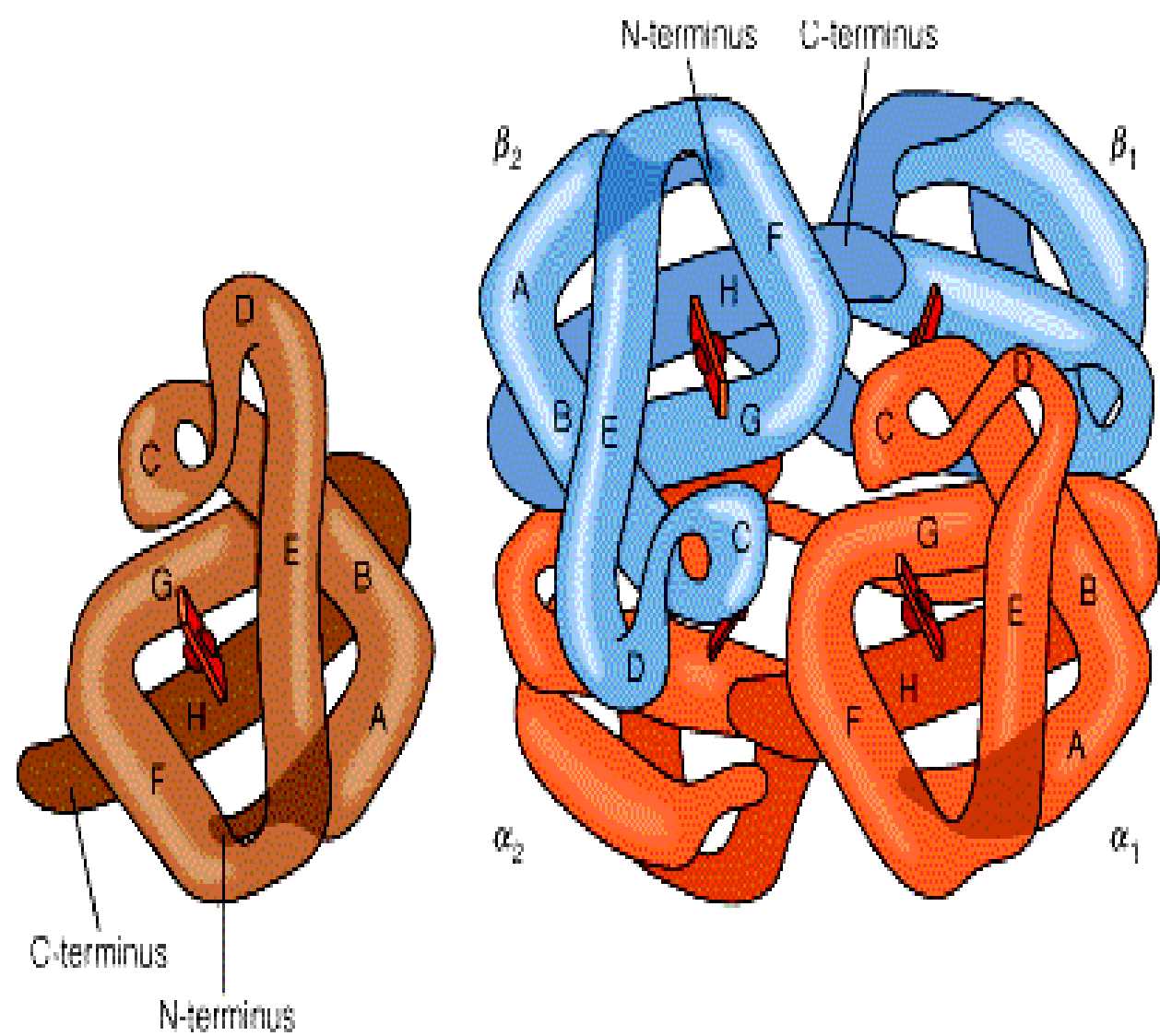


İnsülin Hormonu protein yapısındadır

Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 5.17

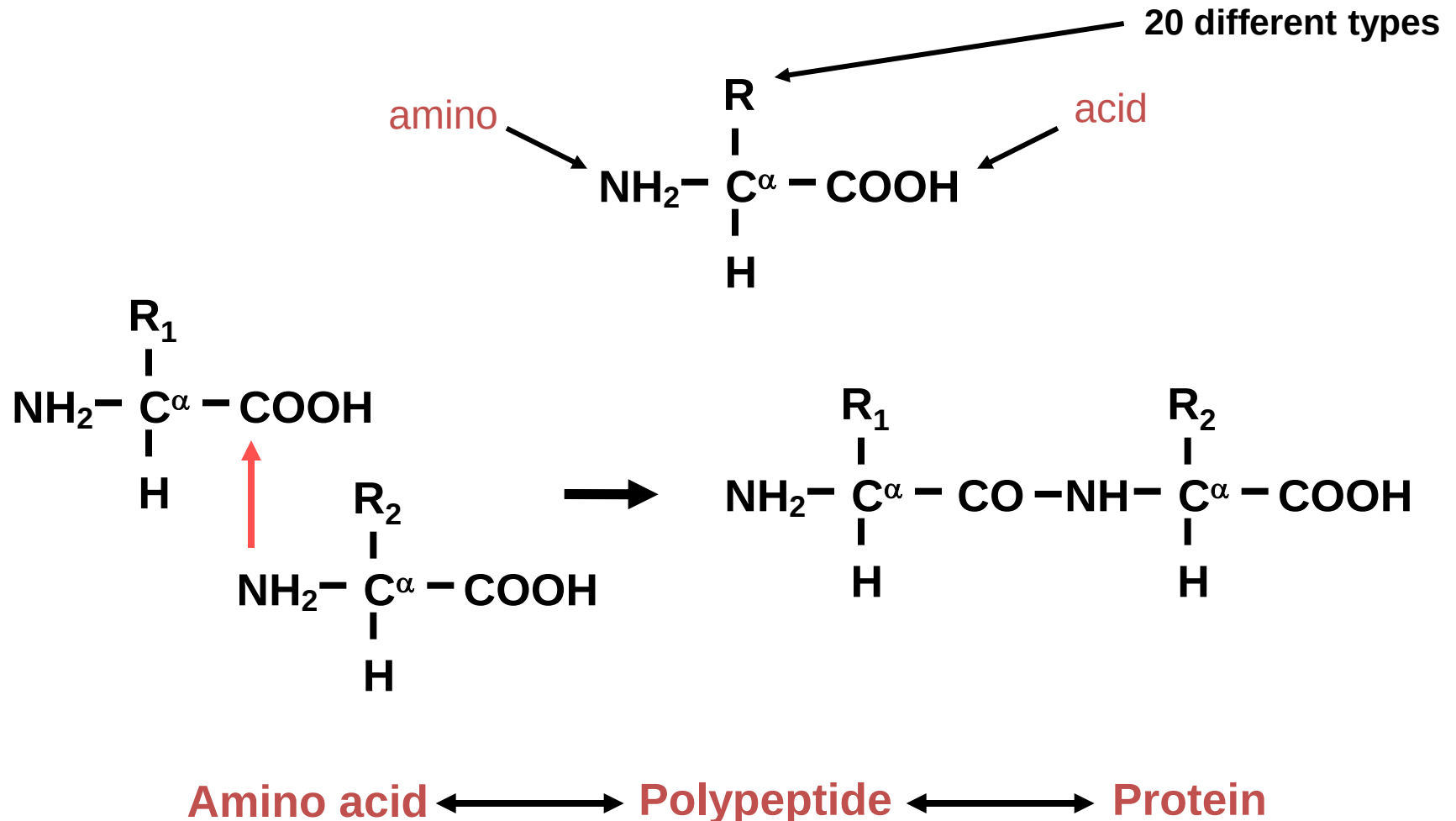


- Hemoglobinin yapısı



- Bütün proteinlerin bileşiminde, genellikle, karbon (C) %50, oksijen (O) %23, nitrogen (N) %16 ve hidrojen (H) %7 bulunur.
- Bazı proteinler de %1 kadar sülfür (S) ihtiva ederler. Bir kısmında da ayrıca, fosfor, demir, çinko ve bakır da bulunabilir.
- Proteinlerin yapısında bulunan elementler –COOH, -NH₂, imino(-N), tiyo (-HS) ve fenil halkası gibi fonksiyonel grupları oluştururlar.
- Bu atom grupları da bir araya gelerek amino asitleri bunlarda peptid bağlarıyla bağlanarak polipepidleri meydana getirirler.

Amino Acid Chemistry



- Proteinlerin biyolojik fonksiyonlarını şöyle özetleyebiliriz:
- Enzimatik katalizleme.
- Taşıma ve depolama.
- Mekanik hareket.
- Mekanik destek.
- Bağışıklık.
- Hormonlar.
- Büyüme ve farklılaşma.

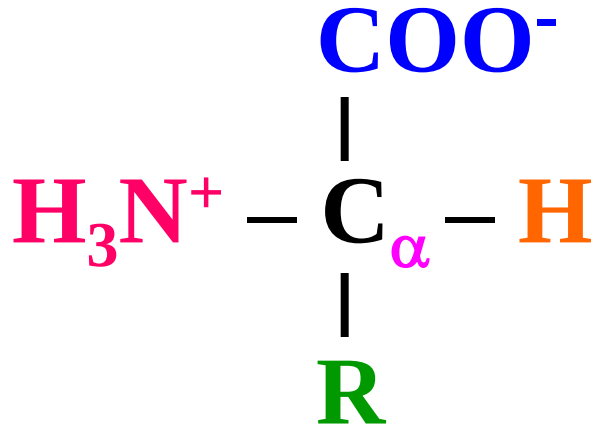
AMİNO ASİTLER

- Yapısında amino ve karboksil grupları içeren yapılara aminoasit denir.
- Proteinler hidroliz edilirse kendilerini oluşturan aminoasit ünitelerine parçalanırlar.
- Doğada yaklaşık 300 amino asit bulunmasına karşın, bunlardan ancak 20 tanesi proteinlerin yapısına girer.
- Bu 20 amino asitin farklı sayıda dizilişleri neticesi yüzbinlerce farklı yapı ve vazifede proteinler oluşmaktadır.
- Amino asitlerin **Önemi** sadece proteinlerin yapı birimleri olmalarından ileri gelmez.
- Metabolizmada amino asitler diğer birçok reaksiyonlara da iştirak ederler ve diğer bazı endojen maddelerin (porfirin, pürin, pirimidin bazıları gibi) **sentezine katılırlar.**

- Adlarından da anlaşılacağı gibi, amino asitler karakteristik iki fonksiyonel grup içerirler.
- Bir alfa (α) amino asitinin aynı karbon atomuna bağlı bir amino grubu ($-\text{NH}_2$), bir karboksil grubu ($-\text{COOH}$) ve bir hidrojen atomu bulunmaktadır.
- Bu karbon atomunun dördüncü bağına α - Amino asitlerde, amino asit yan zinciri (R) adı verilen değişik yapılar bağlanmaktadır.
- Yan zincirin değişmesi ile çeşitli amino asitler meydana gelir ve amino asitler bu yan zincirlerine göre isimler alırlar.

AMİNO ASİTLER

Yapılarında



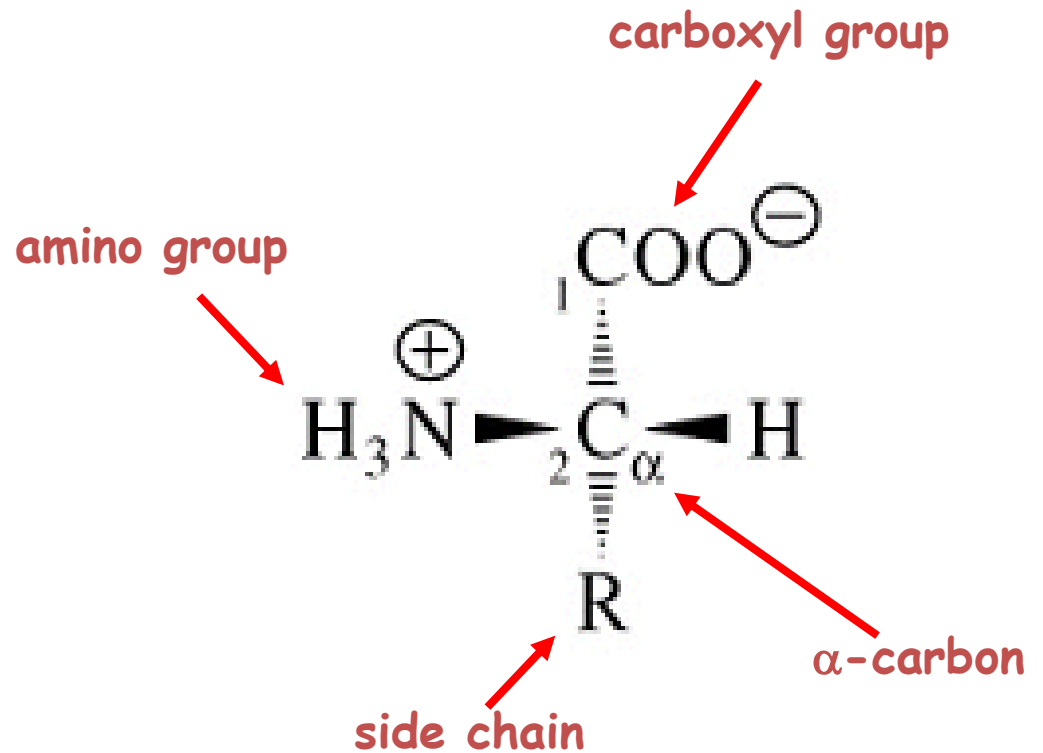
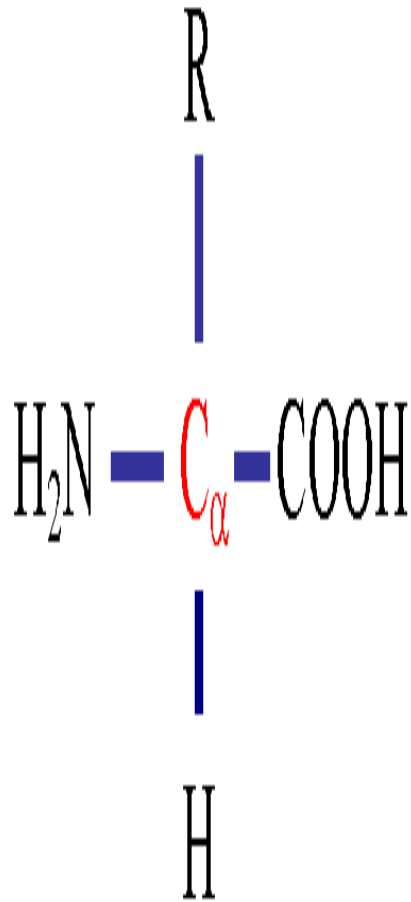
- **Amino** ($-\text{NH}_3^+$) grubu
- **Karboksil** ($-\text{COO}^-$) grubu
- **Yan zincir** (**R**)

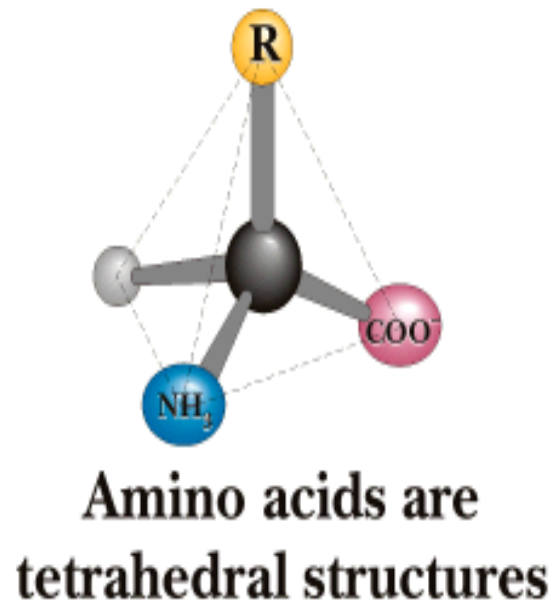
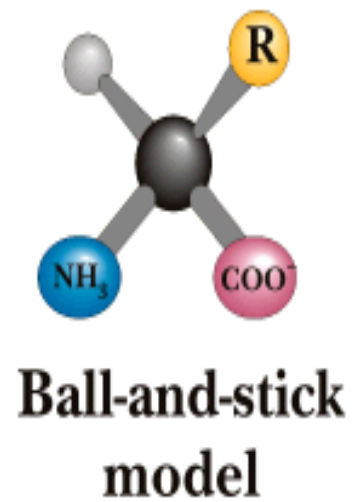
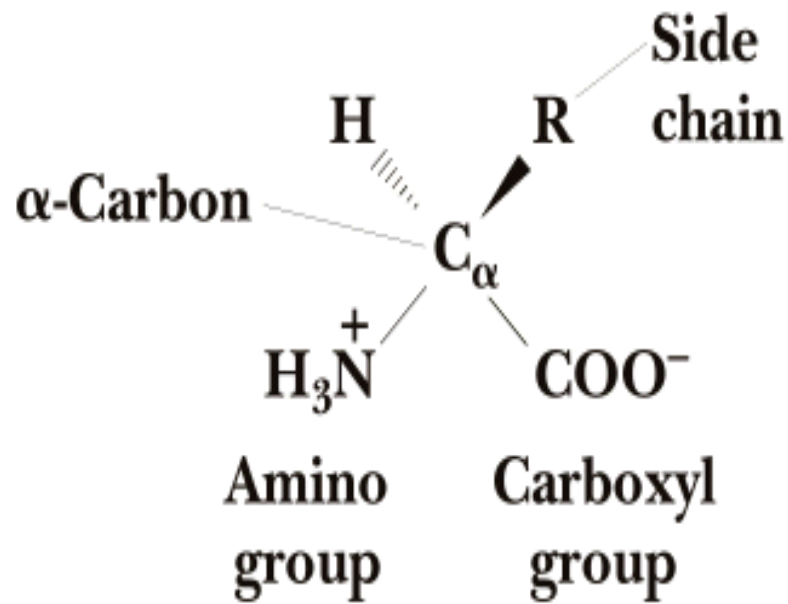
taşıyan organik bileşiklerdir

α -Amino Asit (**AA**) (α -Amino karboksilik asitler)

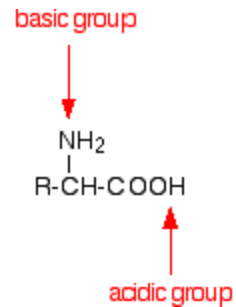
- **Kısa zincirli organik asit** (bir kısmı yağ asiti) **lerin** türevidirler. **ÖR:** **Asetik asit** **valerik asit**
Propiyonik asit **kaproik asit**
Bütirik asit

Amino Asitlerin genel formülü





Amino asitlerin asidik ve bazik grupları



Amino asitlerin kısaltmaları

- Amino asitler, üç harfli kısaltmalar ve tek harfli sembollerle gösterilirler. Örnek;
- Glisin (Gly, G)
- Alanin (Ala, A)
- Valin (Val, V)
- Lösin (Leu, L)

• Amino Acid Type	Amino Acid	Abbreviations	
		<u>3-letter</u>	<u>1-letter</u>
• Non-polar (Aliphatic)	Glycine		Gly G
	Alanine		Ala A
	Valine		Val V
	Leucine		Leu L
	Isoleucine		Ile I
	Proline		Pro P
	Methionine		Met M
	Phenylalanine		Phe F
• Non-polar (Aromatic)	Tryptophan		Trp W
	Tyrosine	Tyr	Y
• Polar (Uncharged)	Serine		Ser S
	Threonine		Thr T
	Asparagine		Asn N
	Glutamine		Gln Q
	Cysteine	Cys	C
• Polar (Charged -ve)	Aspartic Acid		Asp D
	Glutamic Acid		Glu E
• Polar (Charged +ve)	Lysine		Lys K
	Arginine	Arg	R
	Histidine	His	H

Amino Asitlerin Sınıflandırılması

- Amino asitler yapısal özelliklerine göre değişik şekilde sınıflandırılırlar. Reaksiyonlara göre
- amino asitler, nötral, asidik ve bazik amino asit olarak 3 sınıfa ayrılırlar.

Kolay öğrenmek bakımından amino asitler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- 1. Alifatik Amino Asitler
- 2. yan zinciri –OH grubu taşıyanlar
- 3. Asidik Amino Asitler
- 4. Bazik Amino Asitler
- 5. Aromatik Amino Asitler
- 6. Kükürtlü Amino Asitler
- 7. İmino asitler
- 8. Esansiyel amino asitler

Alifatik Amino Asitler

- **Glisin:**

En basit ve asimetrik karbon atomu ihtiva etmeyen tek amino asittir. Bu sebeple optikçe aktif değildir. Organizmada sentezlenebilir.

- **Alanin:**

Organizmada hemen her proteinde bulunan, esansiyel olmayan yani endojen bir amino asittir.Özel bir görevi yoktur.

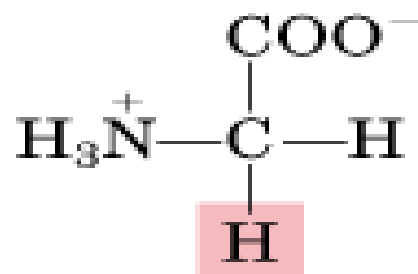
- **Valin:**

Eksojen yani esansiyel bir amino asittir. Çeşitli proteinlerin yapısında bulunur.

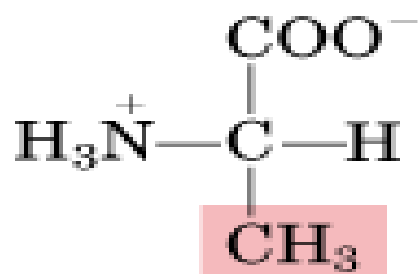
- **Löysin ve İzolöysin:**

Proteinlerde bulunan esansiyel amino asitlerdir. Vücuttaki metabolizmaları aynı yolla izlediklerinden beraber incelenir.

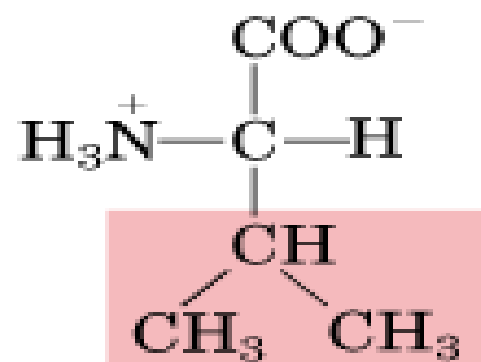
Nonpolar, aliphatic R groups



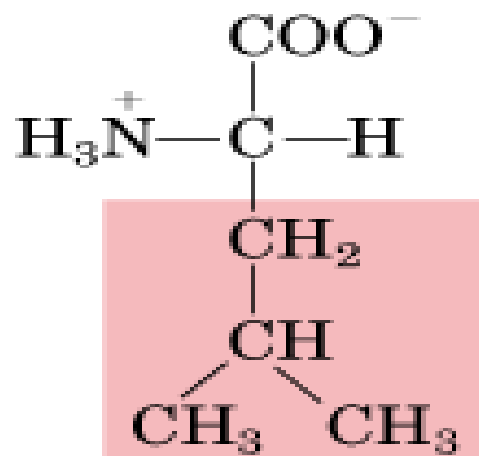
Glycine



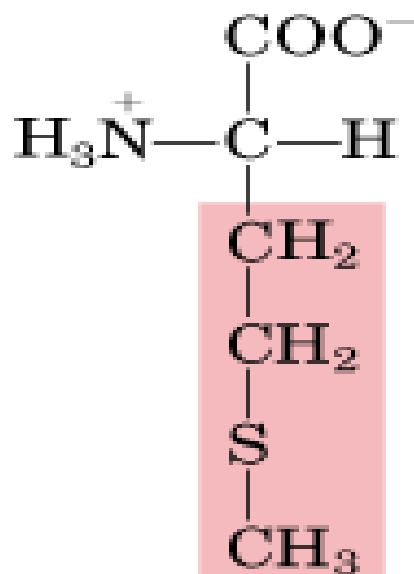
Alanine



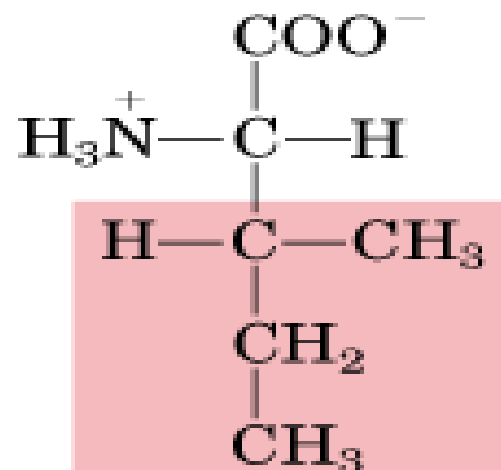
Valine



Leucine



Methionine

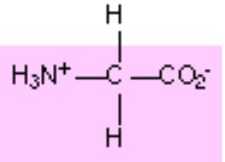


Isoleucine

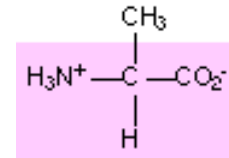
Alifatik (alkan) Amino Asitler

Hydrophobicity ↓

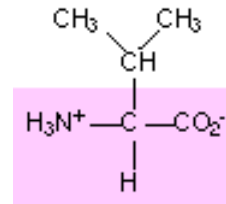
- Glycine(gly, G) – only non-chiral amino acid, not hydrophobic



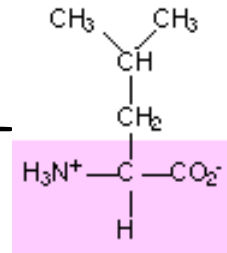
- Alanine (ala, A) – R- group = methyl-group



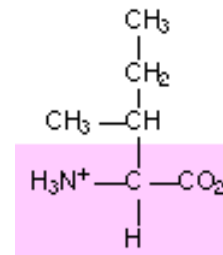
- Valine (Val, V) – Think V!



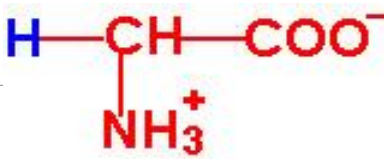
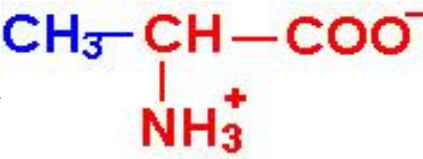
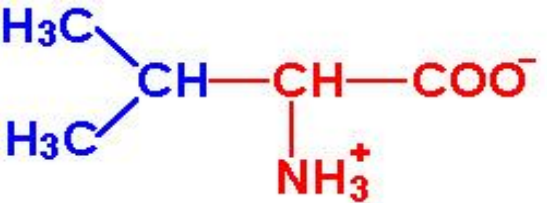
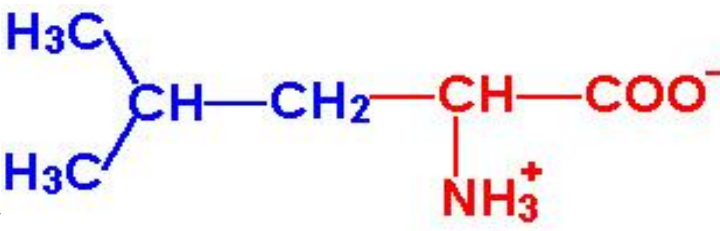
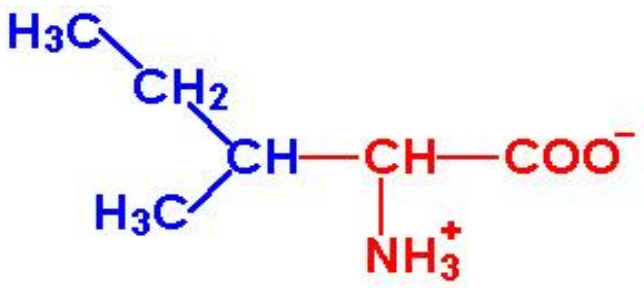
- Leucine (Leu, L) –



- Isoleucine (Ile, I) – 2 chiral carbons



Alifatik Amino asitler

Glycine	Gly - G		2.4	9.8
Alanine	Ala - A		2.4	9.9
Valine	Val - V		2.2	9.7
Leucine	Leu - L		2.3	9.7
Isoleucine	Ile - I		2.3	9.8

Yan Zinciri –OH Grubu Taşıyan amino asitler

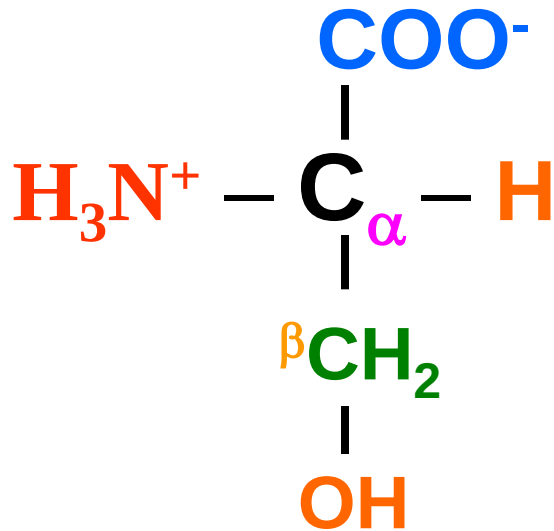
- **Serin:**

Glisin amino asiti ile birbirine dönüşebilirler.

- **Treonin:**

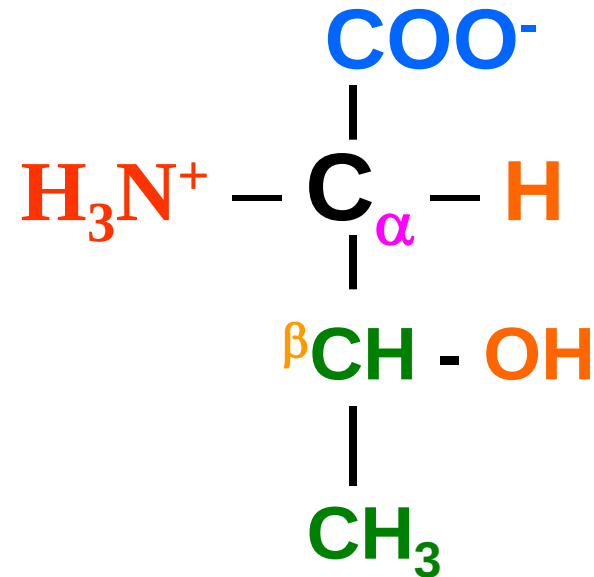
Birçok proteinlerde bulunur. Vücutta yapılamaz. Metabolize olması için piridoksal fosfat'a ihtiyaç vardır.

YAN ZİNCİRİNDE HİDROKSİL GRUBU TAŞIYAN AMİNO ASİTLER



SERİN (Ser) S

(α -Amino β - hidroksi
propiyonik asit)



TREONİN (Thr) T

(α -Amino β - hidroksi
bütirik asit)

Aromatik Amino Asitler

- **Fenilalanin ve tirozin:**

Bazı maddelerin sentezinde benzer bir şekilde bir role sahip olduklarından beraber incelenirler. Fenilalanin tirozine dönüşebilir fakat tirozin fenilalanine dönüşemez.

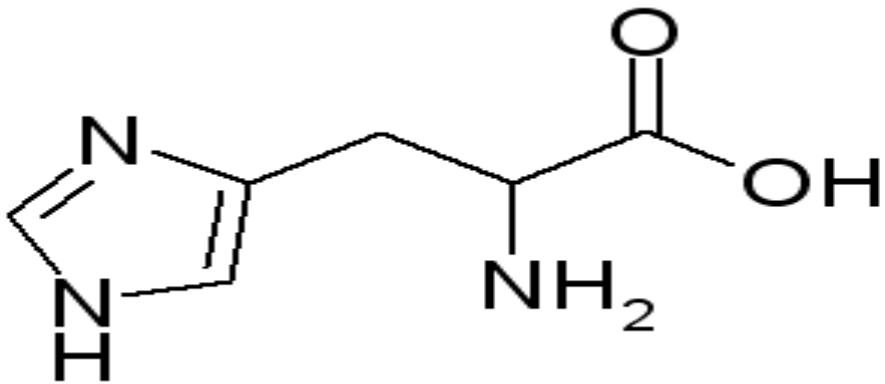
Bundan dolayı fenilalanin esansiyel bir amino asittir. Yani dışarıdan besinlerle alınması gerekir.

- **Triptofan:** Hem besin değeri yönünden, hem de hücre için önemli birçok bileşiklerin kaynağını oluşturduğundan önemli bir amino asittir.

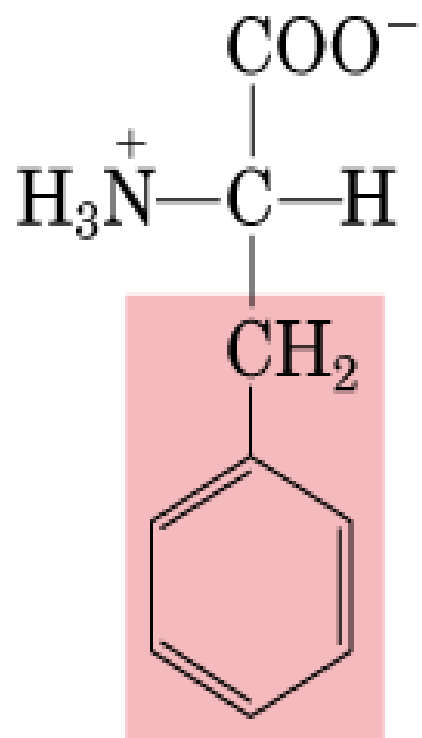
- **Histidin:**

Birçok proteinlerde % 1-2 oranında ve hemoglobinde % 10 oranında bulunur.

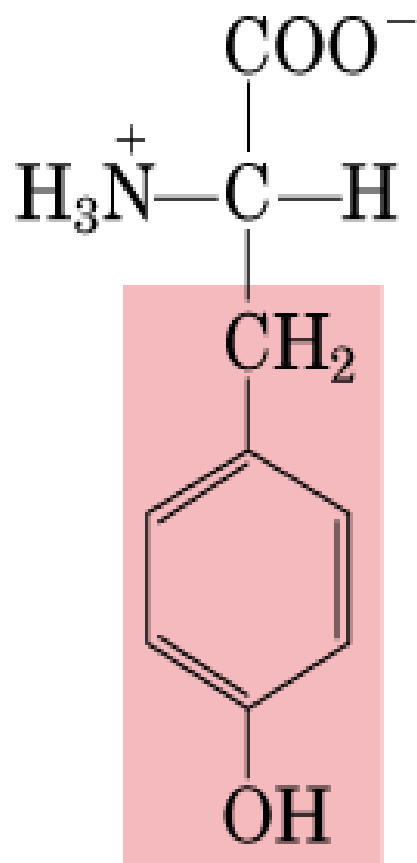
Endojen bir amino asittir.



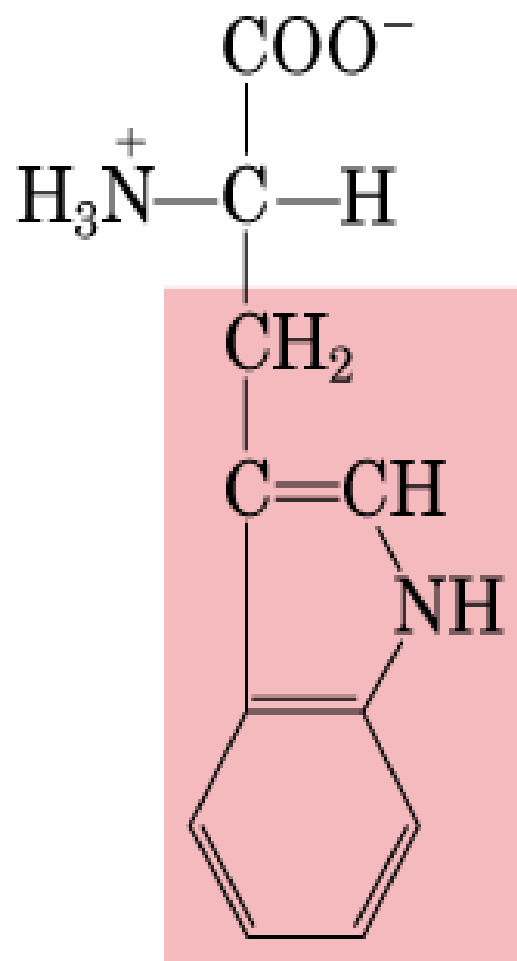
Aromatic R groups



Phenylalanine



Tyrosine



Tryptophan

Kükürtlü Amino Asitler

- **Sistein:**

Birçok proteinlerde ve özellikle kreatininde de sistin şeklinde fazla miktarda bulunur. Sistein sistin diye adlandırılan bir kovalent bağlanmış dimerik amino asit şekline okside olabilir. Sistinde iki sistein molekülü bir disülfid köprüsü vasıtasıyla birbirine bağlanmıştır. Sistindeki gibi disülfid köprüleri, birçok proteinde meydana gelir ve proteinin yapısını stabilize ederler.

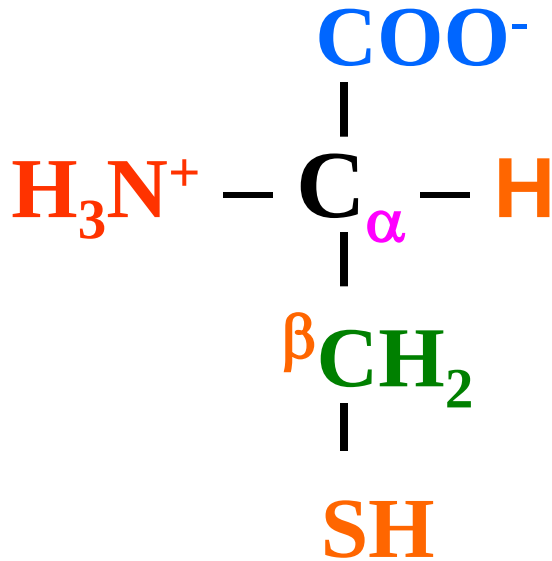
- **Metiyonin:**

Birçok proteinde bulunur. Esansiyel bir amino asittir. Metiyonin organizmada hem metil (-CH₃), hem sulfhidril (-SH) grubu vericisidir.

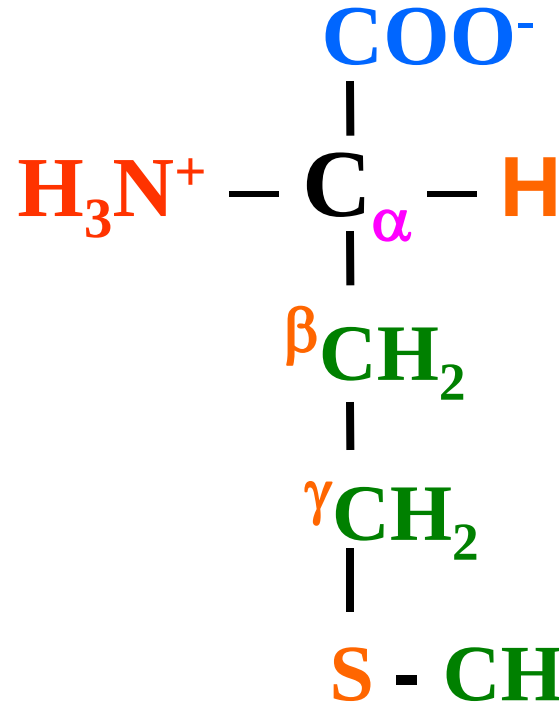
- **Sistin:**

Saç, tırnak ve boynuz gibi yapılarda bulunur.

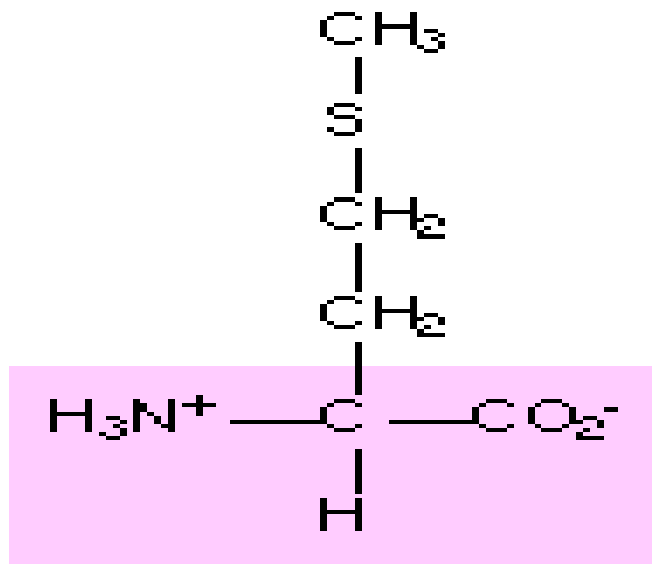
YAN ZİNCİRİNDE TİYOL GRUBU TAŞIYAN AMİNO ASİTLER



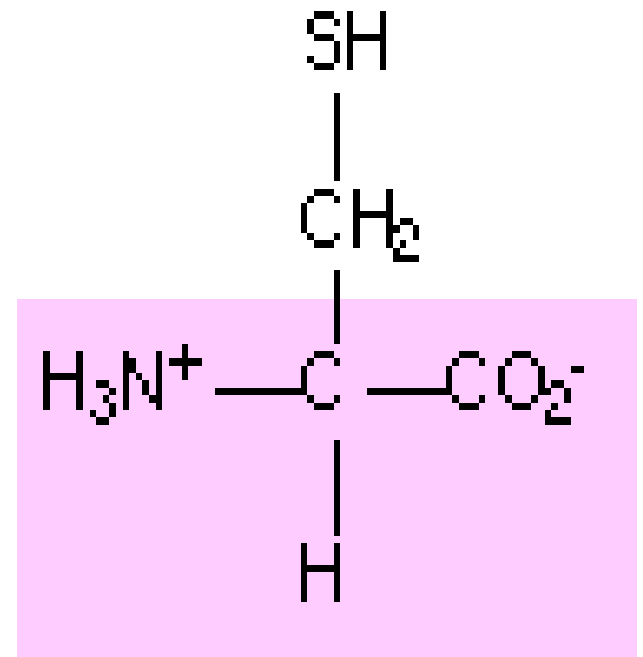
SİSTEİN (Cys) C
(α - Amino β -tiyo
propiyonik asit)



METİYONİN (Met) M
(α - Amino γ - metiltiyo
bütiirik asit)

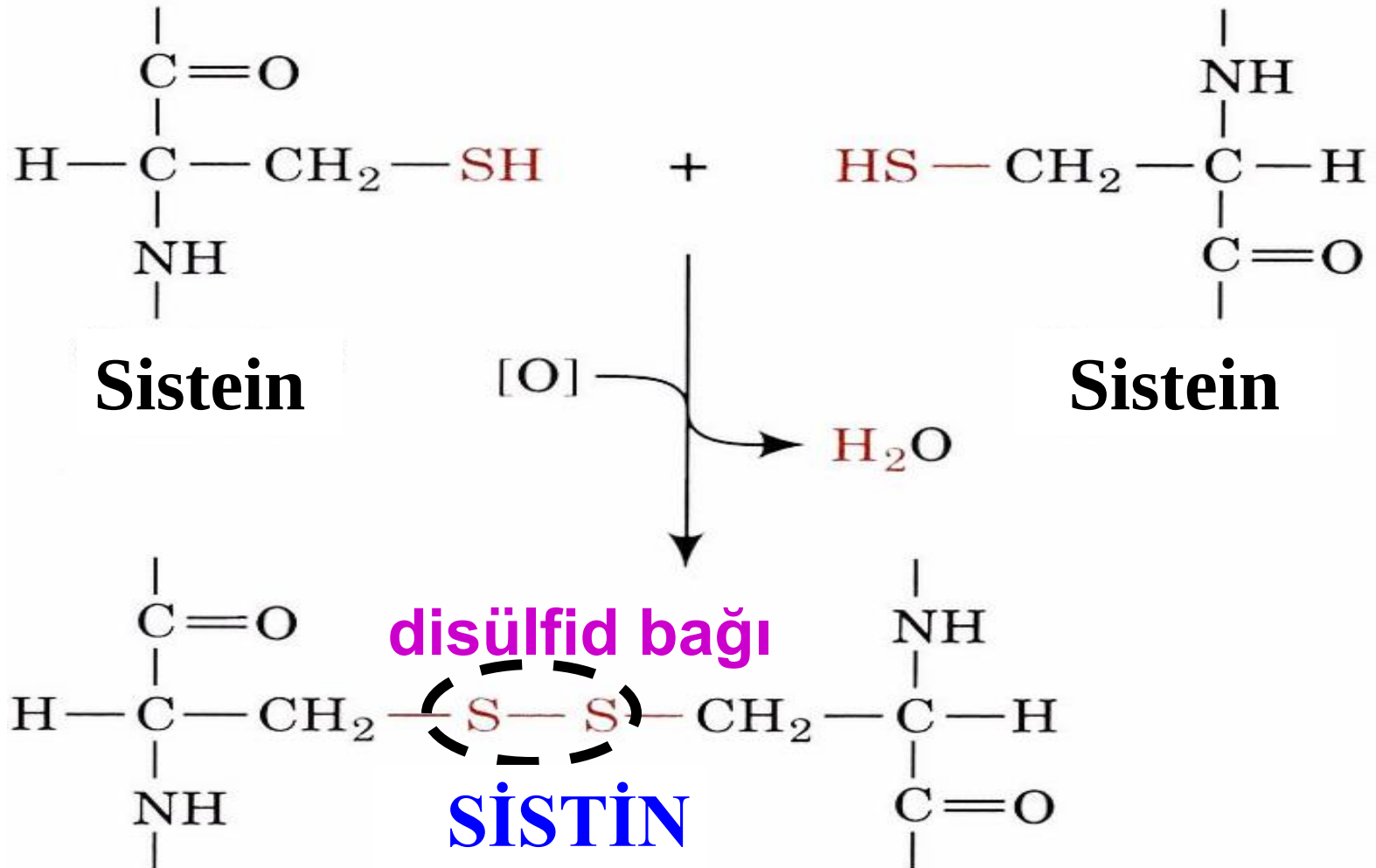


Metiyonin



Sistein

Disülfid Bağ Oluşumu

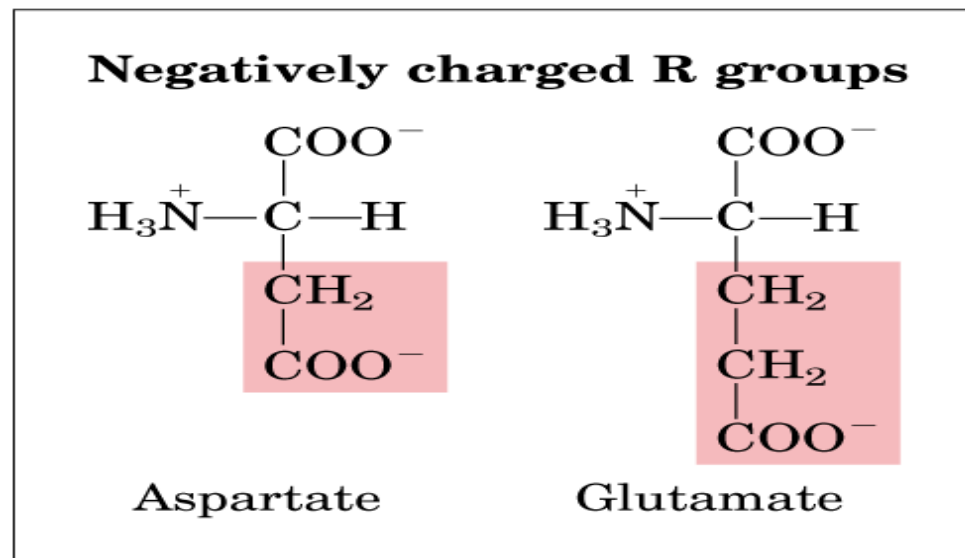


Asidik Amino Asitler ve bunların amidleri:

- Aspartik asit ve Glutamik asit.
- Buların karboksil gruplarından birsinin -OH grubu yerine -NH_2 grubu girmekle amidleri oluşur.
- Aspartik asitten, asparajin; glutamik asitten, glutamin.
- Bunların amidleri nötral amino asitlerdir.

Asidik Amino Asitler

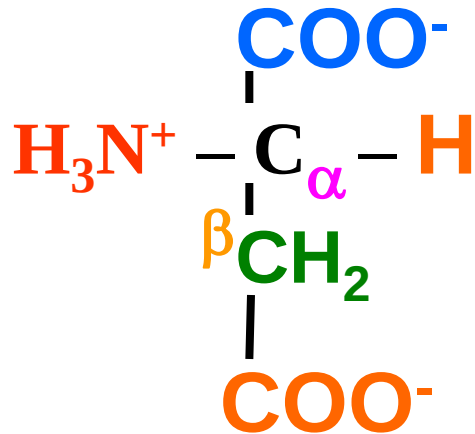
- **Aspartik asit ve Glutamik asit:**
- Endojen amino asitlerdendir.
- Bu iki amino asit transaminasyon reaksiyonlarında rol alırlar.



Asit-amitler

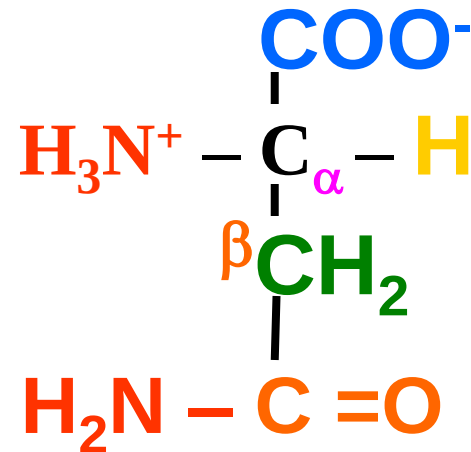
Aspartic Acid	Asp - D	$\begin{array}{c} \text{OOC}^- - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	2.0	9.9	3.9
Asparagine	Asn - N	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	2.1	8.8	
Glutamic Acid	Glu - E	$\begin{array}{c} \text{OOC}^- - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	2.1	9.5	4.1
Glutamine	Gln - Q	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	2.2	9.1	

ASİDİK (NEGATİF YÜKLÜ) YAN ZİNCİRLİ AMİNO ASİTLER VE AMİDLERİ



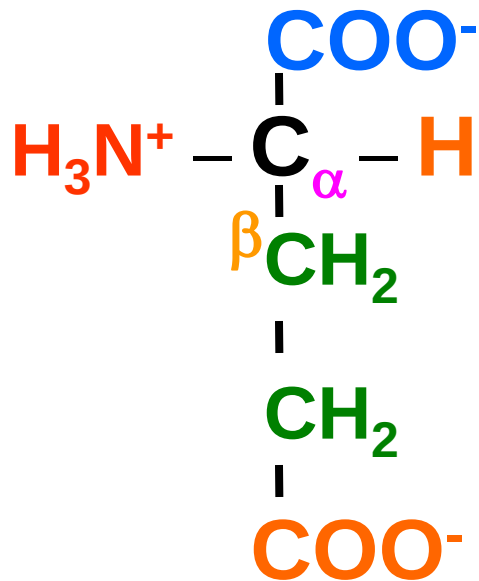
ASPARTİK ASİT
(Asp) D

(α - Amino süksinik asit)

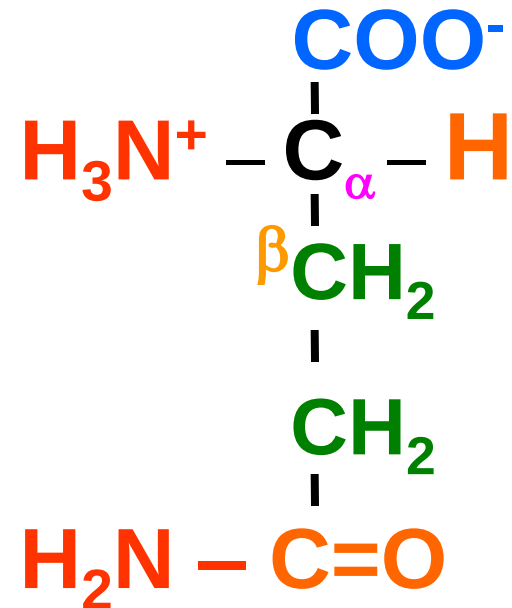


ASPARAJİN(Asn) N

ASİDİK (NEGATİF YÜKLÜ) YAN ZİNCİRLİ AMİNO ASİTLER VE AMİDLERİ



GLUTAMİK ASİT (Glu) E
(α - Amino glutarik asit)



GLUTAMİN (Gln) Q

Bazik Amino Asitler

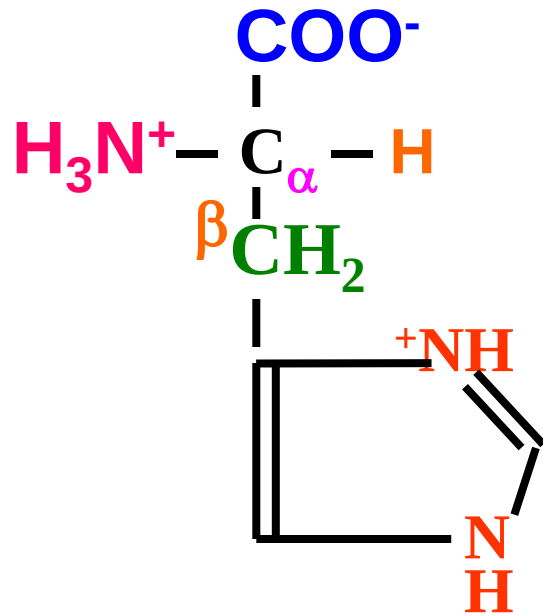
- **Lizin:**

Özellikle hayvansal kaynaklı proteinlerde bulunur. Bazik bir amino asit olup, organizmada teşekkül edemez, yani esansiyeldir.

- **Arginin:**

Organizmada glutamik asitten teşekkül eder. Üre biosentezinde rol alır.

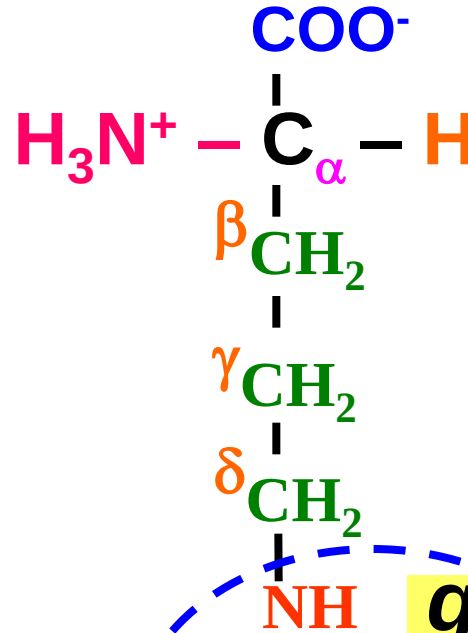
BAZİK (POZİTİF YÜKLÜ) YAN ZİNCİRLİ AMİNO ASİTLER



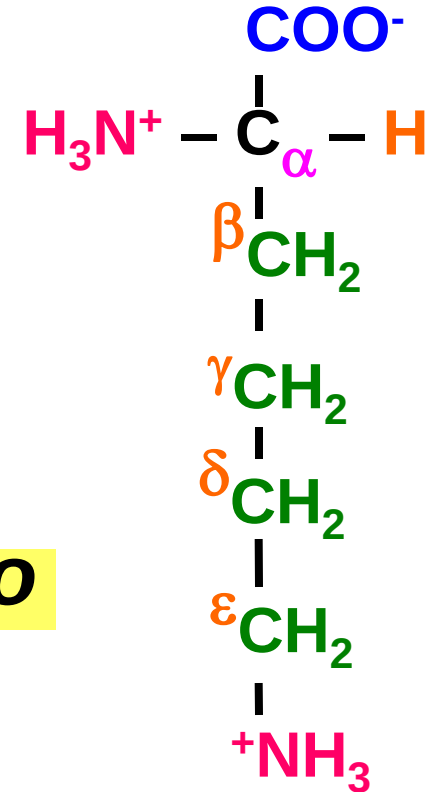
HİSTİDİN

(His) **H**

(α -Amino β -imidazol
propiyonik asit)



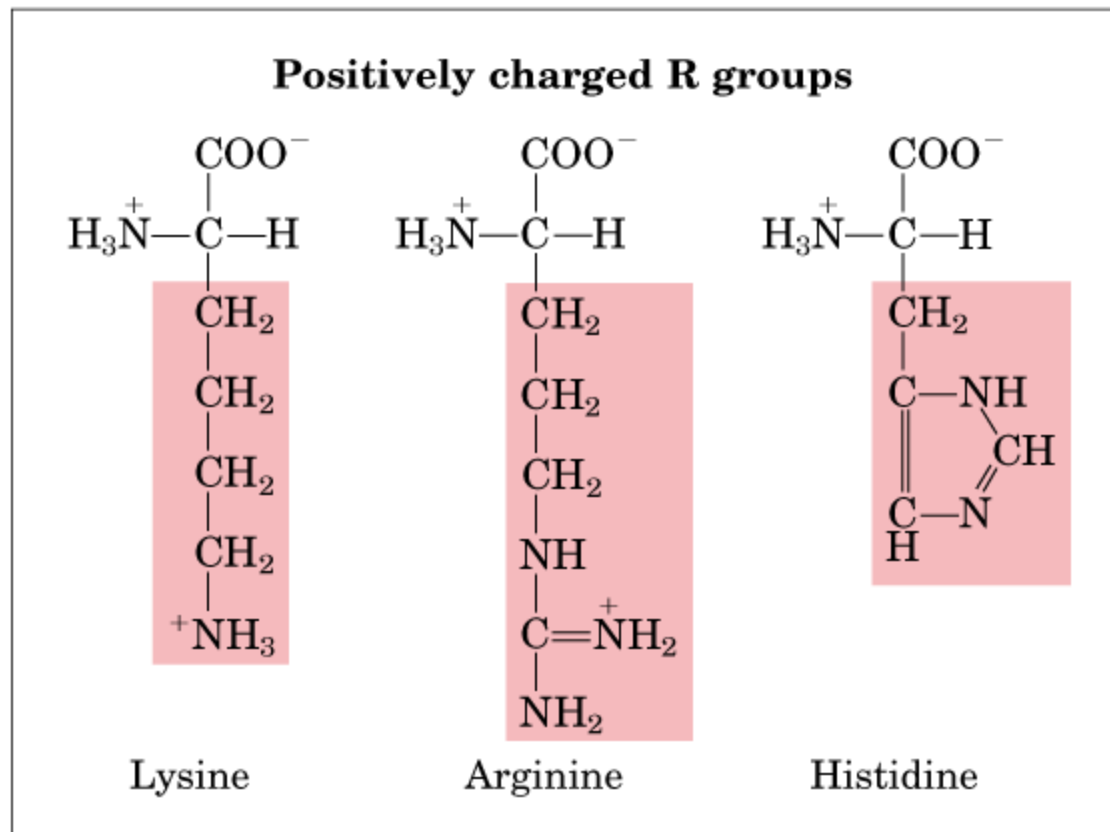
ARGİNİN (Arg) **R**
(α -Amino δ -guanido
valerik asit)



LİZİN (Lys) **K**

(α, ϵ -diamino
kaproik asit)

Bazik amino asitler



Bazik Amino Asitler

Arginine	Arg - R	$ \begin{array}{c} \text{HN} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{C} = \text{NH}_2^+ \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array} $	1.8	9.0	12.5
Lysine	Lys - K	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array} $	2.2	9.2	10.8
Histidine	His - H	$ \begin{array}{c} \text{HN} \text{---} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \qquad \qquad \\ \text{N:} \qquad \qquad \text{NH}_3^+ \end{array} $	1.8	9.2	6.0

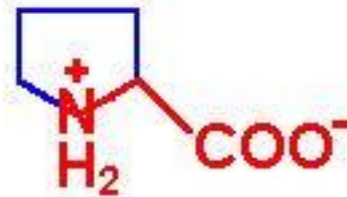
İmino Asitler

- **Prolin ve Hidroksiprolin:**
- **Bu amino asitlerde Amino grubu yerine imino grubu bulunur.**
- **Prolin askorbik asit varlığında kolaylıkla hidroksiproline dönüşebilmektedir.**
- **Prolin ve hidroksiprolin endojen maddelerdir. Prolin, bağ dokusunun yapıtaşı olan kollajen'in yapısında bulunur.**

İmino asit; Prolin

Proline

Pro - P



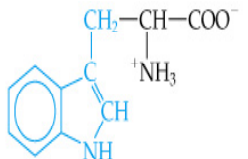
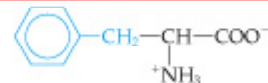
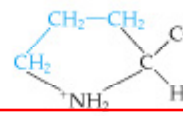
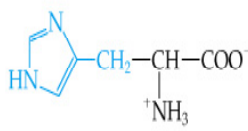
2.0

10.6

Esansiyel Amino Asitler

- Bitkiler, mikroorganizmalar ve mantarlar besin ortamlarında amino asit bulunmasına ihtiyaç göstermezler.
- Karbon kaynağı olarak CO₂ i azot kaynağı olarak amonyum tuzları ve nitratları kullanarak ihtiyaçları olan amino asitleri sentezleyebilirler.
- Gelişmiş organizmalar ise amino asitlerin ancak bir kısmını sentezleyebilirler.
- İşte organizmada sentezlenemeyen, besinlerle dışarıdan alınması gerekli amino asitlere esansiyel amino asitler denir.
- Esansiyel amino asitler büyüme, gelişme, canlılığın devamı ve üreme için gereklidir.

Proteins and Essential Amino acids

Glycine	Gly	No	$\text{CH}_2\text{—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$	Tyrosine	Tyr	No	$\text{HO—C}_6\text{H}_4\text{—CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$
Alanine	Ala	No	$\text{CH}_3\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$	Tryptophan Trp Yes $\text{CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$ 			
Phenylalanine	Phe	Yes					
Valine	Val	Yes	$\text{CH}_3\text{—CH—CH—COO}^-$ CH_3 $^+\text{NH}_3$				
Leucine	Leu	Yes	$\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{—CH—COO}^-$ CH_3 $^+\text{NH}_3$	Lysine Lys Yes $\text{H}_3\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—CH—COO}^-$ NH_2			
Isoleucine	Ile	Yes	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH—CH—COO}^-$ CH_3 $^+\text{NH}_3$				
Proline	Pro	No					
Methionine	Met	Yes	$\text{CH}_3\text{—S—CH}_2\text{CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$	Arginine Arg —* $\text{H}_2\text{N—C—NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—CH—COO}^-$ NH_2			
Serine	Ser	No	$\text{HO—CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$				
Threonine	Thr	Yes	$\text{CH}_3\text{CH—CH—COO}^-$ OH $^+\text{NH}_3$				
Asparagine	Asn	No	$\text{H}_2\text{N—C(=O)—CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$	Histidine His —† 			
Glutamine	Gln	No	$\text{H}_2\text{N—C(=O)—CH}_2\text{CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$				
Cysteine	Cys	No	$\text{HS—CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$				
				Aspartic acid Asp No $\text{HOOC—CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$			
				Glutamic acid Glu No $\text{HOOC—CH}_2\text{CH}_2\text{—CH—COO}^-$ $^+\text{NH}_3$			

20 natural amino acids total

Adult human can synthesize all

but 8 of them (8 essential amino acids)

20 natural amino acids total
Adult human can synthesize all
but 8 of them (8 essential amino acids)

Esansiyel amino asitler

- Eğer bir amino asite tekabül eden azotsuz α -keto asit oluşabiliyorsa o amino asitin metabolizmada sentezi mümkündür.
- İnsanlar için esansiyel olan amino asitler LİZİN, TRİPTOFAN, FENİLALANİN, VALİN, LÖSİN, İZOLÖSİN, TREONİN, METİONİN.
- Bu listeye ek olarak HİSTİDİN ve ARGİNİN köpek ve sıçanlar için esansiyeldir.
- Bu 10 amino asitten başka glisin ve glutamik asitte tavuklar için esansiyeldir.

Proteinlerin Bileşiminde Bulunmayan Bazı amino asitler

- **Proteinlerin bileşimine girenlerin dışında, insanlarda daha başka amino asitlere de rastlanmıştır.**
- **Bunlar ya serbest halde, yada ufak peptitlerin bileşiminde bulunurlar.**
- **Bir kısmının biyolojik bakımdan önemi vardır.**

Proteinlerin Bileşiminde Bulunmayan Bazı amino asitler

- **1- β - Alanin: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$**

Aspartik asit dekarboksilasyonundan türer. Kaslarda bulunan karnozin, anzerin adlı dipeptitlerin bileşiminde bulunur. β - Alanin, KoA ve pantotenik asidin de yapısına girer.

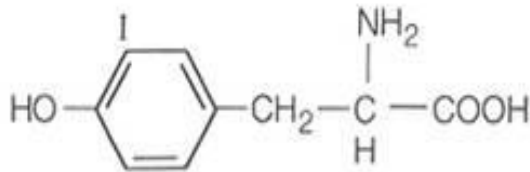
- **2- γ - Amino bütirik asid (GABA) : $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$**

Glutamik asit dekarboksilasyonundan türer İnsanların ve diğer memelilerin özellikle beyin dokusunda bulunur. Sinir dokusunda uyarıları nakledici maddedir.

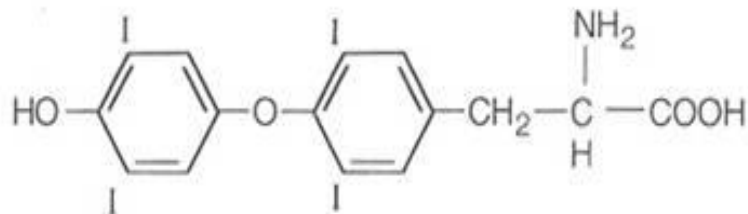
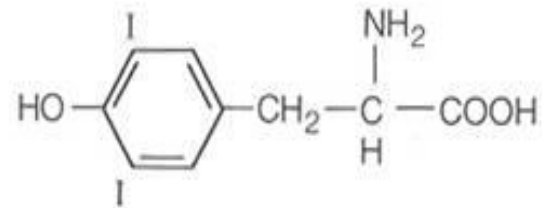
3- T3 ve T4

Tiroid bezi hormonları olup, tirozin amino asidinden türerler ve iyot içerirler

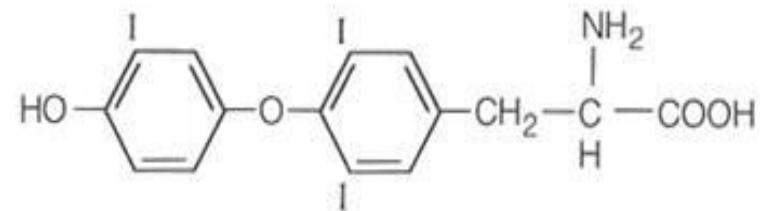
Monoidotyrosine (MIT)



Diiodotyrosine (DIT)



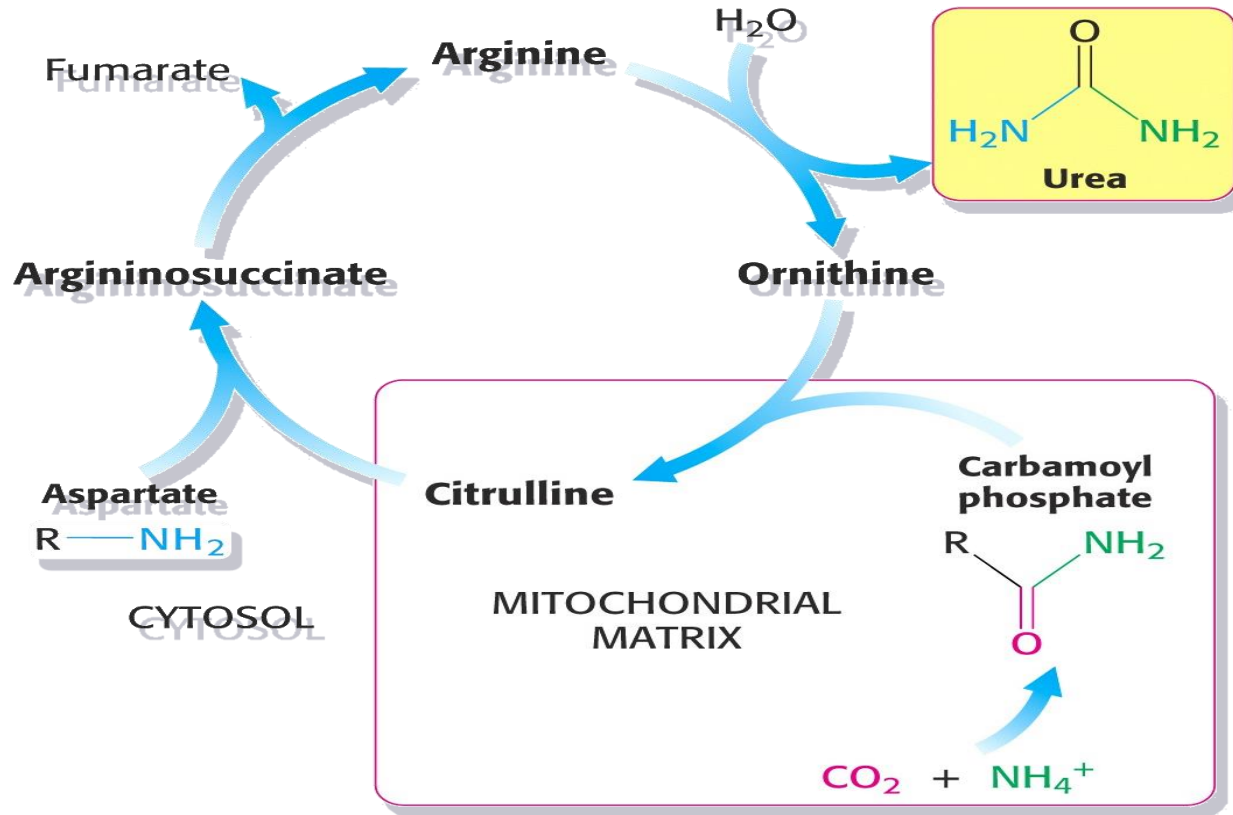
3,5,3',5' - Tetraiodothyronine (L-thyroxine) (T₄)



3,5,3' - Triiodothyronine (T₃)

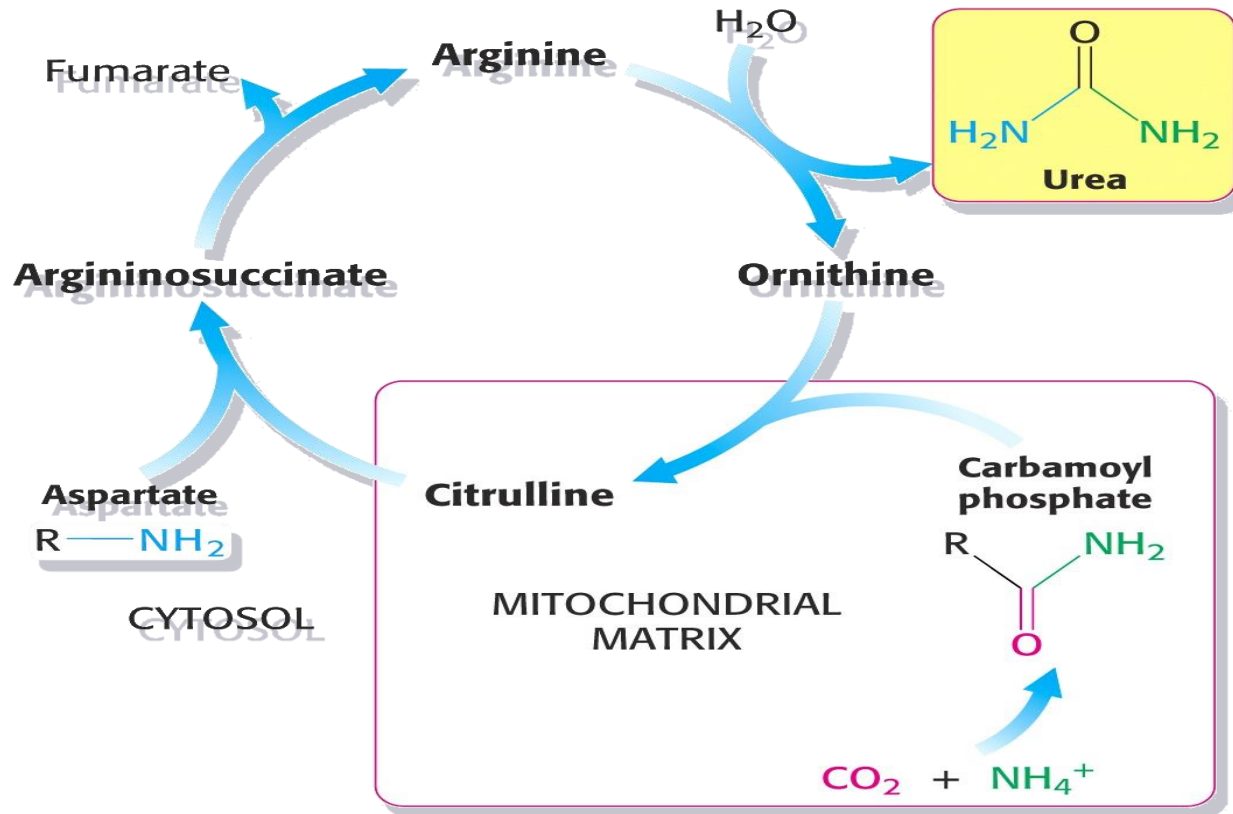
4- ornitin (diamino valerik asid):

Üre siklusunda temel madde olarak yer alır



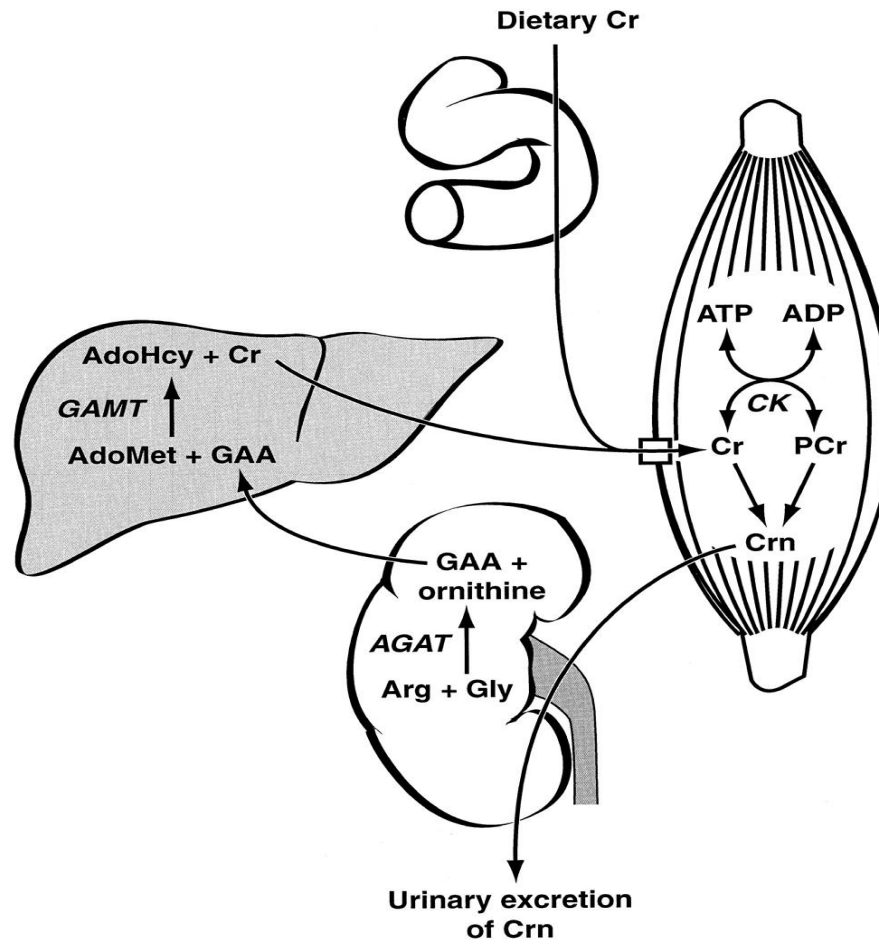
5- sitrülün

Üre siklusunda ara metabolizma ürünüdür.



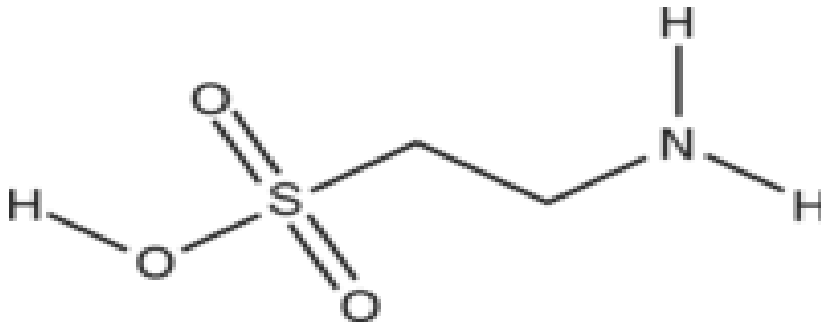
6- Kreatin

Kaslarda ve kanda bulunur.



7- Taurin

- ❖ Karboksil grubunun bulunmayışıyla diğer amino asitlerden ayrılır.
- ❖ İnsan organizmasında safra asitleri ile bileşik halde bulur.



Proteinlerin Bileşimine Girdikten sonra yapıları Değişen Amino asitler

- 4-Hidroksiprolin
- 5-Hidroksilizin
- 6-N-metillizin
- γ -karboksi glutamat
- Desmozin
- Selenosistein

Proteinlerin Bileşimine Girdikten sonra yapıları Değişen Amino asitler

- 4-Hidroksiprolin: Prolin türevidir. Bitki hücre duvarı proteinlerinde ve bağ dokusunun fibröz proteini olan kollajende bulunur.
- 5-Hidroksilizin: Lizin türevidir. Kollajenin yapısında bulunur
- 6-N-metillizin: Lizin türevidir. Kasların kontraktıl proteini olan miyozinde bulunur.

Proteinlerin Bileşimine Girdikten sonra yapıları Değişen Amino asitler

- γ -karboksi glutamat: Glutamat türevidir. Pıhtılaşma faktörü protein olan protrombinde (Faktör II) ve Ca^{2+} bağlayan diğer belli proteinlerde bulunur.
- Desmozin: Dört lizin kalıntısı içerir. fibröz protein olan elastinde bulunur.
- Selenosistein: Serinin oksijenden daha çok selenyum içeren türevidir. Glutasyon peroksidaz enziminde ve diğer birçok proteinde bulunur.

StandartA	Modifiye AA	Bulunduğu protein
Prolin	4-OH-prolin	Kollajen
Lizin	5-OH-Lizin	Kollajen
4 lizin	Desmozin	Elastin
Lizin	6-N-metil lizin	Miyozin(Kas proteini)
Arginin	N-Metilarginin	Nükleoprotein
Histidin	3-Metilhistidin	Bir çok enzim, kas proteini

Bağ dokusu proteini

Modifiye amino asitler

<u>Standart AA</u>	<u>Modifiye AA</u>	<u>Bulunduğu protein</u>
Glutamat	γ -karboksiglutamamat	Protrombin (Koagülasyon)
Serin	Asetilserin	Bir çok enzim
Serin	Selenosistein	Enzim (glutasyon peroksidaz)
Serin	α -Fosfoserin	Kazein, bir çok enzim

Protein yapısına girmeyen AAlar

Amino Asit

Biyolojik fonksiyon

β -Alanin



Pantotenik asitin
bileşeni

Bazı dipeptid yapıları
(Glu $\rightarrow$ GABA)

γ -Amino bütirikasit(GABA)

Dihidroksifenilalanin(DOPA)

Nörotransmitter

Taurin

Ornitin

Sitrüllin

Üre sentezinde ara ürün

Homoserin

Sarkozin

AA metabolizmasında
ara ürün

β -Aminoizobutirik Asit



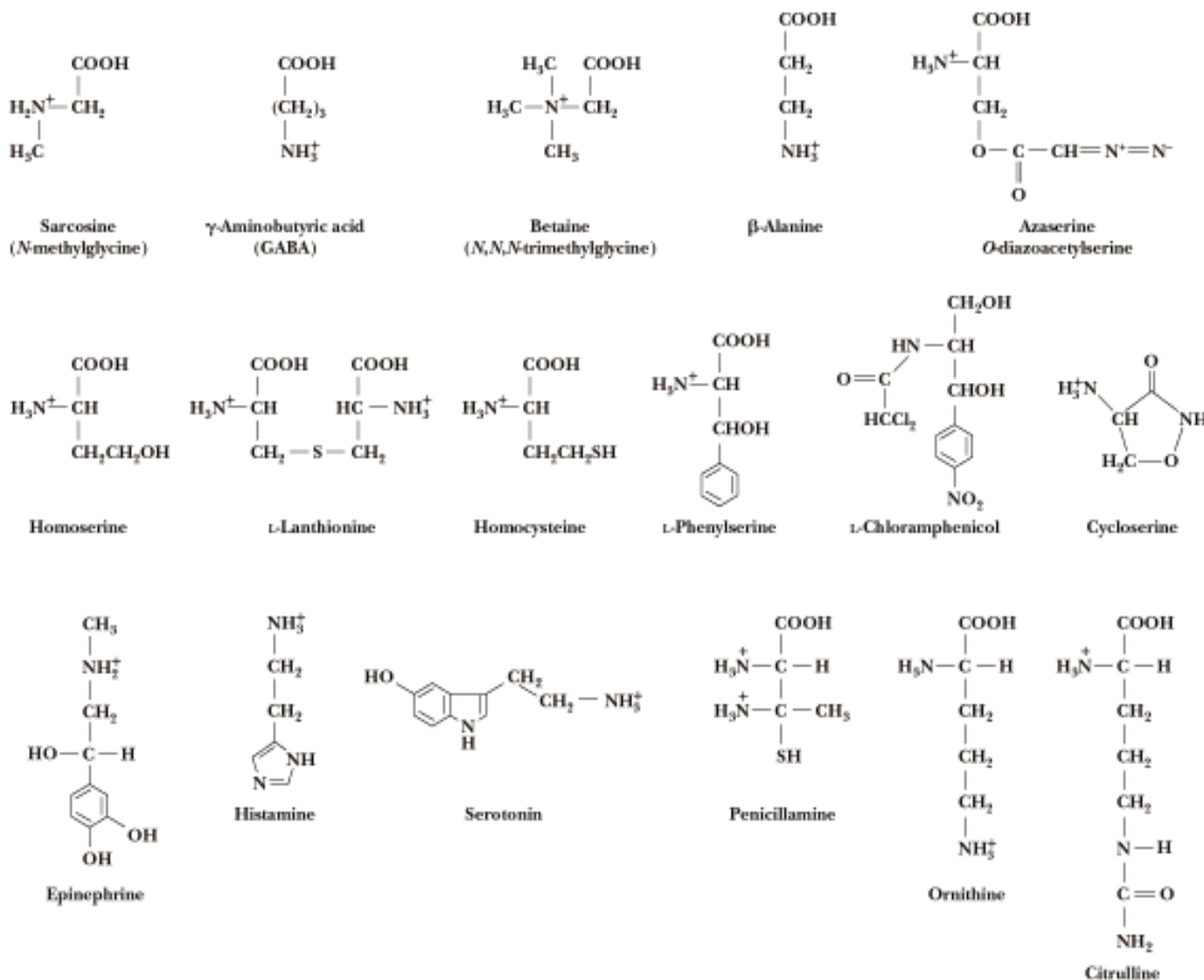
Pirimidin yıkım ürünü(idrar)

Tiroksin(T_4)Tetraiyodotironi

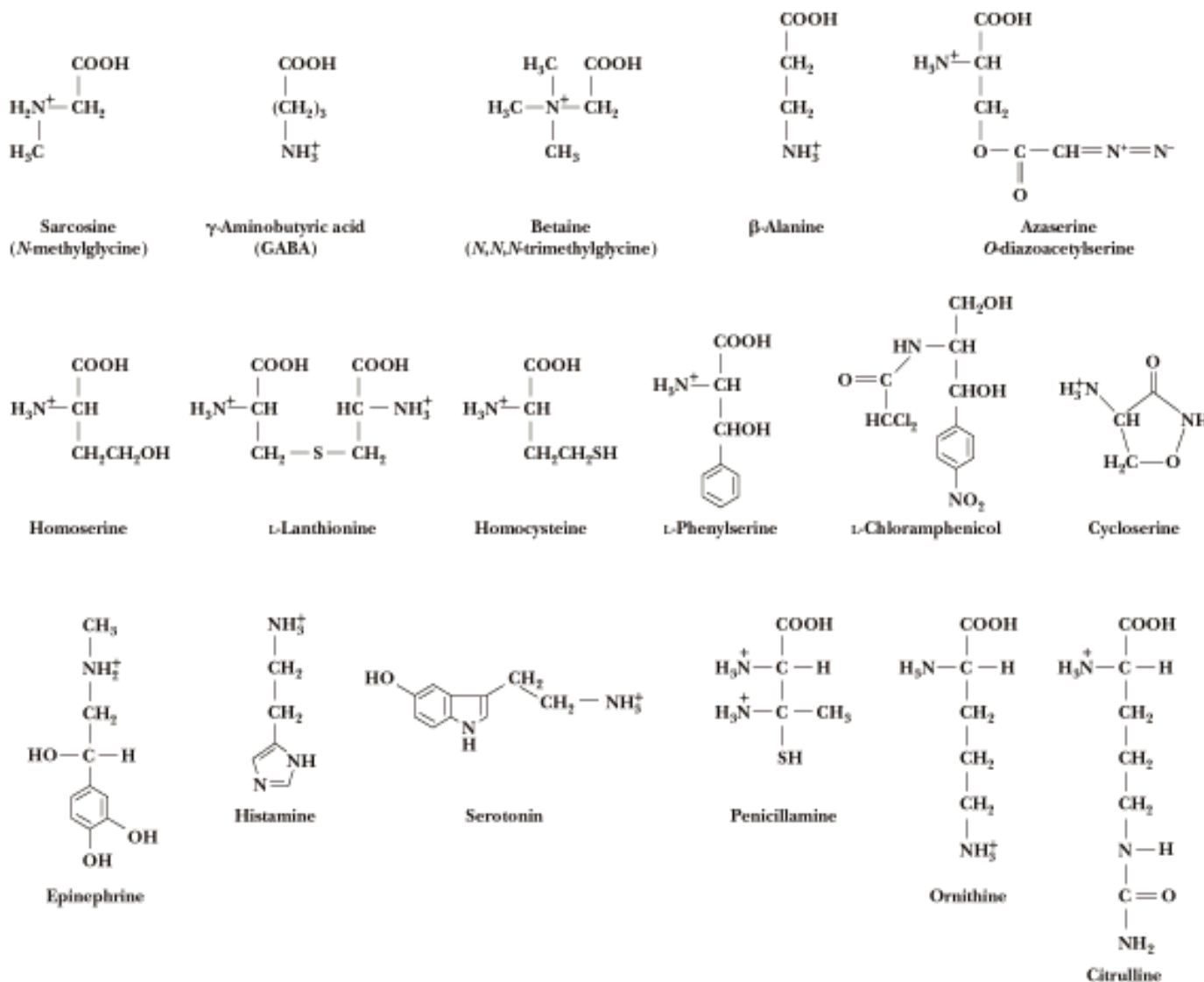


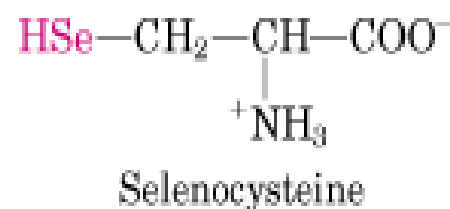
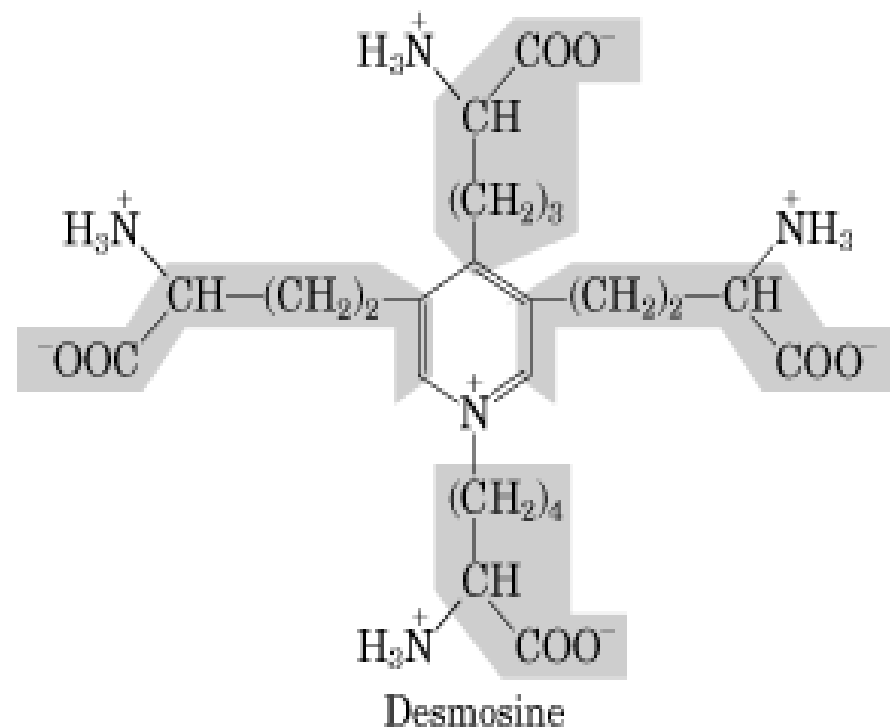
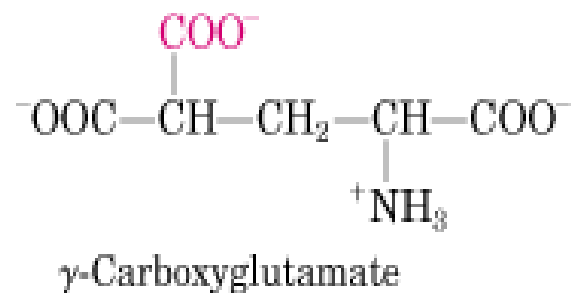
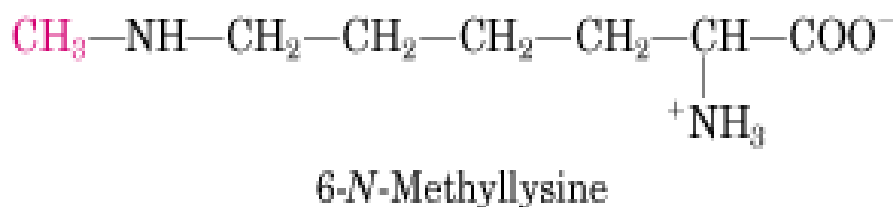
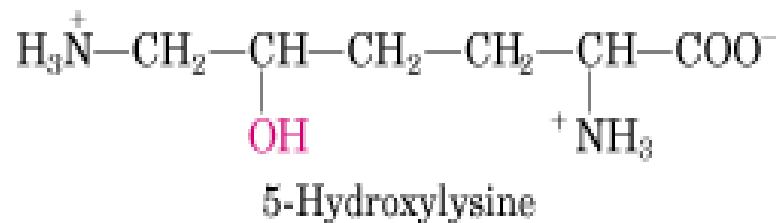
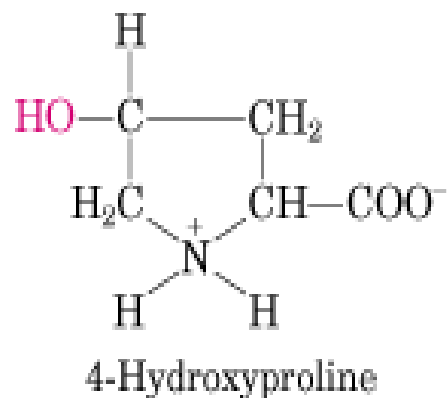
Tiroid hormonu

Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 4.5

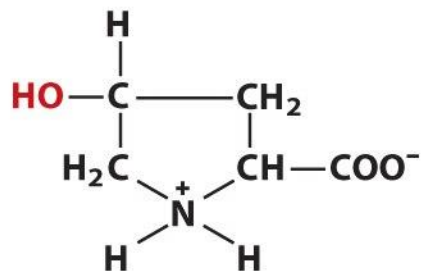


Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 4.5

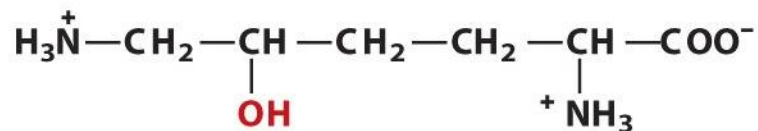




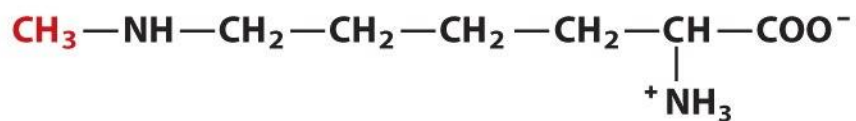
(a)



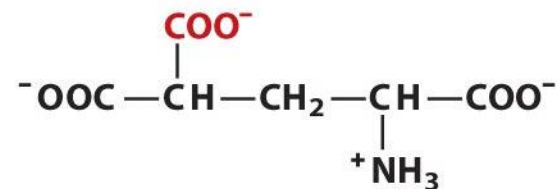
4-Hydroxyproline



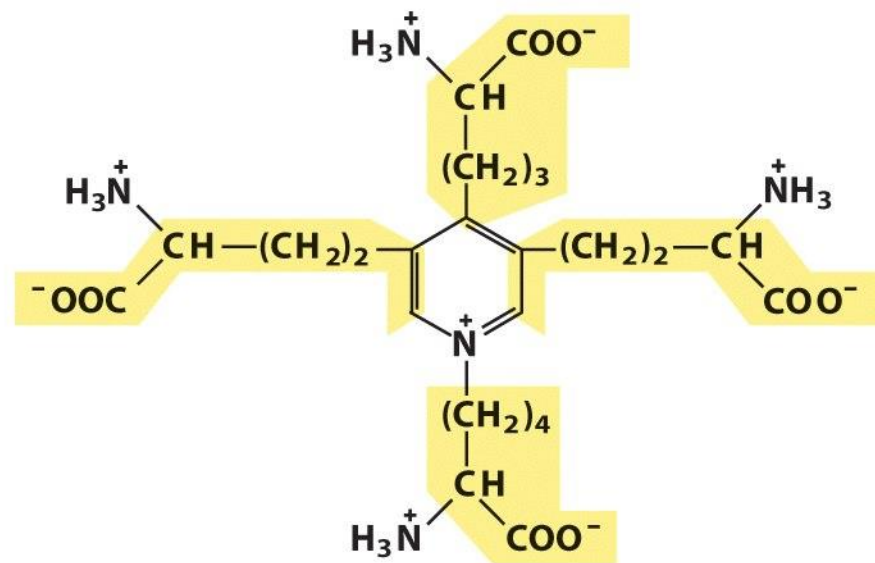
5-Hydroxylysine



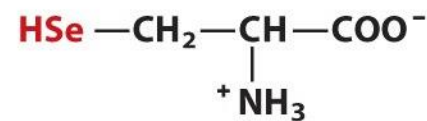
6-N-Methyllysine



γ -Carboxyglutamate



Desmosine



Selenocysteine

Amino Asitlerin Fiziksel Özellikleri

- **Amino Asitlerin Tatları:**

Amino asitlerin tataları oldukça değişiktir. Gly, Ala, Ser, ve Pro tatlı, Arg acı ve Trp ile Leu de tatsızdır.

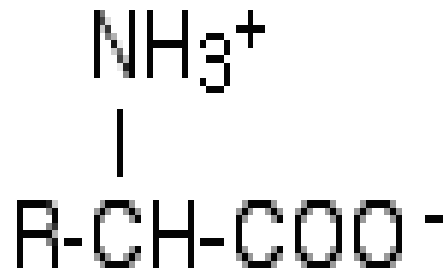
Glu ise gıda sanayinde tatlandırıcı olarak kullanılır.

Amino Asitlerin Çözünürlükleri:

- Amino asitler beyaz renkte, kristal halde elde edilebilen maddelerdir.
- Her amino asittin kendine karakteristik bir şekli vardır.
- Sistin (Sis) ve trozin (Tyr) dışındaki bütün amino asitler suda kolaylıkla çözünür.
- Prolin hariç, amino asitler eter ve alkolde çözünmezler.
- Kuvvetli asit ve alkali çözeltilerinde ise bütün amino asitler çözünür.
- Amino asitlerin bir özellikleri de erime noktalarının yüksek oluşu ve genellikle de, bu sırada bozunmalarıdır.

İzoelektrik Nokta

- Amino asitlerin suda çözünme yeteneklerinin fazlalığı ve erime noktalarının yüksek oluşu ancak elektriksel bakımdan yüklü ve polar bir yapısal durumla açıklanabilir.
- Bu durum zwitterion (dipolariyon) halinde gösterilmiştir. Amino asitler, nötral sulu çözeltilerden zwitterion olarak bilinen, tam olarak iyonlaşmış şekillerde kristalize edilebilirler.



a zwitterion

- Zwitterion halinde bir amino asitin, amino grubu proton taşır ve pozitif yüklüdür; karboksil grubundan ise proton ayrılmıştır ve negatif yüklüdür
- Sulu çözeltilerde dipolar iyonlar olarak bulunan amino asitler çoğu zaman yüksüz moleküller olarak gösterilmelerine karşın çözeltilerinde eksi yüklü anyonlar, artı yüklü katyonlar, nötral dipolar iyonlar veya tüm bu yapıların bir karışımı olarak bulunmaktadır.
- Bir çözelti içinde en çok bulunan şekli, çözeltinin pH değerini belirlemektedir.

Bir standart amino asit, hem proton donörü (asit) hem proton akseptörü (baz) olarak davranabilir.

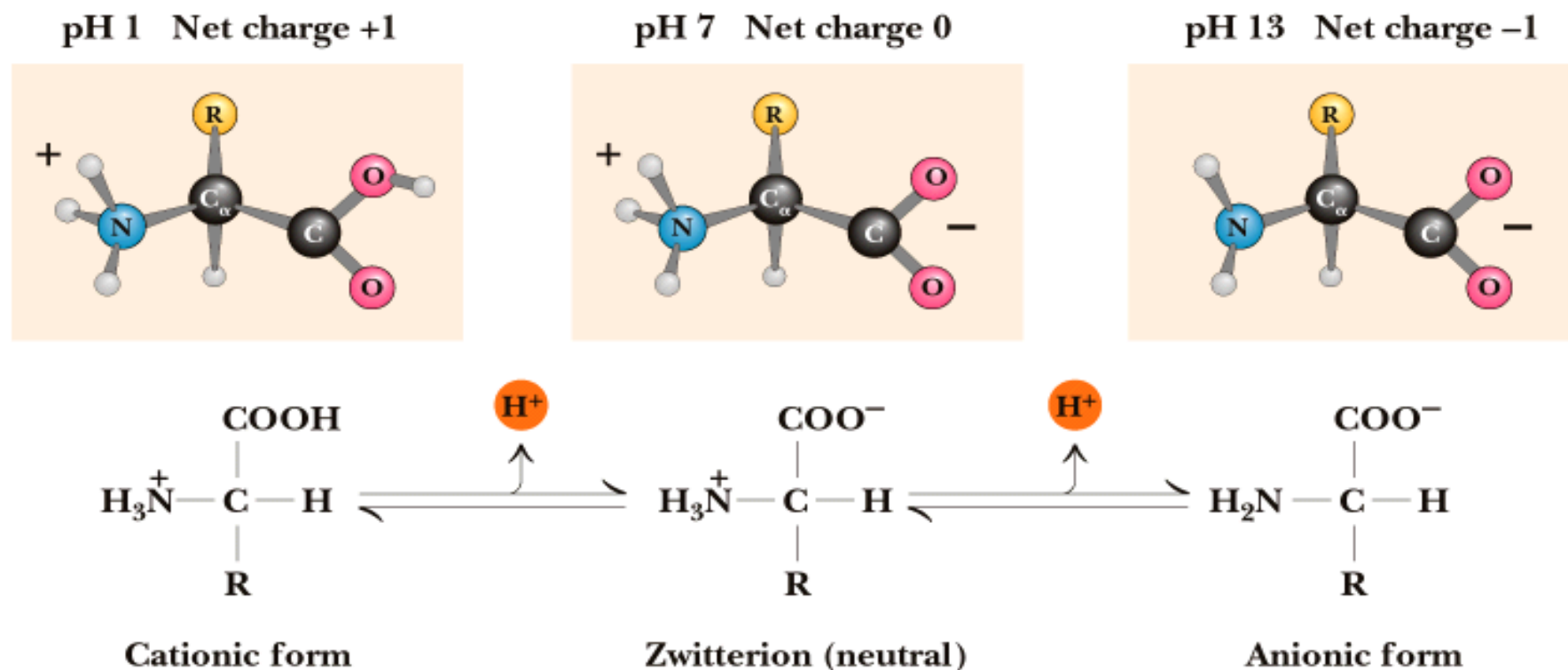


Notice that this is now a negative ion - no longer a zwitterion.



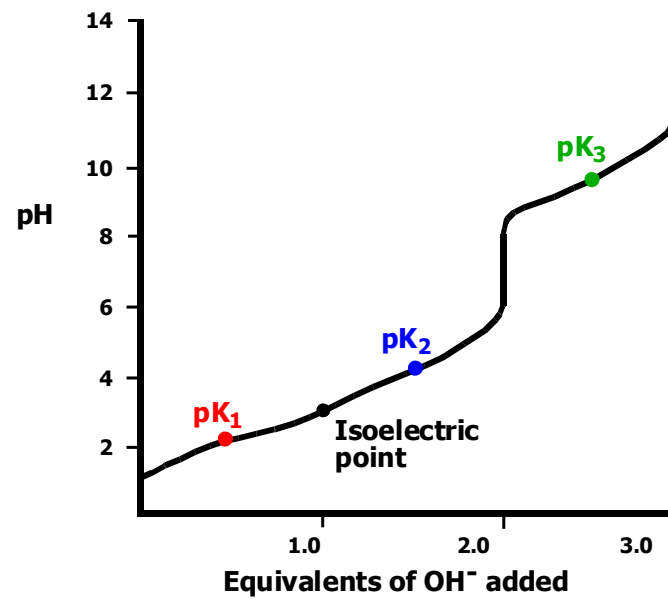
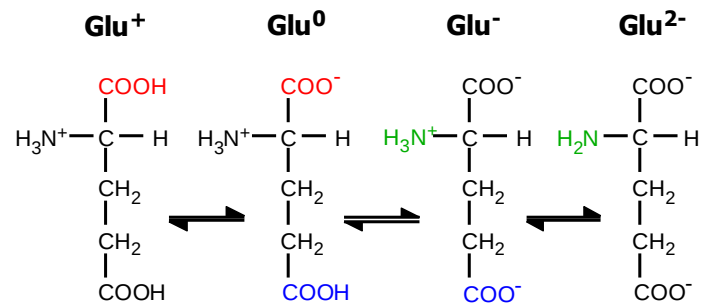
Notice that this is now a positive ion - no longer a zwitterion.

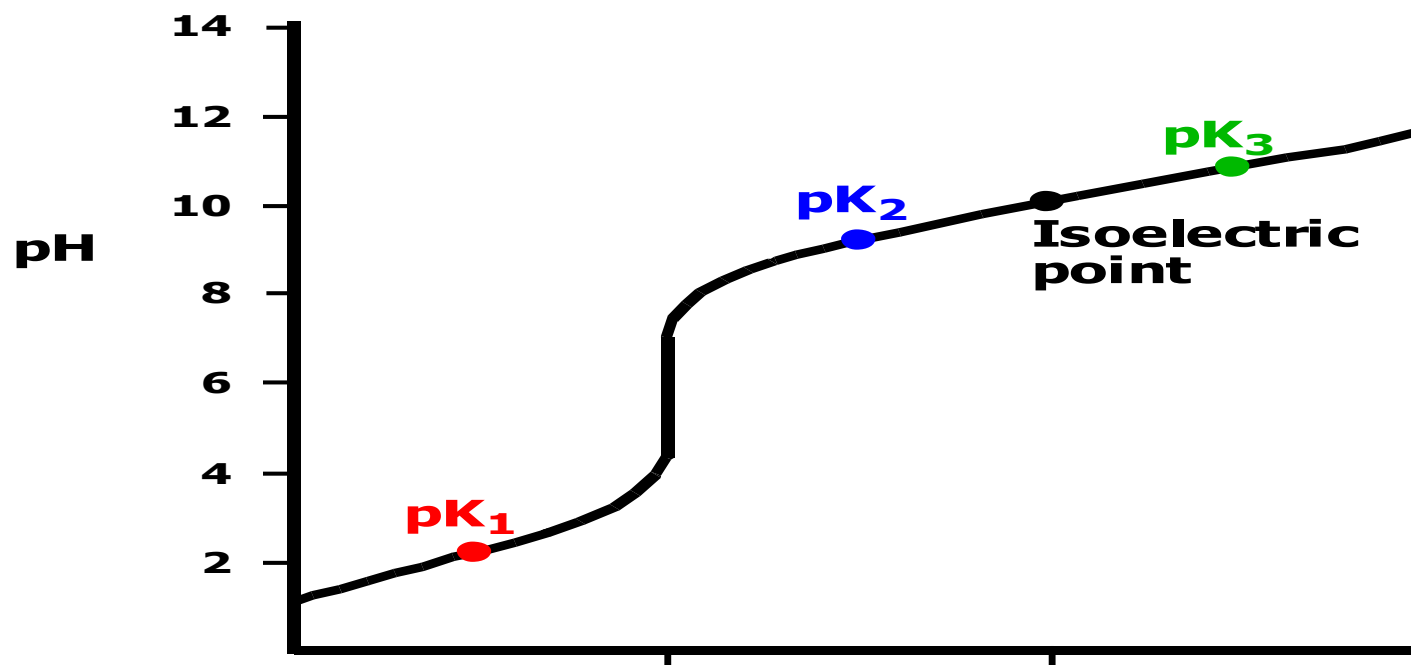
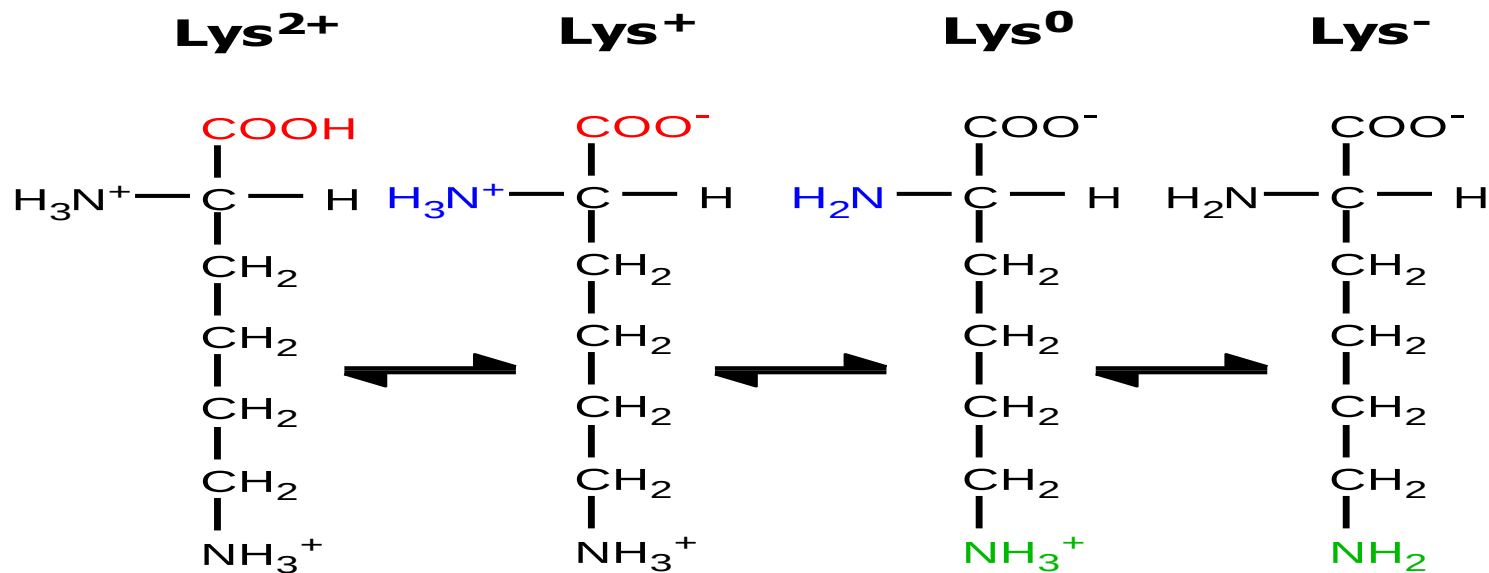
- İyonize olabilen bir yan zincir içermeyen bir amino asit titre edilirse iki adet pKa değeri gözlenir; birinci değer (pKa1) α -karboksil grubuna, ikinci değer (pKa2) α -amino grubuna aittir.
- Çözeltideki bir amino asit molekülü üzerinde net yükün sıfır olduğu pH değeri, **izoelektrik nokta (pI)** olarak adlandırılır. Bu pH yada izoelektrik nokta pH sı denir.
- $pI = (pKa1 + pKa2)/2$. İzoelektrik noktada iyonlaşmış bulunan pozitif ve negatif gruplar denge halindedir.
- Bir elektrik akımı uygulandığında amino asit molekülleri ne pozitif ne de negatif kutba göç ederler.
- Proteinler bu özelliklerinden dolayı elektroforez denilen aletle kolayca birbirinden ayrılırlar ve miktarları da belirlenebilir



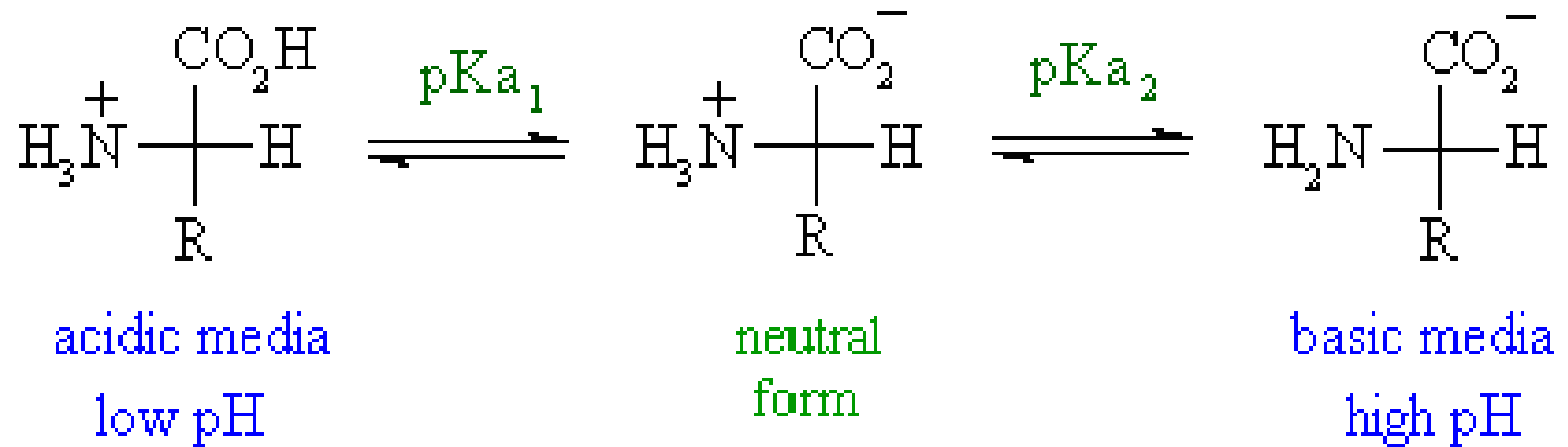
Bazı amino asitlerin izoiyonik nokta pK'ları

•	Amino acid	pK
•	Aspartic acid	4.4
•	Glutamic acid	4.4
•	Histidine	6.5
•	Cysteine	8.5
•	Tyrosine	10.0
•	Lysine	10.0
•	Arginine	12.0





Amino asitlerin; asidik, bazik ve nötral yapısı



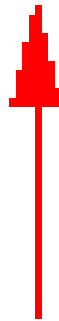
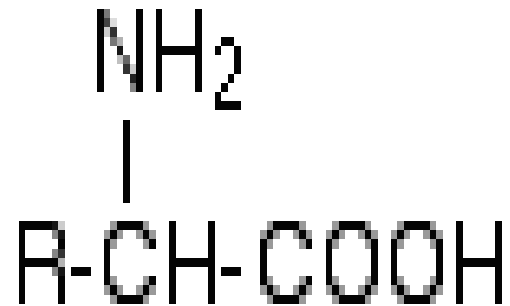
Amino Asitlerin İyonlaşmaları

- Hem proton donörü (asit) hem proton akseptörü (baz) olarak davranan maddelere amfoterik maddeler, amfolitler, amfoterik elektrolitler denir.
- Amino asitler, amfoterik maddeler dir yani hem asitlerle hemde bazlarla reaksiyona girerler ve bu nedenle tampon etkileri vardır.

Amino Asitlerin Optik Aktiviteleri:

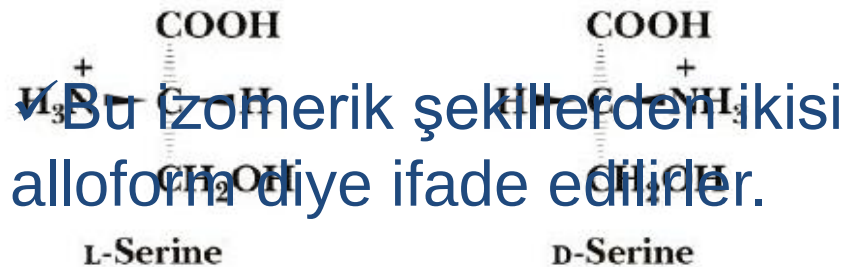
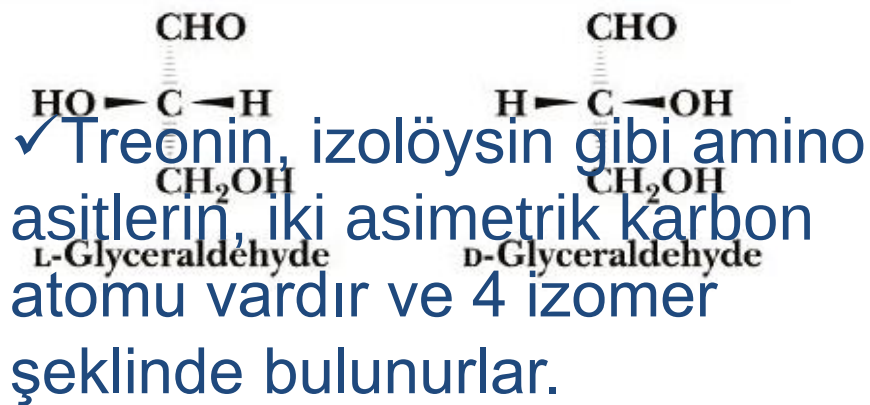
- Glisin hariç amino asitler en az bir asimetric karbon atomuna sahiptir.
- Böyle amino asitlerin D ve L şekilleri vardır. Yani optikçe aktif iki stereoizomere veya enantiyomere sahiptirler.
- –COOH grubu üst tarafa yazıldığında –NH₂ grubu sağda yer alıyorsa D, solda yer alıyorsa L- amino asittir.
- Bitki ve hayvansal proteinlerdeki amino asitler L- α - amino asitlerdir.
- D- amino asitler ise bazı bakterilerin hücre duvarlarında ve antibiyotiklerin yapısında bulunur

Amino asitlerdeki C atomuna 4 farklı grup bağlıdır



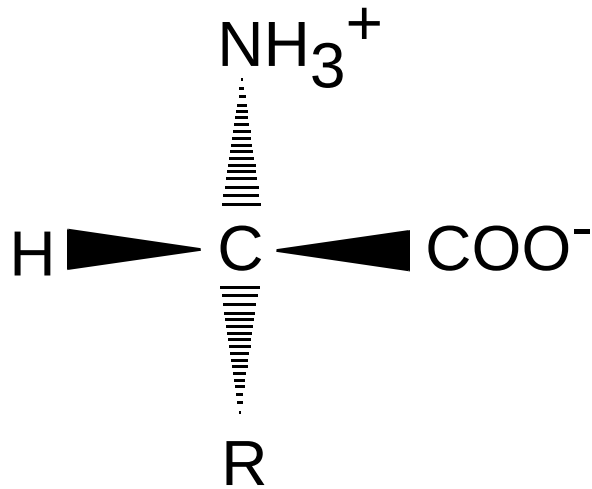
four different groups attached
to this carbon atom

Alloform

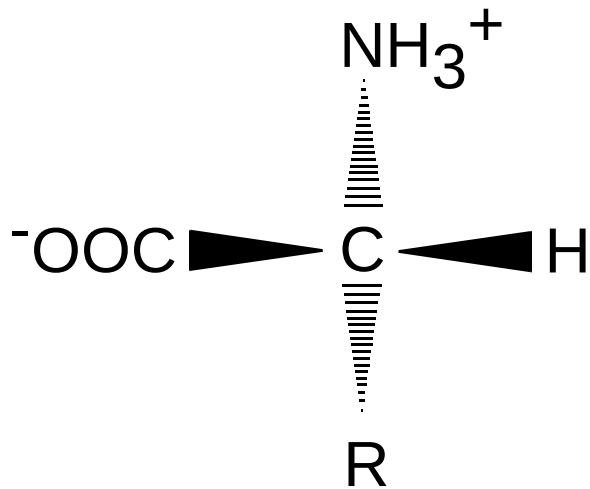


Amino asitlerin D ve L izomerleri

Amino acids - the building blocks of proteins

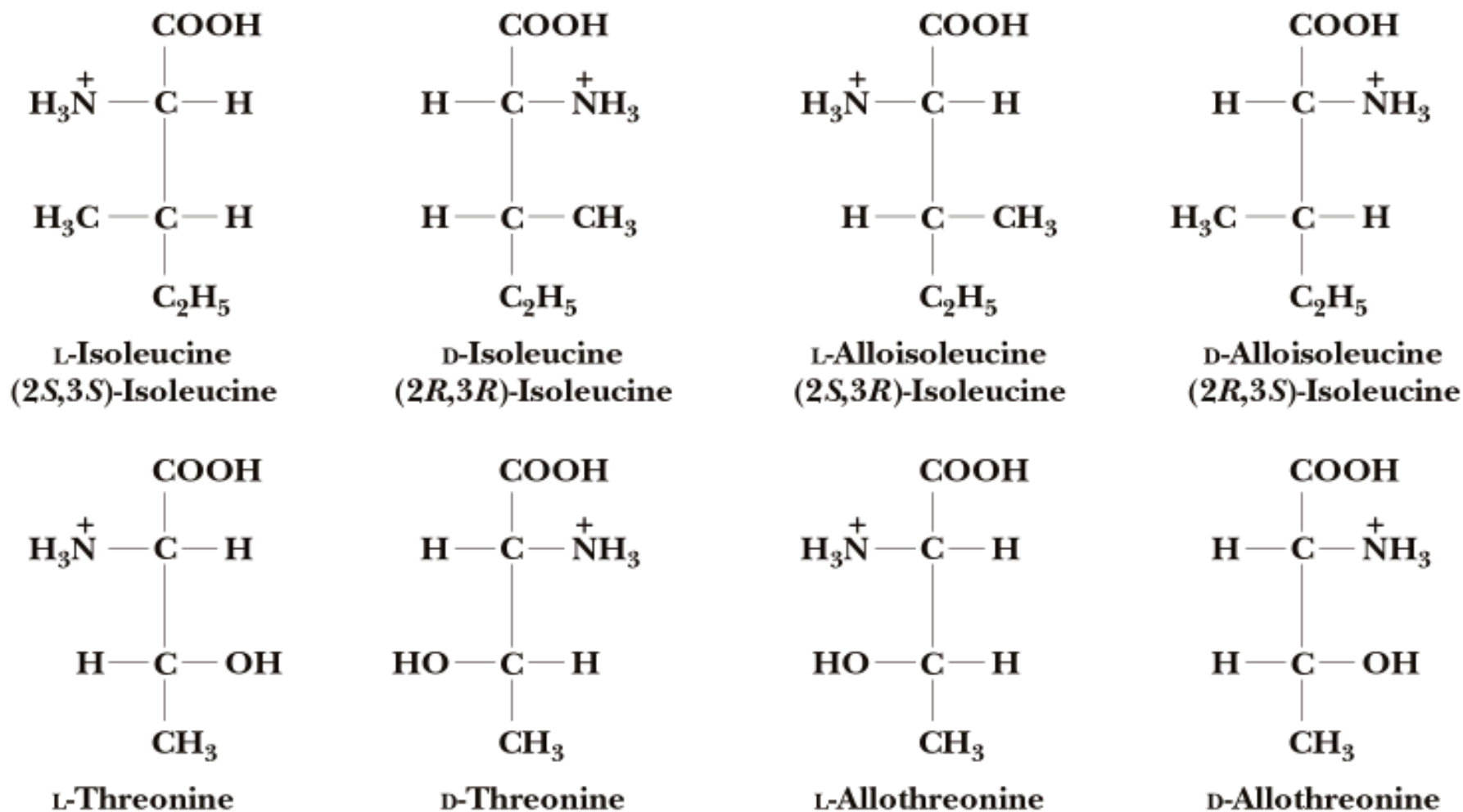


L-isomer



D-isomer

Figure 4.14

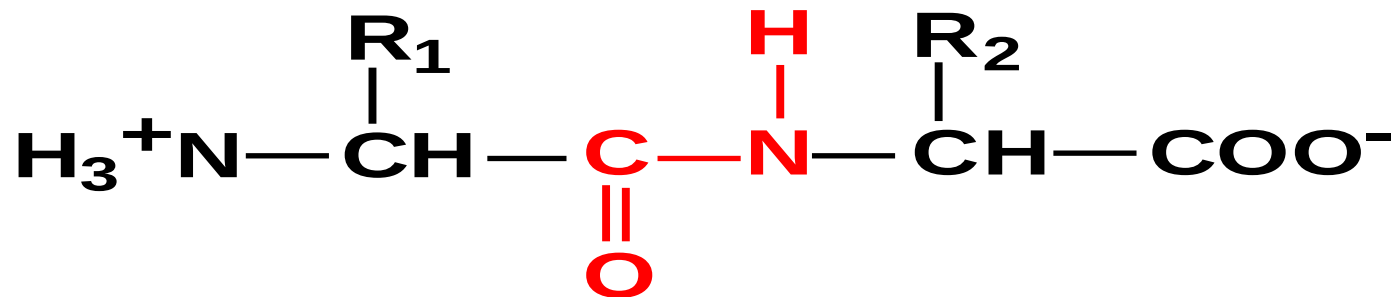
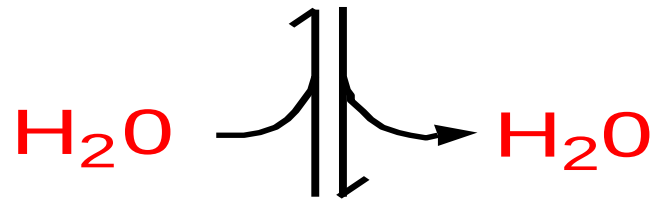
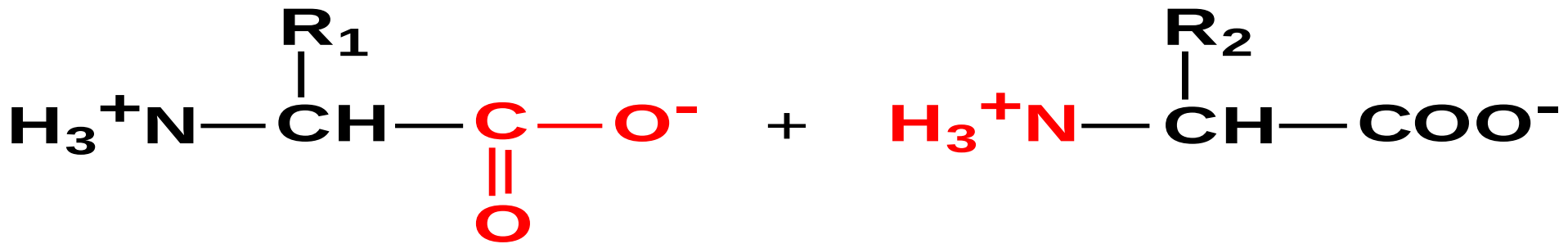


Amino Asitlerin Kimyasal Özellikleri

- Amino asitlerin kimyasal reaksiyonlarını karboksil grubuna, amino grubuna ve R kalıntısına ait reaksiyonlar olmak üzere 3 grupta toplamak mümkündür.
- Bunlardan karboksil ve amino gruplarına ait reaksiyonlar, her amino asitin verdiği genel reaksiyonlardır.
- Buna karşılık R kalıntısına ait reaksiyonlar her amino asit için oldukça spesifikdir.

Amino asitlerin amino grupları ile verdikleri tepkimeler:

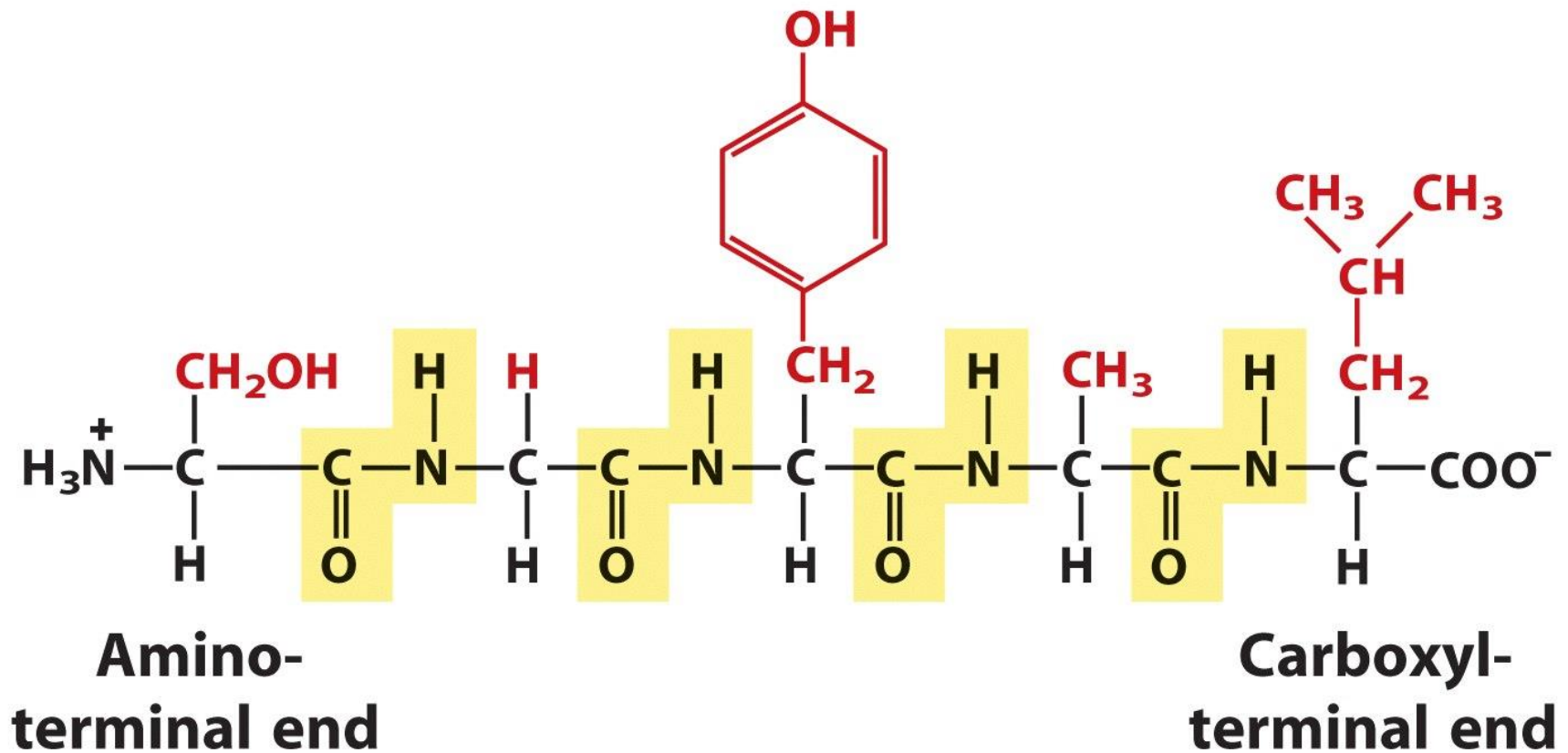
- Amino Asitlerin Peptid Bağı Yapmaları:
- Bir amino asidin $-NH_2$ grubu ile bir başka amino asidin $-COOH$ grubu arasından su çıkışıyla iki amino asit arasında peptit ağı oluşur ve böylece peptitler meydana gelir.
- Böylece amino asitler birbirleriyle peptid bağları yaparak peptid zincirleri yaparlar



Peptide bond

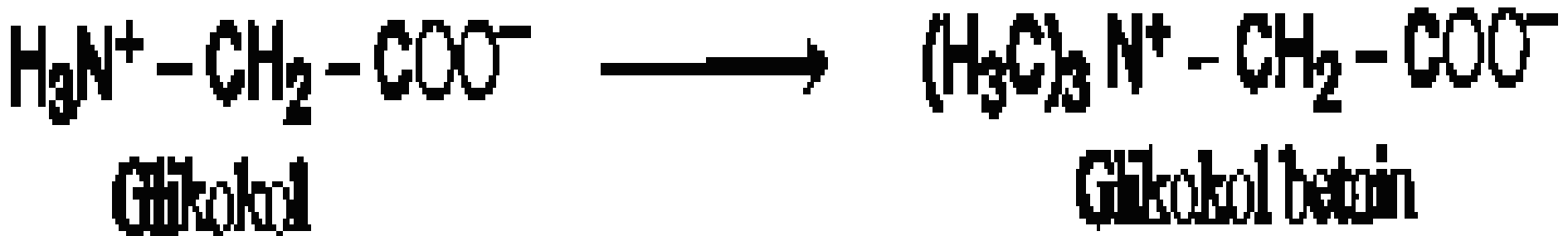
- $\text{R}_1\text{-NH}_2 + \text{COOH-R}_2 \rightarrow \text{R}_1\text{-NH-CO-R}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Peptid bağı



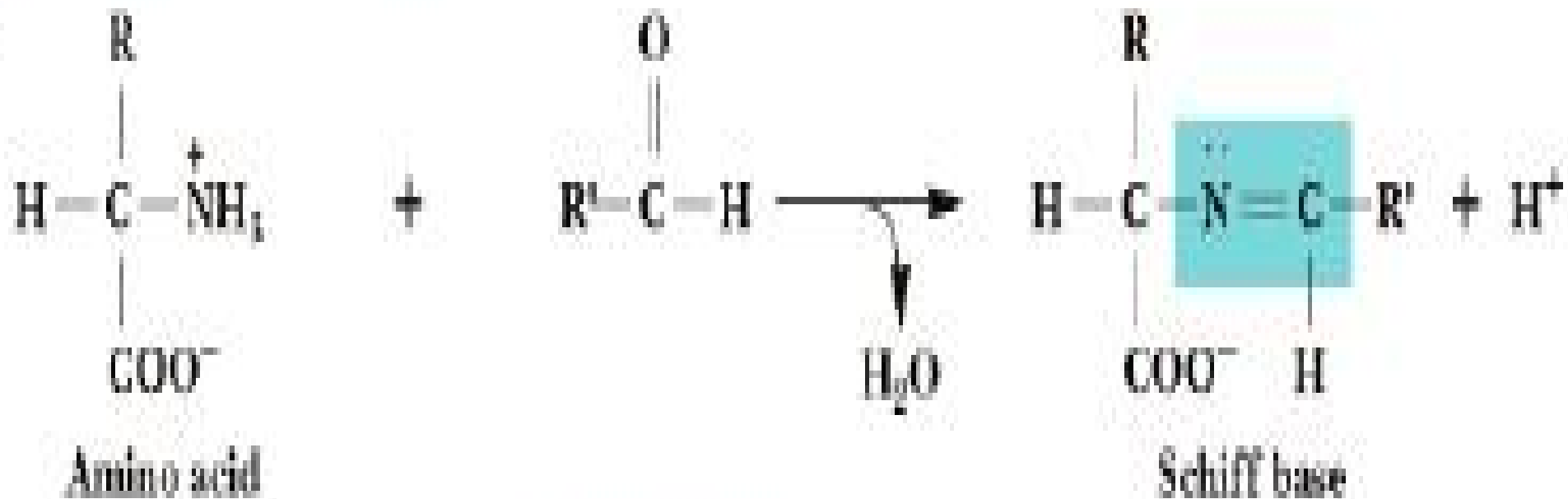
Betain reaksiyonu

- Amino asitler zwitterion durumunda iken, -NH_3^+ grubundaki 3 hidrojenin yerine -CH_3 grupları geçerek betainler oluşur.

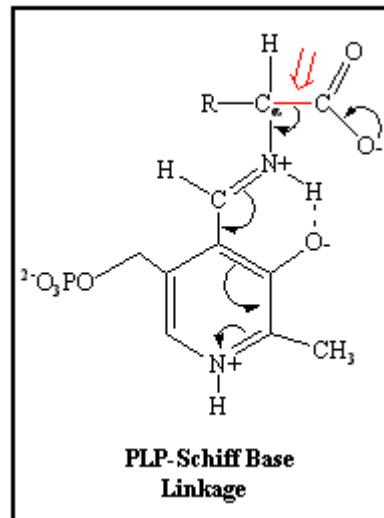


Schiff bazı reaksiyonu

- Amino asitlerin aldehitlerle reaksiyonu sonucunda Schiff bazı ($-N=CH-$) oluşur.

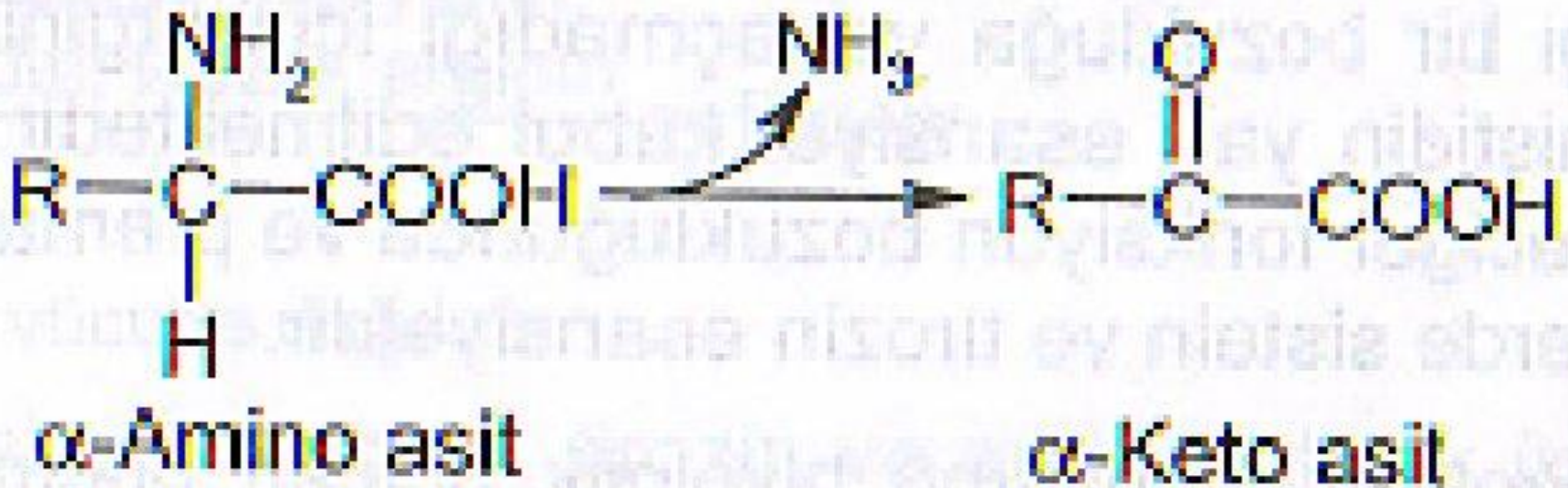


Schiff bazı reaksiyonu



Deaminasyon reaksiyonu (α -keto asitlerin oluşumu)

- Bir amino asidin, amino grubunun amonyak olarak ayrılması (deaminasyon) sonucunda α -keto asitler oluşur.



Karbamino asitlerin oluşumu

- Bir amino asitin amino grubuna CO_2 girerek karbamino asit oluşur.
- Bu tür bileşik heoglobin tarafından CO_2 in taşınmasında önemlidir.
- Bir amino asitin, amino grubu asitlerle reaksiyona girerse tuz teşkil edebilir.

Amino asitlerin karboksil grupları ile verdikleri tepkimeler

- Amino asitlerin karboksil grubundan karbondioksit çıkmasıyla (dekarboksilasyon) biyojen aminler oluşur.
- Amino asitlerin dekarboksilasyonu anaerob mikroorganizmaların etkisiyle olur (barsaktaki kokuşmada olduğu gibi).
- Histidinden **histamin**, lizinden **kadaverin**, ornitinden **putressin**, tirozinden **tiramin**, triptofandan **triptamin** oluşumu önemlidir
- Amino asitlerin karboksil grubu, bazlarla tuzları teşkil ederler.

Amino asitlerin R grupları ile verdikleri tepkimeler (renk tepkimeleri):

- Amino asitlerin çeşitli fonksiyonlara sahip olan yan zincirleri kalitatif renk reaksiyonu verirler.
- Bu renk reaksiyonları kromatografi cihazında bazı amino asitlerin tanınmasında yardımcı olur.

- Ksantoprotein tepkimesi aromatik halka
- Millon tepkimesi fenil
- Pauly tepkimesi fenil - imidazol
- Nitroprussiyat tepkimesi sülfhidril
- Ehrlich tepkimesi indol
- Kurşun sülfür oluşumu tepkimesi tiyol ($-SH$) veya
disülfid ($-S-S-$)

Ksantoprotein tepkimesi:

- *Yapısında aromatik halka bulunan* fenilalanin ve triptofan gibi amino asitler için karakteristiktir.
- Böyle bir amino asit veya protein çözeltisi üzerine konsantre nitrik asit ilave edildiğinde önce **beyaz bir tortu**, ısıtılırsa **sarı** bir renk meydana gelir; alkali ilave edilmesi halinde sarı renk **koyu portakal sarısı** veya **turuncu** diyebileceğimiz renge dönüşür.

Millon tepkimesi:

- *Yapısında fenil grubu bulunan* fenilalanin ve tirozin gibi amino asitler, eser miktarda nitröz asit içeren nitrik asitte çözülmüş civa nitrat ile, ısıtmakla **kırmızı** renk verirler.

Ehrlich tepkimesi:

- *Yapısında indol grubu bulunan* triptofan gibi amino asitler, sülfürik asitte çözülmüş p-dimetilaminobenzaldehit ile reaksiyona sokulursa **kırmızımsı pembe** bir renk oluşur.

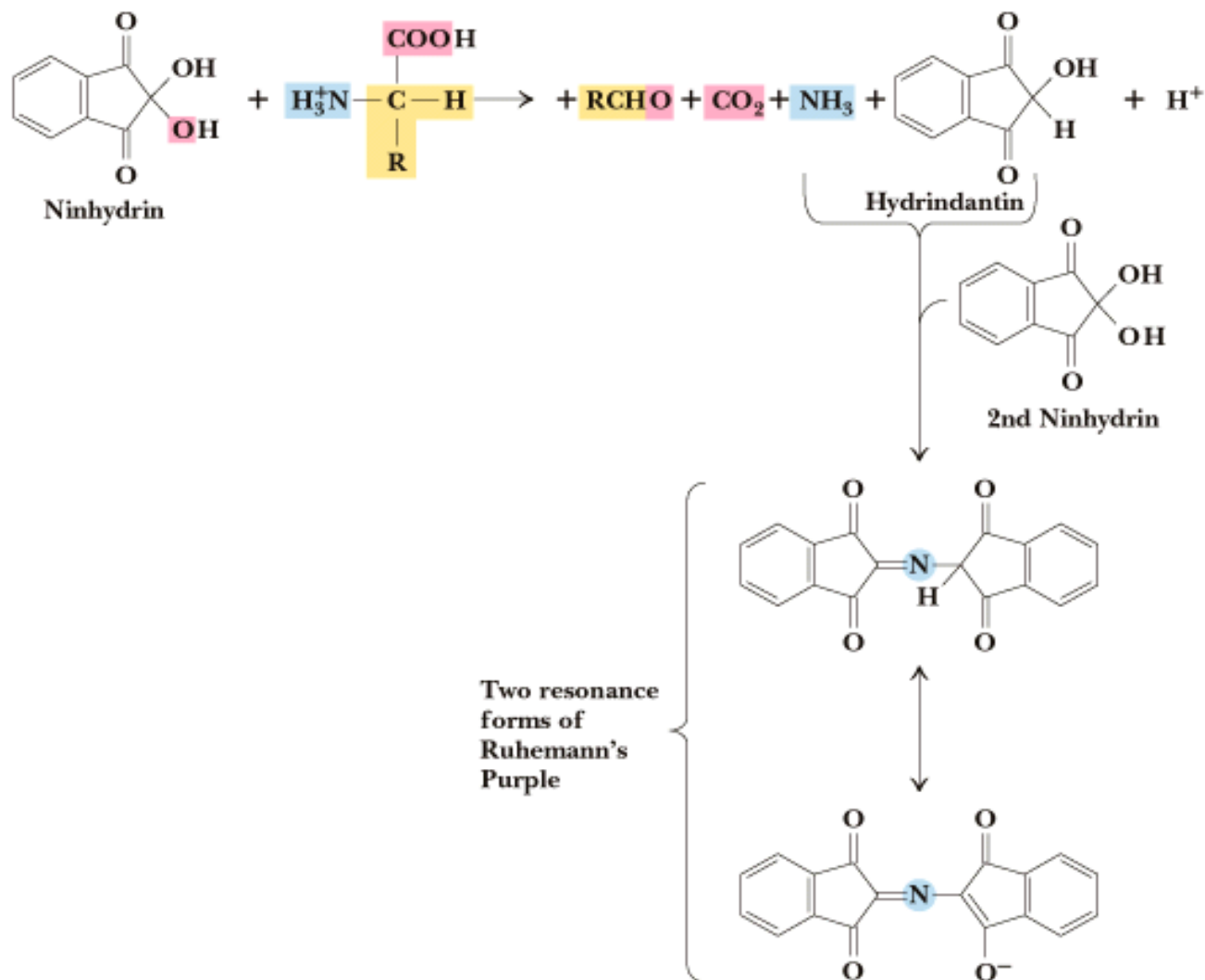
Kurşun sülfür oluşumu tepkimesi:

- *Yapısında tiyol ($-SH$) veya disülfid ($-S-S-$) grubu bulunan amino asitler NaOH ile kaynatıldığında H_2S veya Na_2S oluşur; ortama kurşun asetat çözeltisi ilave edildiğinde **siyah** renkli PbS çöker*

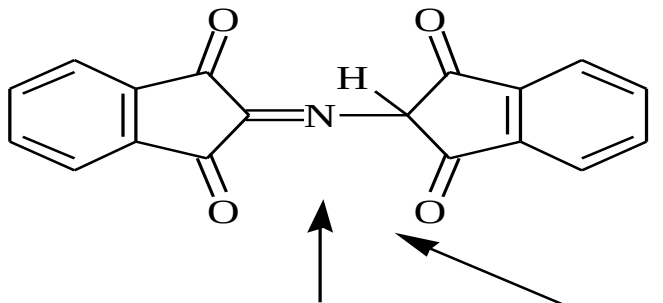
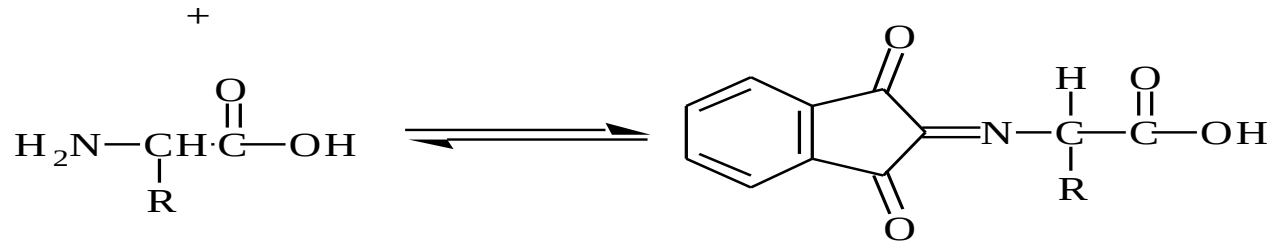
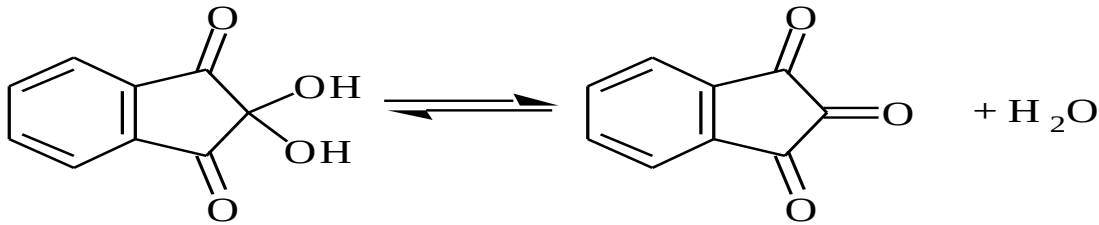
Amino asitlerin ninhidrin reaksiyonları:

- Amino asitler ve proteinlerde α - amino grubunun tanınmasında kullanılan en yaygın reaksiyondur.
- Bu reaksiyon aynı zamanda aminoasitlerin miktarını tayin etmek için kullanılmaktadır.
- Bir α -amino asit, Ninhidrin çözeltisi ile

Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 4.10

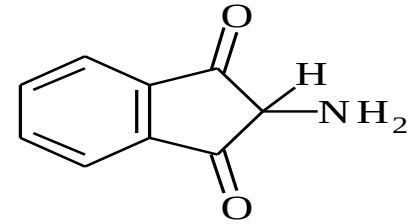
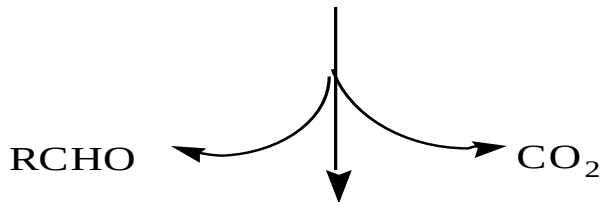
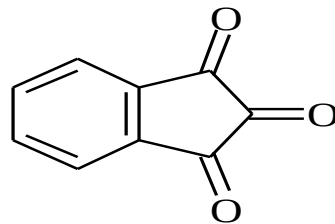


ninhidrin reaksiyonları:



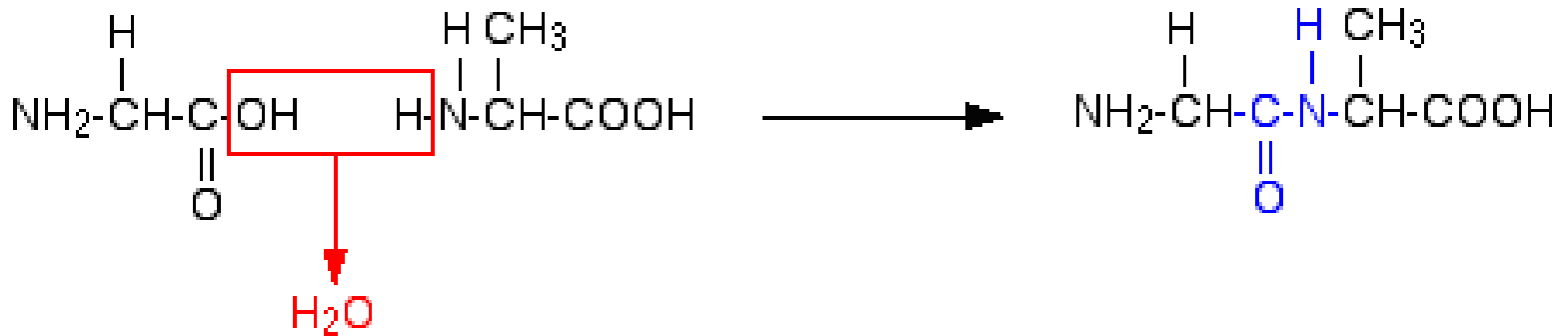
Purple Color
absorbs at 570 nm

Proline and hydroxyproline
are yellow in color, and
absorb at 440 nm



Peptitler

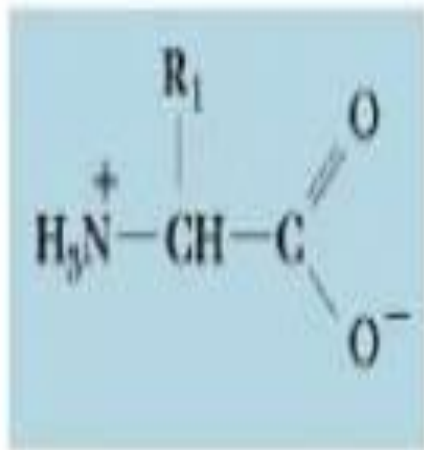
- Bir amino asidin karboksil grubu ile ikinci bir amino asidin amino grubu arasında bir mol su ayrılarak birleşmelerinden dipeptit meydana gelir. Aralarındaki bağa peptit bağı denir.



- Aynı şekilde üç amino asitin peptit bağı ile bağlanmasından tripeptit, dört amino asitin bağlanmasından tetrapeptit vb. meydana gelir.
- Böyle az sayıda amino asit içeren peptitlere (10 amino asite kadar) oligopeptit denir.
- 10-100 arasında amino asit içeren peptitler polipeptidlerdir.

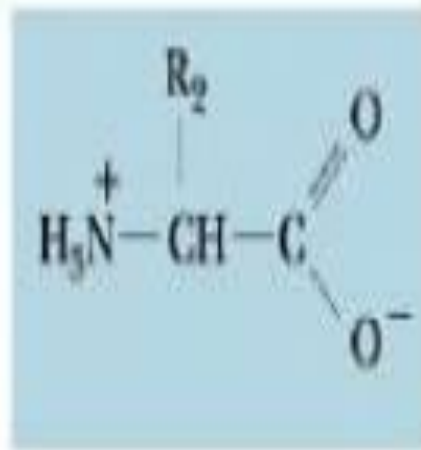
- Proteinler, yüzlerce amino asitten oluşan polipeptitlerdir. Peptit ve protein tanımı arasında kesin bir ayırım yoktur.
- Protein tanımı genellikle molekül ağırlığı binden fazla olan polipeptitlerdir.
- Bu büyüklükteki bir polipeptit diyaliz membranından geçemez.
- Böylece protein ismi verilir.

- Bir polipeptit zincirinde n- kadar amino asit varsa n-1 kadar peptit bağı vardır.

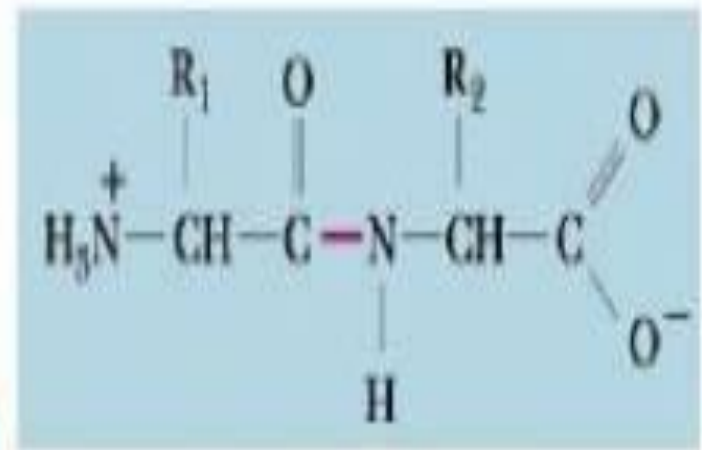


Amino acid 1

+

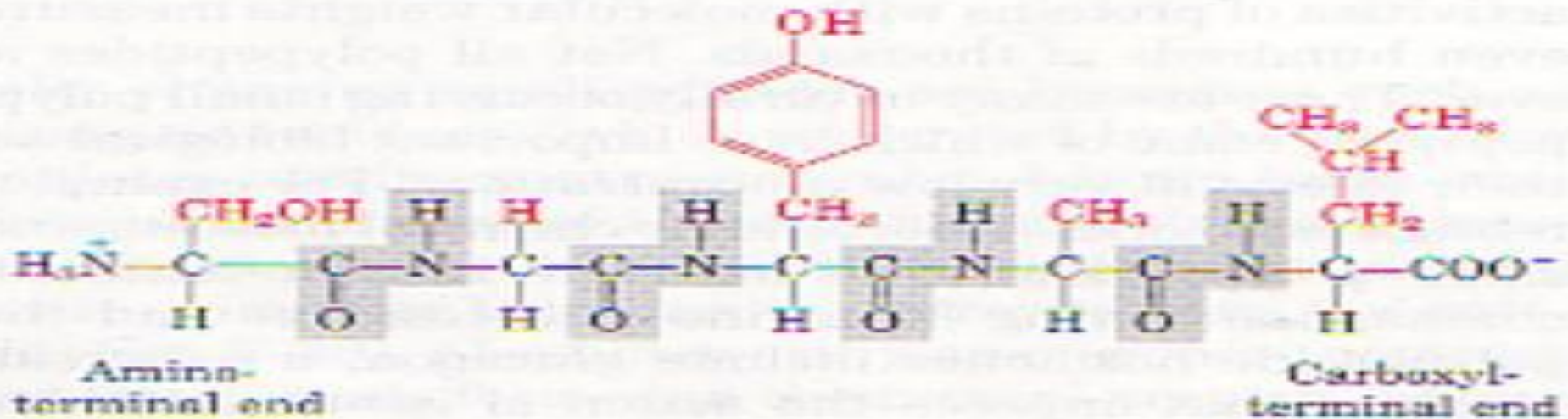


Amino acid 2



Dipeptide

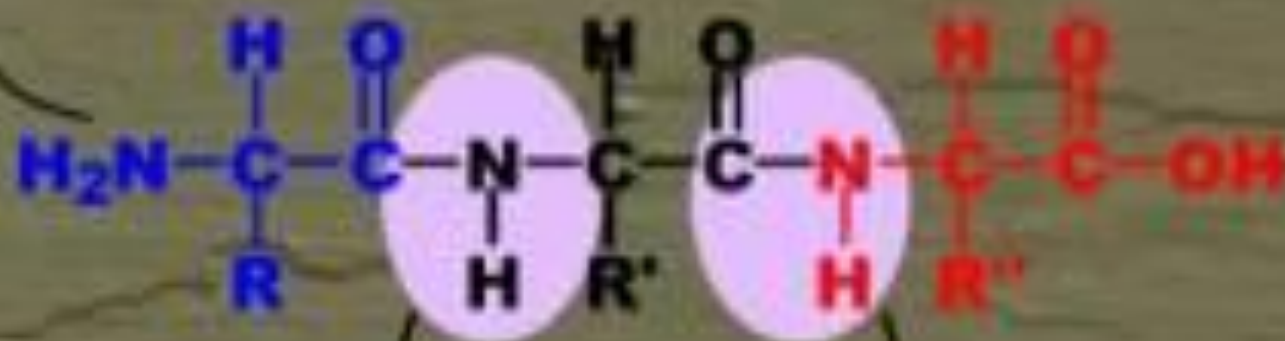
- Bir peptitteki amino asit üniteleri, sıklıkla *amino asit kalıntıları* olarak adlandırılırlar.
- Peptidin bir ucunda serbest α -amino grubuna sahip amino asit kalıntısı bulunur ki bu uca amino-terminal uç veya N-terminal uç denir; peptidin diğer ucunda ise serbest α -karboksil grubuna sahip amino asit kalıntısı bulunur ki bu uca da karboksil-terminal uç veya C-terminal uç denir.



Peptides

N-terminal
residue

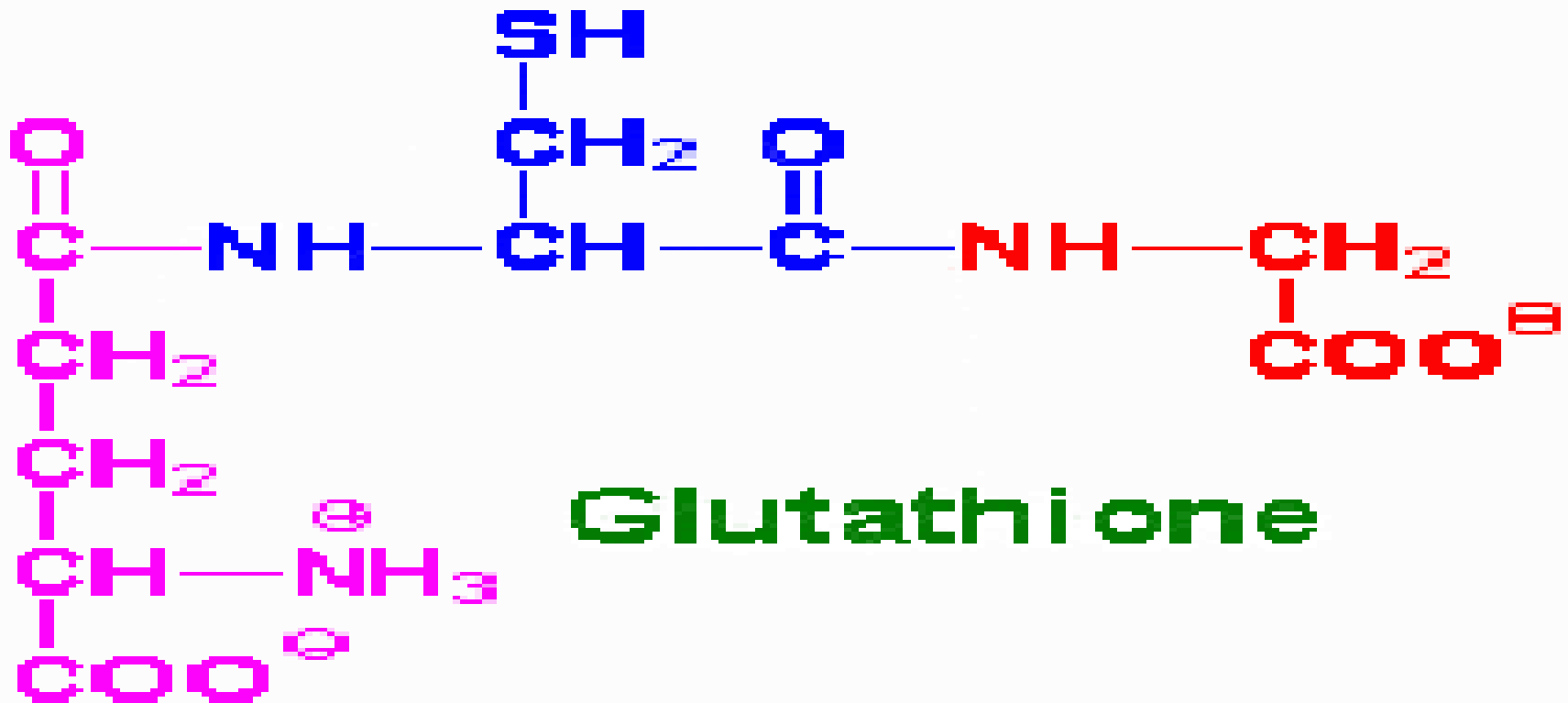
C-terminal
residue

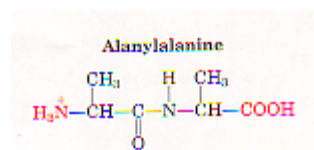


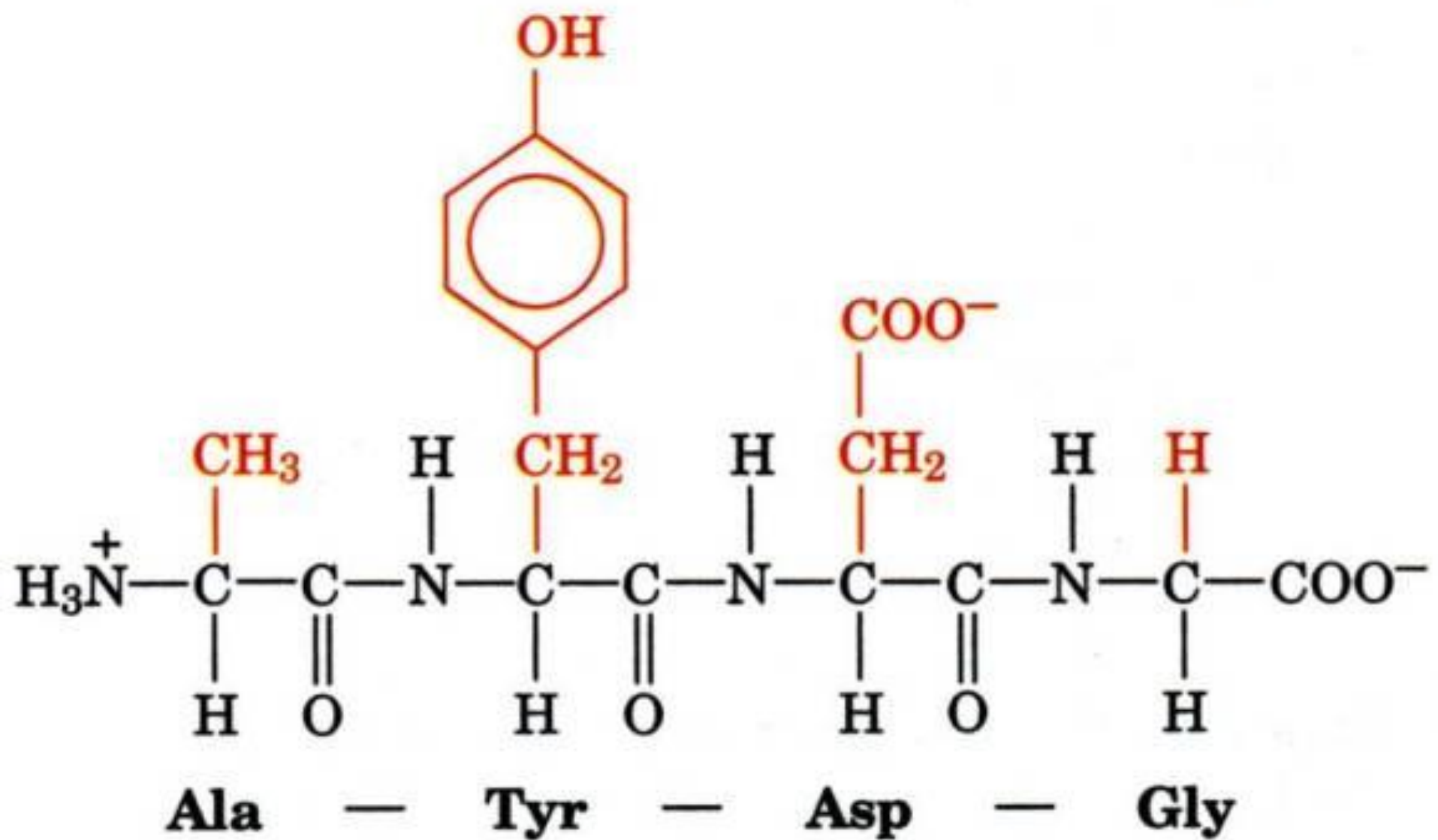
Peptide linkages

- **Kısa peptitler, N-terminal kalıntı solda ve C-terminal kalıntı sağda olmak üzere, dizideki amino asitler soldan sağa doğru belirtilerek isimlendirilirler.**
- **Protein sentezide N- terminalinden başlar ve C-terminalinde biter.**
- **İsimlendirilme yapılırken serbest amino grubundaki amino asidin ‘ –in, eki yerine ‘-yl, eki getirilerek, C- terminal amino asidin ise ismi aynen söylenerek yapılır.**

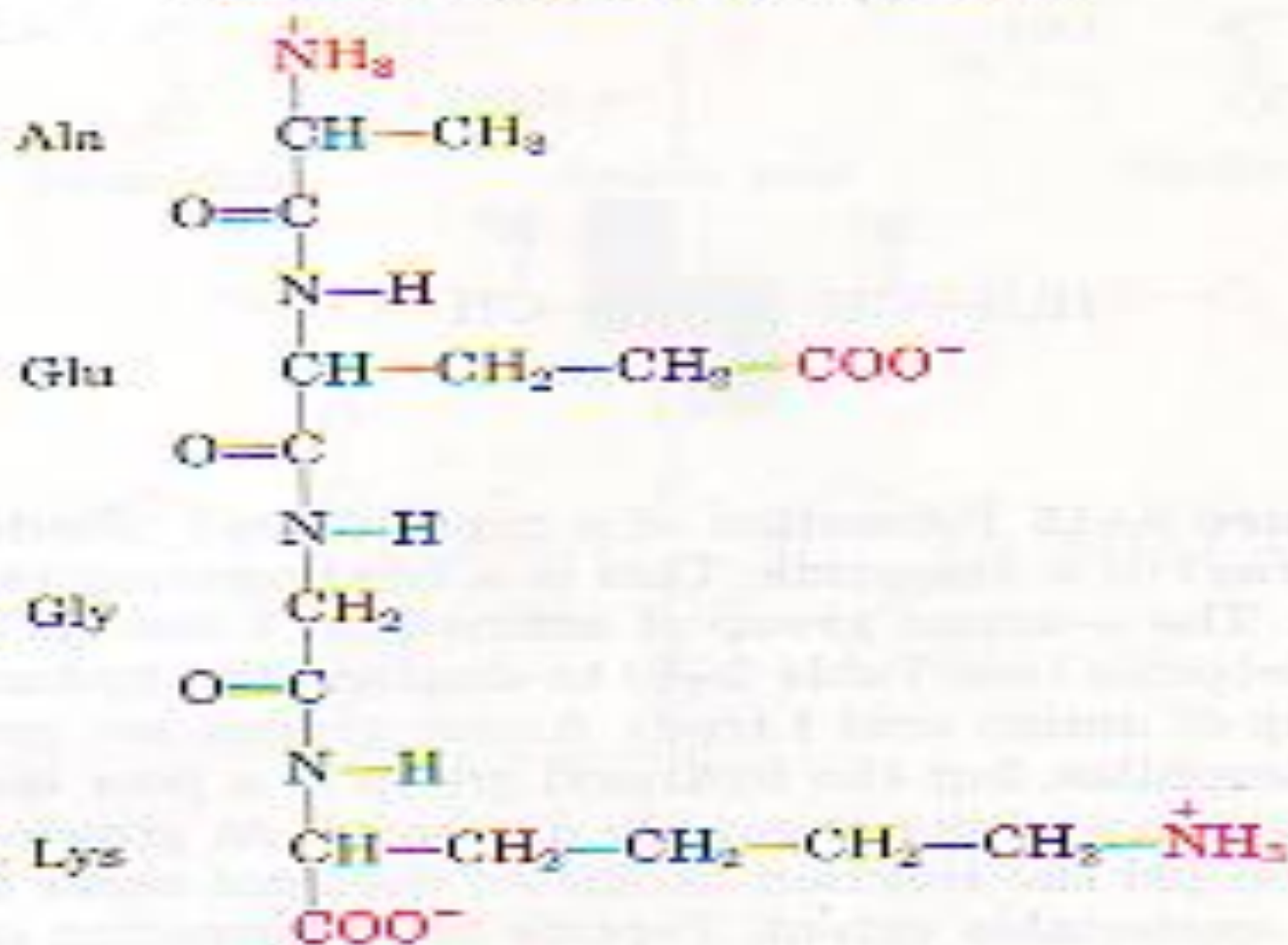
- **Örneğin, bir tripeptit olan glutatyon, glutamat, sistein ve glisin aminoasitinden oluşmuştur.**
- Dolayısıyla glutamylsisteylglisin şeklinde isimlendirilir.





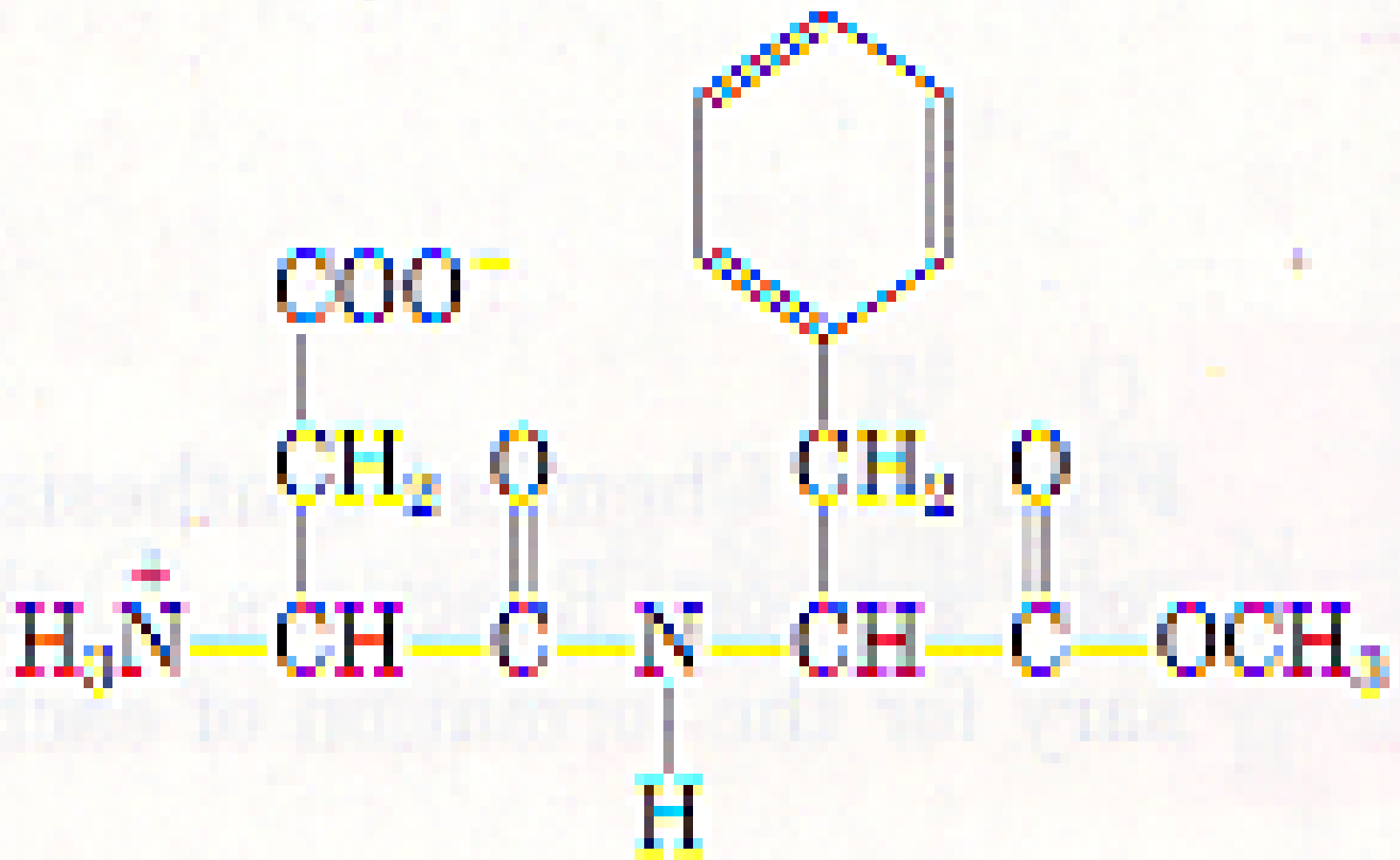


Alanylglutanylglycyllysine

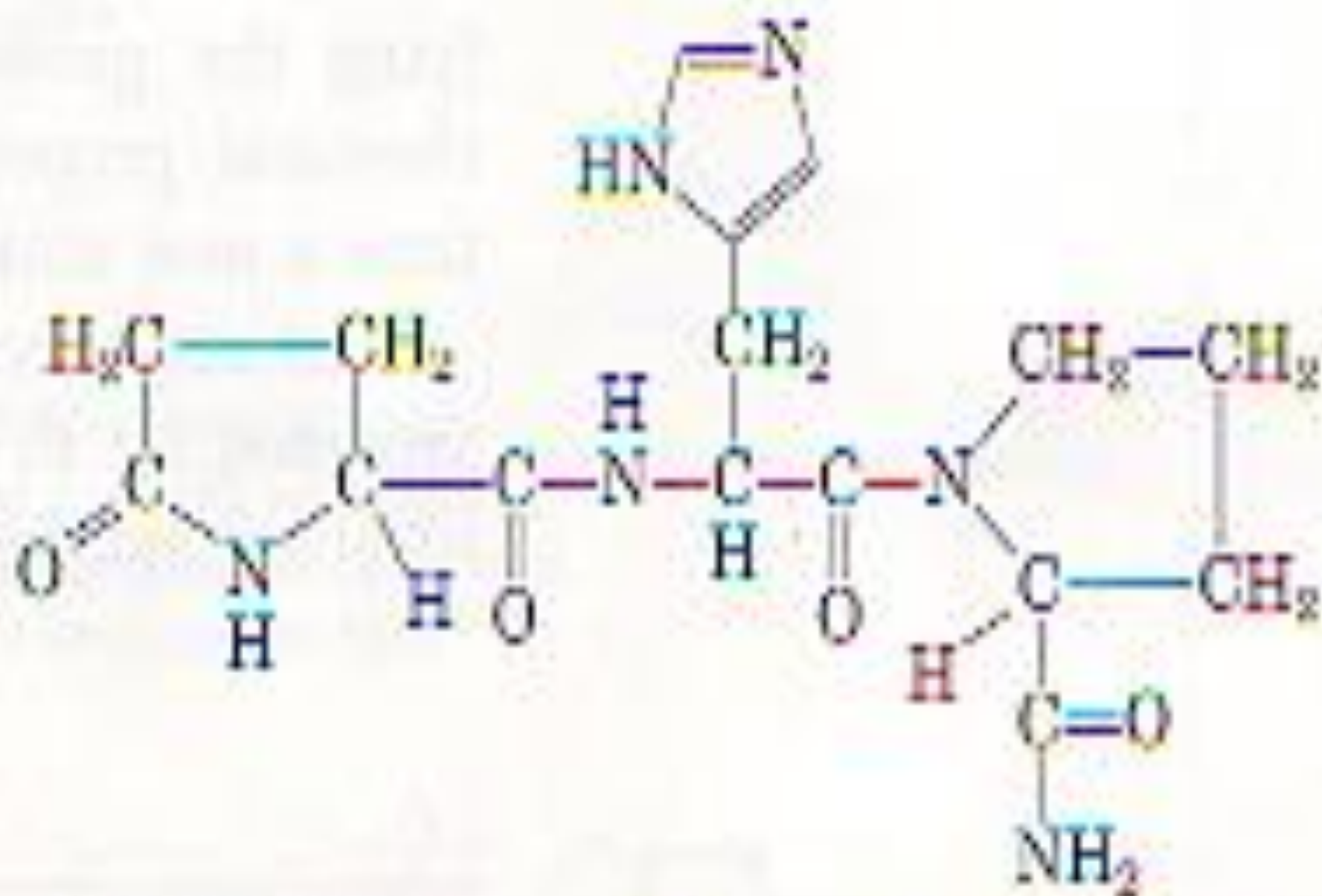


Fizyolojik etkiye sahip dipeptitler:

- **Karnozin, β -alanil histidin yapısındadır**
- **Anserin (metil karnozin), β -alanil-N'-metil histidin yapısındadır**
- **Aspartam (NutraSweet), L-aspartil-L-fenilalanil metil ester yapısındadır. Yapay tatlandırıcı olarak kullanılır.**



L-Aspartyl-L-phenylalanyl methyl ester
(aspartame)



Pyroglutamate

Hie

Prolinamide

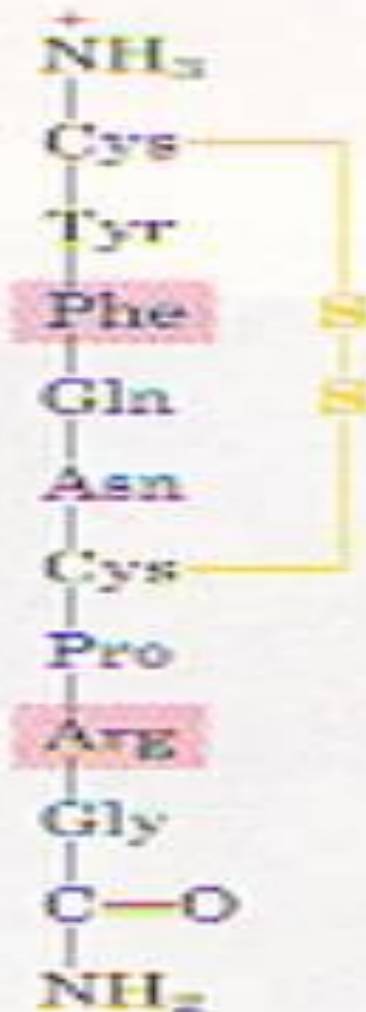
Fizyolojik etkiye sahip oktapeptitler:

- **Dinorfinler:** Hipotalamusta oluşturulurlar, morfin benzeri aktiviteleri vardır, iştahın dñzenlenmesinde rol oynarlar.

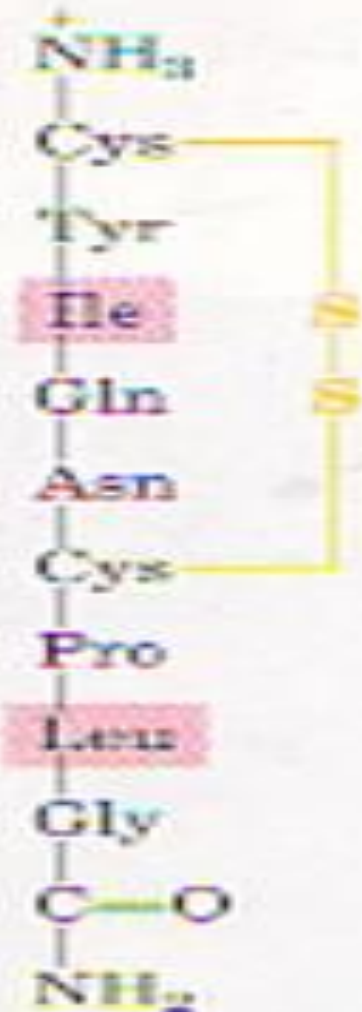
Fizyolojik etkiye sahip nonapeptitler:

- **Oksitosin ve vazopressin (antidiüretik hormon, ADH), hipotalamusta sentezlenirler, aksonlar boyunca hipofizin arka lobuna taşınır ve burada depolanırlar.**
- **Bradikinin, hormon benzeri etkileri olan bir peptittir; inflamatuvar reaksiyonları inhibe eder.**

Vazopressin ve oksitosin(insanda)



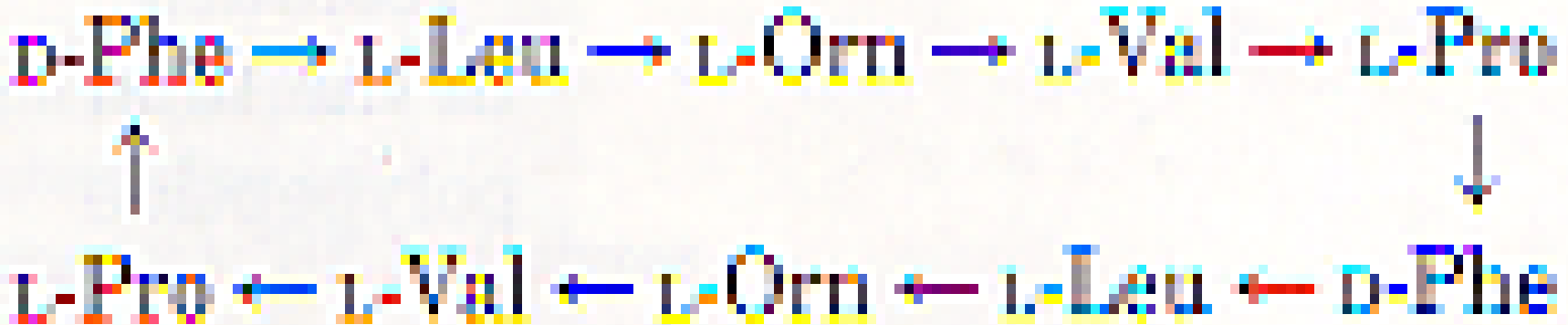
Human vasopressin
(antidiuretic hormone)



Human oxytocin
(uterine contraction)

Fizyolojik etkiye sahip dekapeptitler:

- Kallidin, lizil bradikinin yapısındadır; kinin aktivitesi gösterir; böbrekte oluşur ve böbrek fonksiyonlarını etkiler.
- Gramicidin S, sirküler yapıda ve 2 D-fenilalanin kalıntısı içeren bir pentittir.



Proteinlerin kimyasal Yapıları

**Primer yapı
(Amino asit sekansı):**

- **Bir protein için karakteristik ve genetiksel olarak belirlenen, amino asitlerin peptit bağlarıyla bağlanarak oluşturdukları düz bir zincir şeklindeki yapı, primer yapı (amino asit sekansı) olarak tanımlanır.**

- **Basit bir polipeptit zincirinden oluşan proteinlerde, molekül başlangıcında yer alan amino asit serbest bir amino, zincir sonunda yer alan amino asitte serbest karboksil grubuna sahiptirler.**
- **Bu nedenle bir proteinin başlangıcına N-terminali, zincir sonuna ise C-terminali adı verilir.**

- **Bugüne kadar yaklaşık 300'den fazla proteinin primer yapısı açıklanmıştır. Bu analizlerde temel prensip protein molekülünün proteolitik enzimler aracılığı ile değişik peptitlere parçalanması ve daha sonra her peptidin amino asit sekansının belirlenmesidir. Bunun için aşağıda açıklanan bazı yöntemlere baş vurulur.**
- **Peptid molekülündeki amino asitlerin diziliş sırasını aydınlatmak için peptid zincirinin ucundaki serbest amino veya veya karboksil gruplarından yararlanılır.**

**N- terminal amino asitlerin
saptanmasında kullanılan metotlar;**

1- Dinitroflorbenzol testi;

- **Dinitroflorbenzol ilavesinde proteinin serbest α -amino grubu (N-terminalindeki) dinitrofenil örneği ile birleşir ve daha sonra asit hidrolizi ile N-terminal amino asit dinitrofenil türevi olarak elde edilir.**

2- fenilizotiyonat testi;

- **Peptidin fenilizotiyonat ile reaksiyonundan sonra (hafif alkali ortamda) N-terminal amino asit feniltiyohidantion türevi olarak elde edilir.**

3-dansil klorür testi;

- **Hafif alkalik ortamda peptidin dansil klorür ile reaksiyonundan sonra N-terminal amino asit dansil amino asit türevi olarak elde edilir.**

4- Enzimatik test;

- **aminopeptidaz'da protein ya da peptid zincirinde N-terminalinden başlamak üzere amino asitleri teker teker kopardığından sekans belirlenmesi için kullanılabilir.**

**C- terminal amino asitlerin
saptanmasında kullanılan metotlar;**

1- Hidrazin testi;

- **Peptid zincirinin C-terminal amino asidi hidrazin ile identifiye edilebilir. Proteinlerin hidrazinolizinde tüm amino asitler amino asit hidrazidler halinde bulunurlar, fakat C-terminalindeki amino asit serbest haldedir.**

2- Enzimatik test;

- **Yine protein zinciri C-terminalinden başlamak üzere amino asitleri teker teker koparan karboksipeptidazlar aracılığı ile analize edilebilirler.**

Primary structure of proteins

An example sequence of amino acids in a protein. It also shows the abbreviations commonly used.



ikincil yapı
(Sekonder yapı, Zincir konformasyonu):

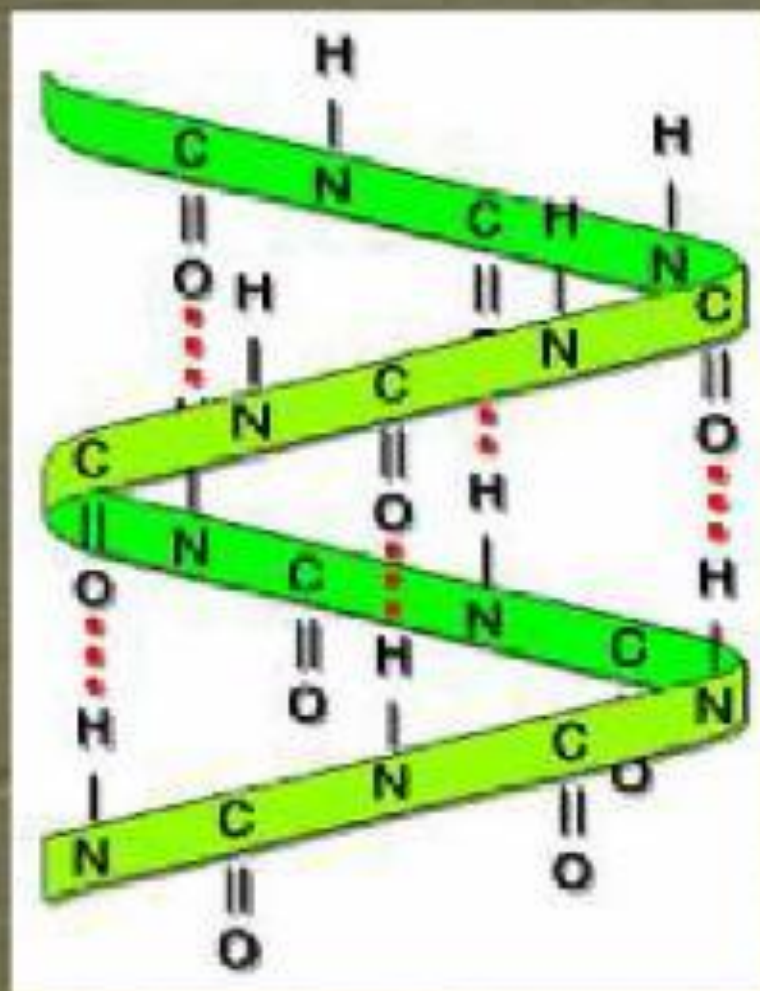
- **Çözeltilerde proteinler düzensiz bir yapı göstermezler, üç boyutlu yapıya sahiptirler.**
- **Bir peptid zincirinin üç boyutlu yapısı sadece zincir içinde yer alan peptid bağlarından köken alıyorsa ve simetri gösteriyorsa bu tür konformasyona ikincil yapı adı verilir.**
- **İkincil yapıyı oluşturan bağ tipi hidrojen köprüsü bağlarıdır.**

- Bir peptid bağı içinde yer alan karbonil ($C = O$) ve bir imino ($-NH$) grubunun H'i (protonu) arasındaki mesafe 0,28 nm olursa bir ilişki başlar ve bir bağ kurulur.
- Bu tür bağlara hidrojen köprüsü bağları adı verilir Bu tür bağların enerjisi hidrojenin normal atom bağı enerjisinin $1/10$ 'u kadardır.
- Fakat bir protein molekülü içindeki sayılarının çokluğu sonucu oldukça stabil bir yapı oluşur.

Sekonder yapı α -heliks, β -tabaka şeklinde olabilir.

- α -heliks (spiral şekil): Aynı peptid zinciri içinde hidrojen köprülerinin teşekkül etmesiyle meydana gelir.**
- Protein zinciri spiral şeklinde bir yapı gösterir.**
- Keratinlerin yapı şekli α -helikstir. Saç ve derinin ana bileşenlerinden keratinlerin sertliğini belirleyen yapılarındaki disülfid bağlarının sayısıdır.**
- Hemoglobinin yapısının %75, ribonükleaz enziminin %17...vs. sini α -helik oluşturur.**

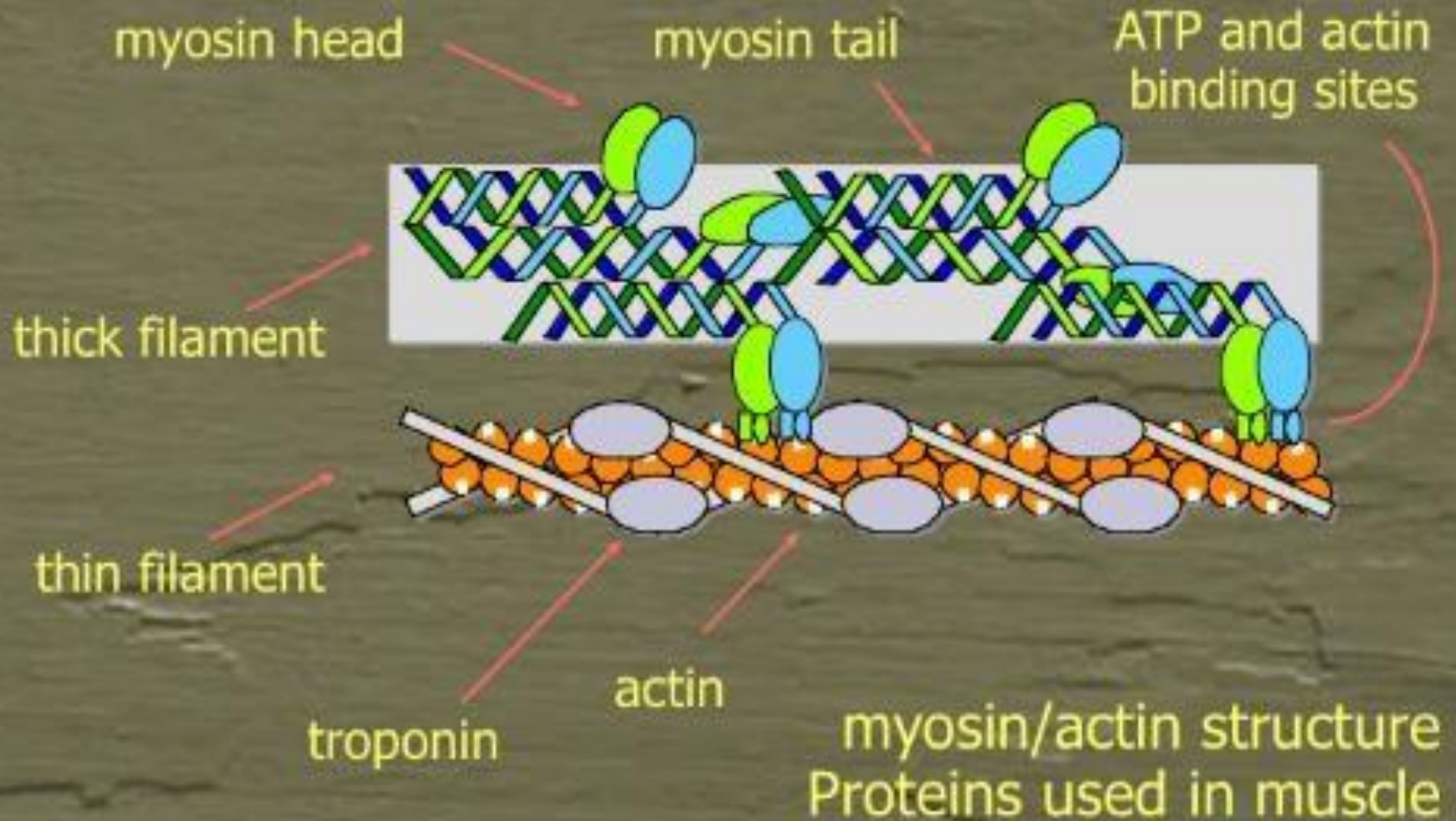
α -Helix



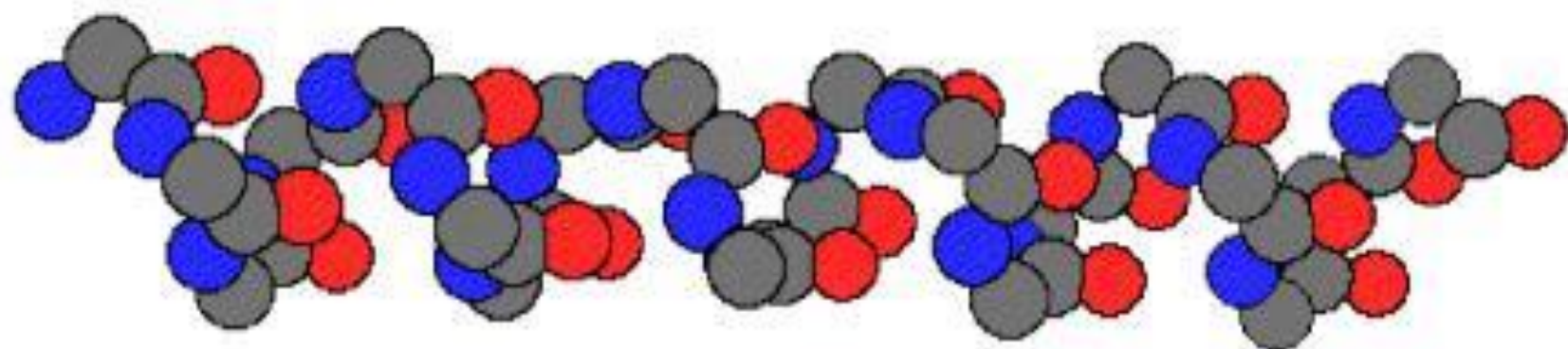
Every amide hydrogen and carbonyl oxygen is involved in a hydrogen bond.

Multiple strands may entwine to make a protofibril.

α -Helix example



Alpha helix



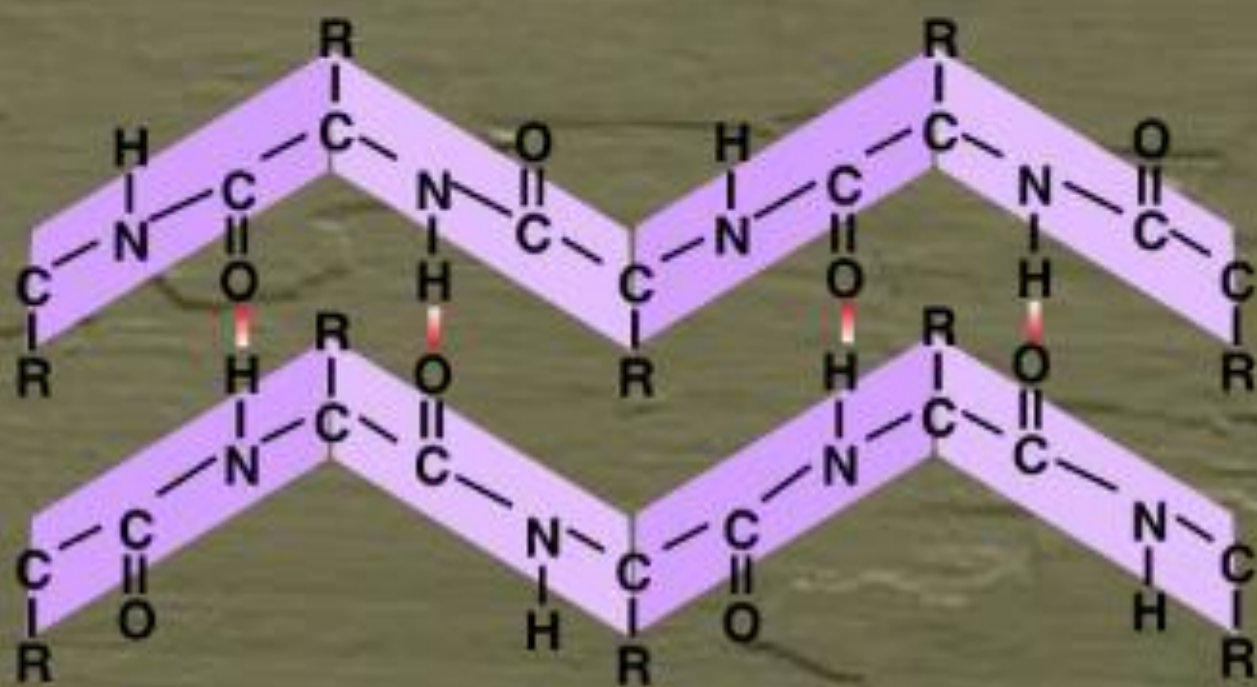
β - konformasyon (β - tabakalanma):

- Birkaç polipeptit zincirinin, aralarında hidrojen bağlarının meydana gelmesi ile ikincil yapının β - konformasyon denir.
- Bunda iki veya daha fazla peptit zinciri yan yana bir düzlemde bulunur.

β -Pleated sheets

Another secondary structure for protein.

Held together by hydrogen bonding between adjacent sheets of protein.



β -Pleated sheets

Silk fibroin - main protein of silk is an example of a β pleated sheet structure.



Composed primarily of glycine and alanine.

Stack like corrugated cardboard for extra strength.

**Globüler proteinlerin tersiyer
(üçüncül) yapıları:**

- **Bu sayede peptid zincirlerinin tam belirgin bir şekilde bükülmeler ve katlanmalar gösterdiği saptanmıştır.**
- **Bu düzenlenmede ikincil yapı önemli rol oynar.**
- **Ayrıca bu yapının oluşmasında amino asit yan zincirlerinde yer alan fonksiyonel gruplarda önemli rol oynarlar.**
- **Bu fonksiyonel gruplar arasındaki ilişkilerde;**

- **1. Hidrojen Köprüsü Bağı:** Hem peptid grupları arasında, hem de yan zincirler arasında ya da peptid zincirleri ile yan zincirin polar grupları arasında hidrojen köprüleri kurulabilirler.
- **2. Disülfid Bağı:** En önemli valans bağlarını oluştururlar ve iki sistein'in -SH grupları arasındaki dehidrojenizasyon sayesinde oluşur.

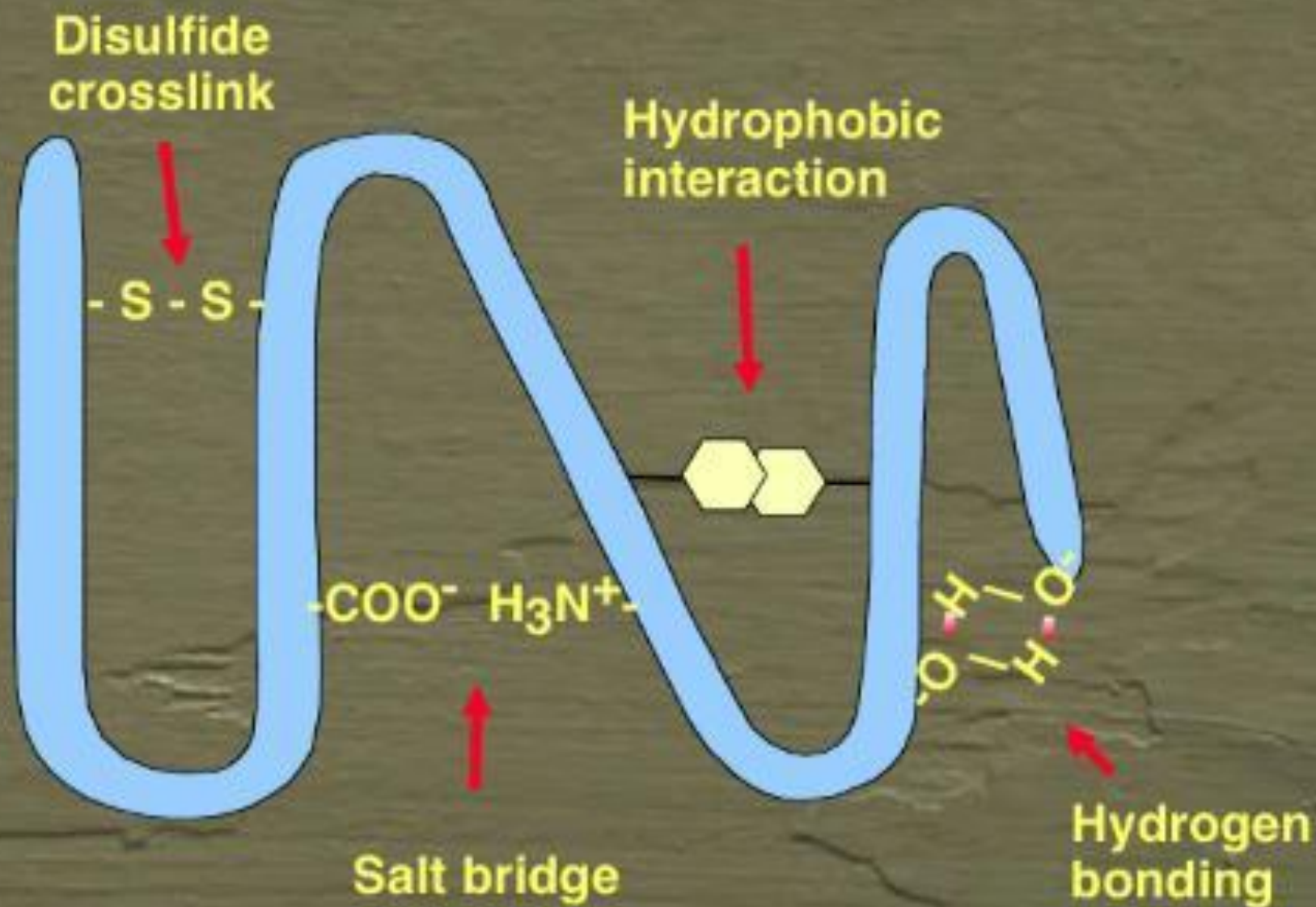
- **3. İyonik Bağ: Pozitif yüklü gruplar (lizin ve arjinin'in yan zinciri az ölçüde histidin) ve negatif yüklü gruplar (glutamik ve aspartik asitlerin COO'grupları) arasında olabilir.**
- **4. Hidrofob bağlar: Hidrofob nitelikteki yan zincirlerin (valin, loysin, izoloysin ve fenilalanin yan zincirleri) birbiri yanına yaklaşmasından oluşan çok önemli bir valans bağını oluştururlar. Bu sayede moleküllü kristallerde bir arada tutan önemli bir güç ortaya çıkar. Aynı zamanda moleküller arasındaki su molekülleri de uzaklaştırılır.**

Üçüncül yapının oluşumu:

- Protein zincirinin bükülüp kıvrılmasının ribozomlardaki protein sentezi sırasında başladığı kabul edilmektedir.
- Bir başka bükülme ve katlanma türü de sekans tarafından belirlenir.
- Belirli amino asitler (glutamik asit, loysin, alanin) özellikle α -heliks yapısına meyillidirler.
- Bu tür amino asitlerden 4-5 tanesi birbiri ardına dizilirse α - heliks yapısı oluştururlar ve heliks yapısı prolin ve glisin gibi heliks kırıcı amino asitlerin bulunduğu yere kadar devam eder.
- Aynı şekilde metiyonin, valin ve loysin gibi amino asitlerde β -keratin tipi yapı oluşturma eğilimindedirler ve üçüncül yapının oluşumu da genetik olarak kodlanmış durumdadır.

- Üçüncül yapı hidrojen bağı, disülfid bağı, iyonik bağ, hidrofob bağlar aracılığı ile oluşturulan protein molekülünün üç boyutlu asimetric yapısıdır ve bu bağlar sayesinde protein molekülü kendi etrafında katlanır, kıvrılır ve elipsoid yada globüler bir yapı kazanır.
- Üçüncül yapı özellikle proteinlerin fonksiyonel niteliklerini yerine getirebilmeleri açısından büyük önem taşır.
- Bu fonksiyonel yapı (üçüncül yapı) herhangi bir nedenle bozulursa protein molekülü (örneğin bir enzim) aktivitesini kaybeder ve protein denatüre olur.

Tertiary structure of proteins

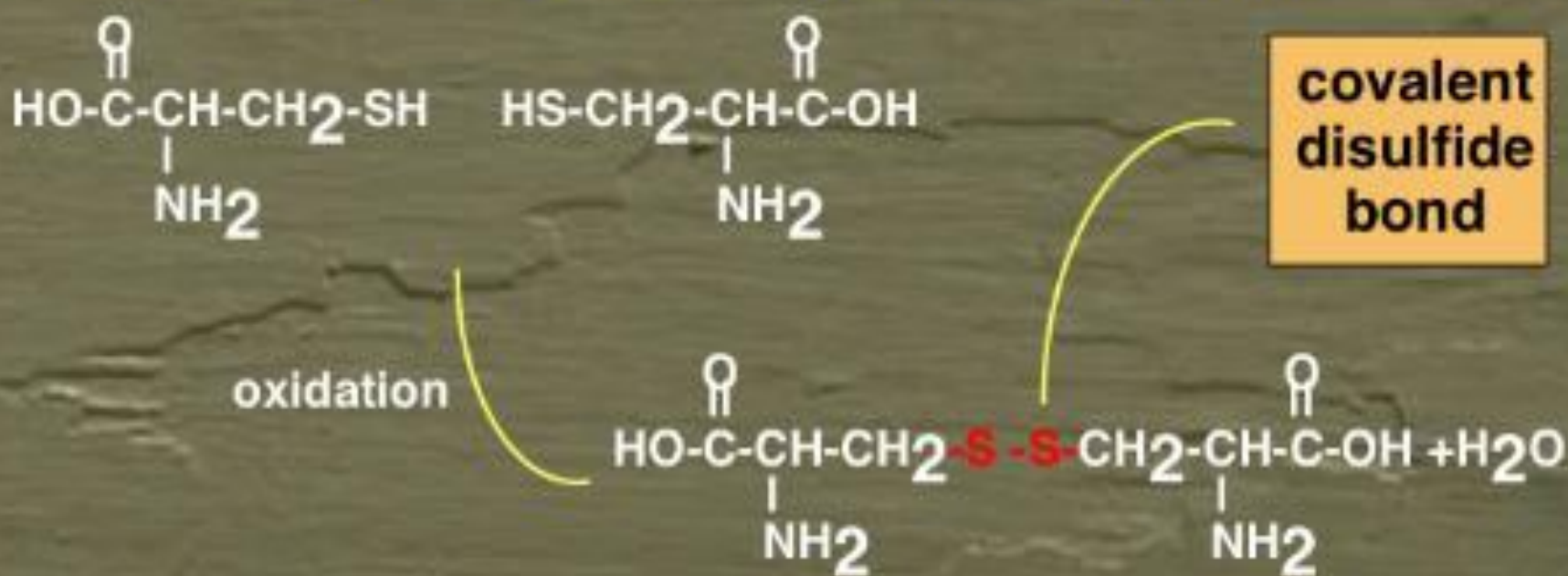


Tertiary structure of proteins

Side chain interactions

Help maintain specific structure.

Oxidation of cystine - crosslink formation.



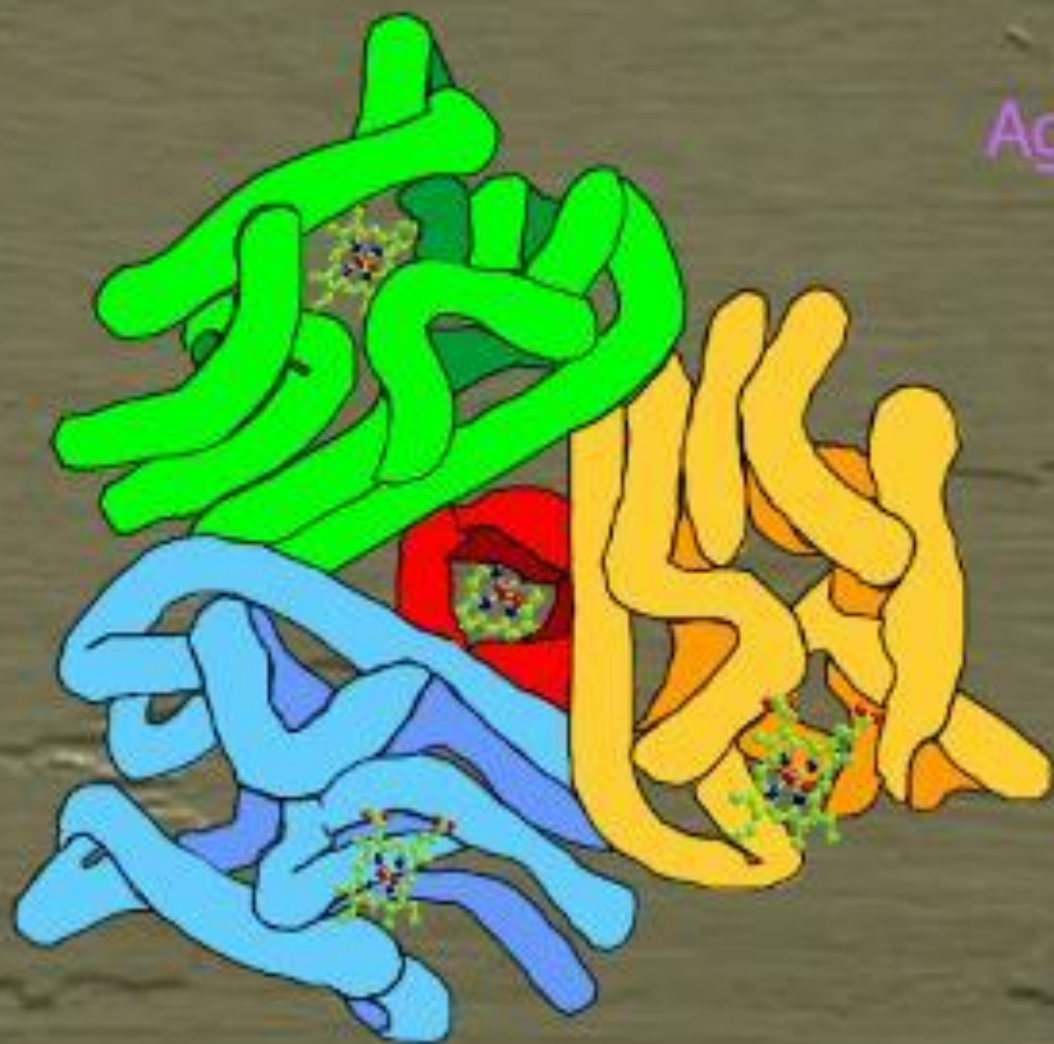
**Protein molekülünün Kuaterner
(dördüncül) yapısı:**

- **Bir çok protein tek polipeptit zincirinden meydana gelir. Bunlar monomerik proteinlerdir.**
- **Bir çoğuda yapısal olarak benzer veya tamamen farklı bir veya daha fazla polipeptit zincirinden oluşur.**
- **Bu polipeptit zincirlerinin düzenlenmesine proteinlerin kuaterner yapısı denir.**
- **Fakat bu peptid zincirleri arasında herhangi bir bağ bulunmaz.**
- **Çözeltilerde bu tür proteinler uygun şartlar altında (örneğin pH'nin değişimi) kendilerini oluşturan alt ünitelere parçalanırlar ve bu alt ünitelere de subunit, protomer gibi isimler verilir.**
- **Protein subünite sayısına göre dimer (iki), trimer (üç) veya multimer (bir çok) olarak adlandırılır.**

- **Dördüncül yapı prensibi çok yaygındır ve proteinin molekül ağırlığı 100 000'in üzerinde bulunuyorsa dördüncül yapı ortaya çıkar.**
- **Örneğin insan hemoglobin A'sı 4 polipeptid zincirinden oluşur ve bu kompleks yapı fonksiyonlarını yerine getirir.**
- **Bu yapıdaki bir bozulma protein molekülünün fonksiyonlarının kaybına yol açar.**

Quaternary structure of proteins

Aggregate structure



This example shows four different proteins and four prosthetic group.

Summary of protein structure

primary



secondary

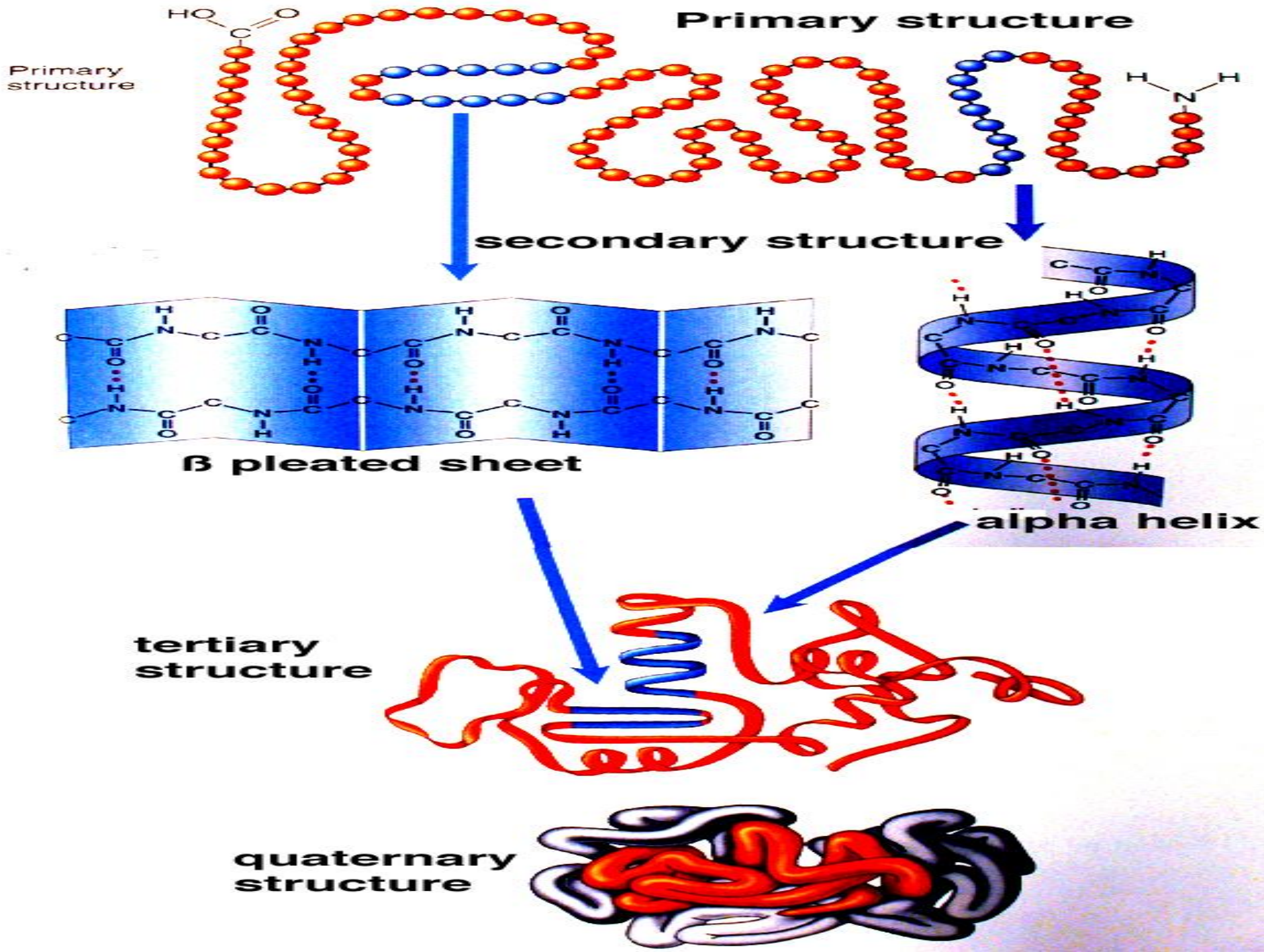


tertiary

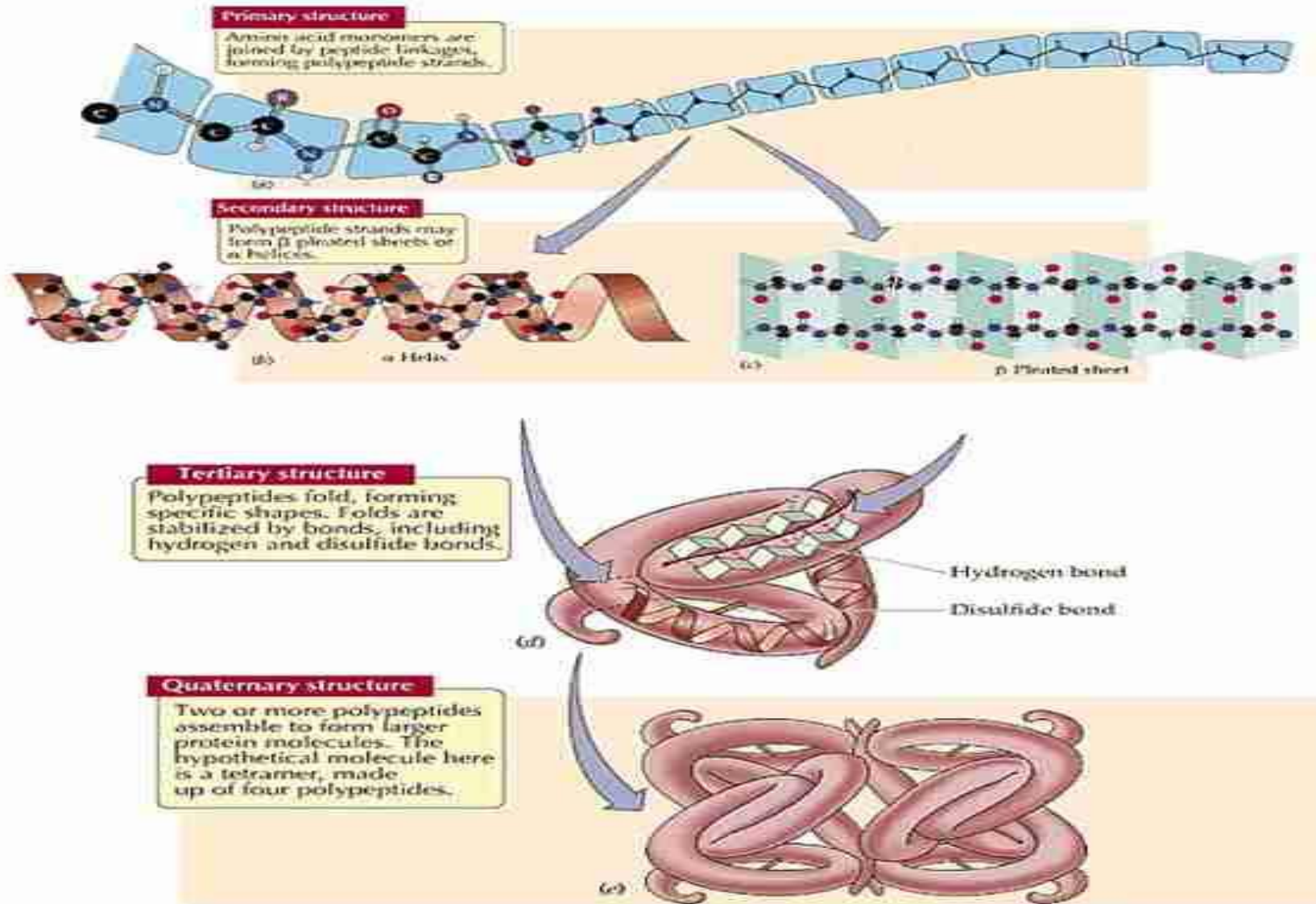


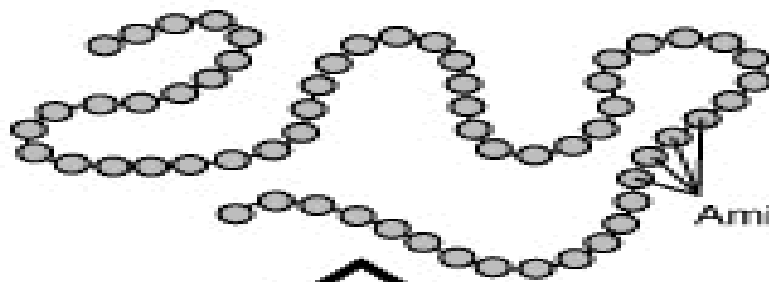
quaternary





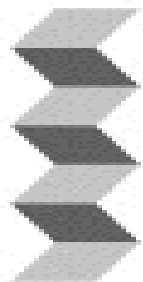
The 4 levels of protein structure





Primary protein structure
is sequence of a chain of amino acids

Amino Acids

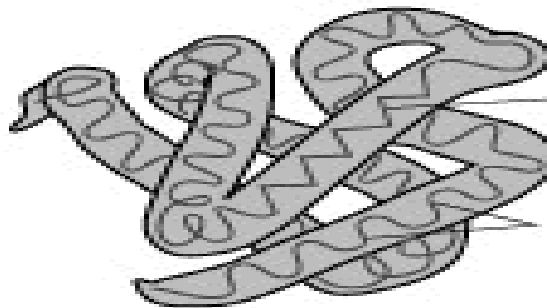


Pleated sheet



Alpha helix

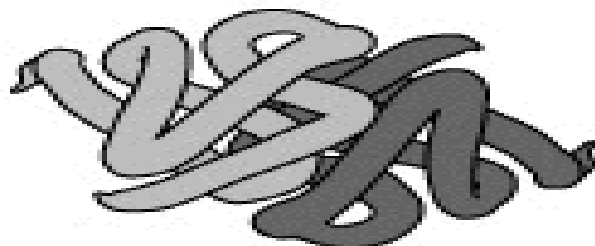
Secondary protein structure
occurs when the sequence of amino acids
are linked by hydrogen bonds



Pleated sheet

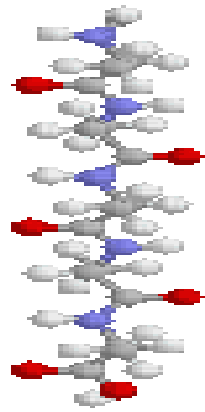
Alpha helix

Tertiary protein structure
occurs when certain attractions are present
between alpha helices and pleated sheets.



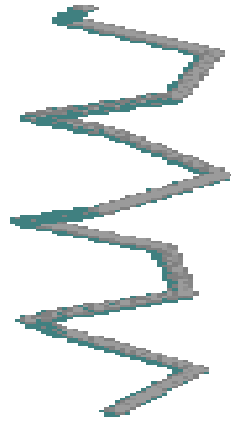
Quaternary protein structure
is a protein consisting of more than one
amino acid chain.

Primary Structure



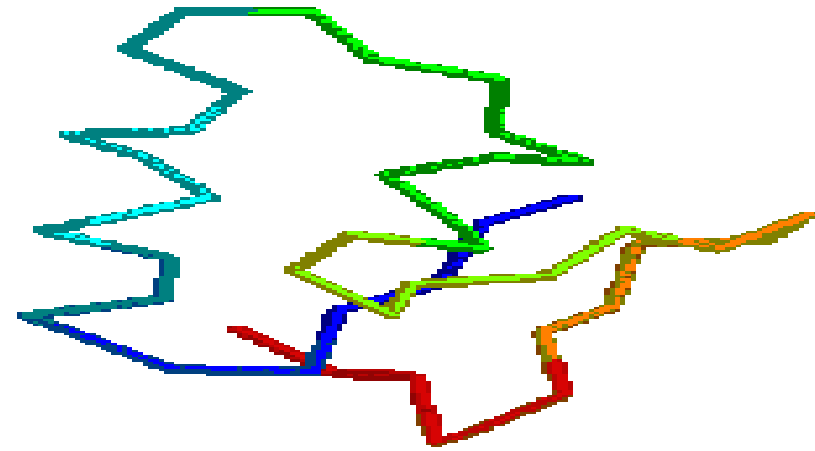
The sequence of amino acids

Secondary Structure



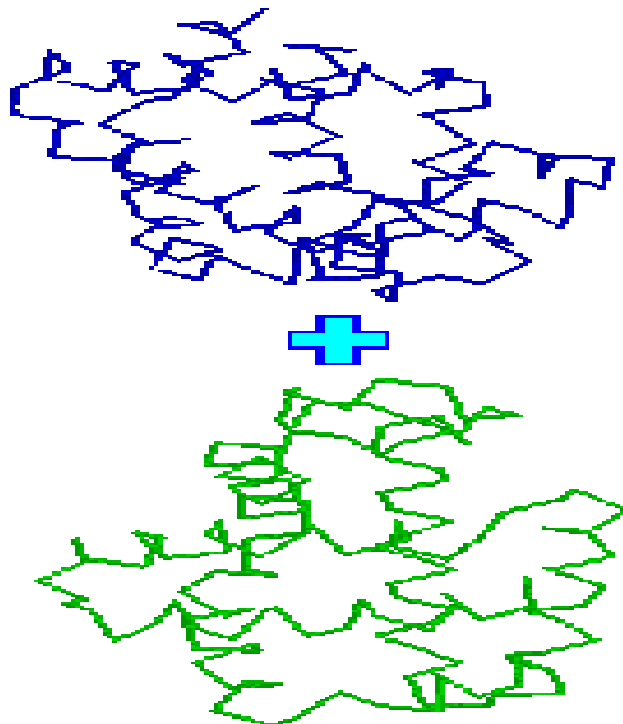
Local folding maintained by short distance interactions

Tertiary Structure

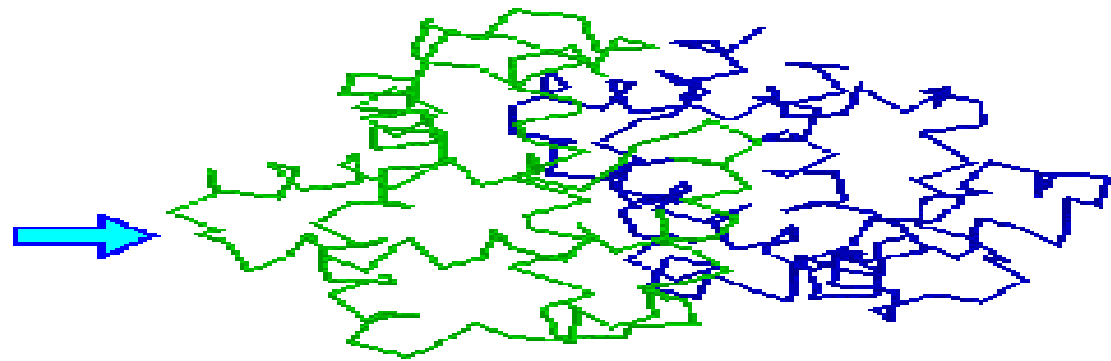


Additional folding maintained by more distant interactions

Quaternary Structure



Structure maintained by interchain interactions



Proteinlerin sınıflandırılması

- **Bütün proteinler amino asitlerden ibaret olduklarından, birbirinden ayırma kriteri olarak genellikle eriyebilirlik, kimasal kalıtım, şekil, şayet varsa proteyin olmayan kısım göz önüne alınabilir. Bu suretle proteinler,**
- **1-Globuler poteinler**
- **2-Fibriler proteinler**
- **3-Bileşik proteinler (katımlanmış proteinler, proteidler) olmak üzere üçe ayrılırlar.**

Globuler proteinler

- **Enzimler ve hormonlar bir çok protein globuler yapıdadır.**
- **Yuvarlak ya da elipsoid bir forma sahiptirler.**
- **Globuler proteinler suda ya da tuzlu su çözeltisinde, zayıf asitlerde ve bazlarda çözünürler.**

- **1. Albümin ve globulinler: Plazma proteinlerindirler. Distile suda albuminler iyi, globülinler az çözünürler.**
- **2. Histonlar ve protaminlar: Çok fazla arjinin içermelerinden dolayı (yaklaşık %30 ya da %85), bazik proteinlerdir. Yapılarında triptofan ve tirozin kapsamazlar. Oldukça düşük moleküler ağırlığa sahiptirler ve hücrede nükleik asitlere assosiye olmuşlardır ve ısıtma ile çökelmezler (denature edilemezler).**

- **3. Protaminler: Tahıl proteinleridirler ve prolin (%15) ve glutamik asitten (%45 ve hatta bazı özel hallerde %50) zengindirler. Etanolde çözünürler. Bu proteinlere dahil olan mısırdan elde edilen Zein ve buğdaydan elde edilen Gliadin, lizin içermezler ya da çok az içerirler.**



Fibriler proteinler

- Bunlar iplikçi yapıları ile karakteristiktirler. Çapın uzunluğa oranı 1.30 ya da daha fazla olduğu uzun elipsoid forma sahiptirler.
- Bunların bir kısmı suda çözünmediklerinden tam formları ve moleküler ağırlıkları belirlenemez.

- **1. Kollajenler:** Hayvanlarda çok yaygın olan ve memelilerdeki toplam proteinlerin % 30'unu oluşturan kollagen, suda, seyreltik asit ve alkalilerde çözünmez ve doğal formunda birçok proteolitik enzime karşı dirençli bir sklero proteindir.
-
- **2. Elastin:** Ligamentlerde, arterlerde ve elastik dokularda yer alan elastin, mekanik niteliklerini yapısındaki apolar amino asitlerin zenginliğinden kazanır.
Elastin'in peptit zincirleri atipik amino asit türevleri olan dezmozin ve izodezmozin sayesinde birbirlerine bağlanırlar. Kollagen gibi elastin de çözünmez ve sayısız proteazlara karşı dirençlidir. Fakat kollagen gibi ileri derecede düzenli bir yapı göstermez.
- **3. İpekfibroin:** İpek böceğinin ağ bezi salgısındaki bir protein olan ipekfibroin'i %42 glisin, %30 alanin, %16 serin ve %12 tirozin içerir. Suda çözünmez ve proteazlara dirençlidir.

- **4. Keratin: Saçların (yünlerin) ve boynuz maddelerinin (tırnak, boynuz) içerdiği protein keratin'dir. Formunun sabitliği ve dayanıklılığı sistin içeriğinin fazla olmasından ileri gelir.**

İnsan saçları %14-16 sistein içerirler ve bu sisteinlerin disülfid köprüleri sayesinde α -helix yapısındaki keratin'in peptid zincirleri birbirlerine bağlanır ve stabilize edilirler.

Nemli halde keratin molekülünün uzamasında keratinin α -helix formu β -keratin (β -akordeon) yapısına dönüşür.

- **5. Fibrinojen ve miyozin: Her ikisi de α -keratin tipine sahip iplikçi proteinlerdir**

Bileşik proteinler
(katımlanmış proteinler, proteidler)

- **Protein, amino asit kısım yanında amino asit olmayan bir kısım da içeriyorsa bu protein olmayan kısma prostetik grup adı verilir.**
- **Prostetik grup olarak da karbonhidratlar, nükleik asitler, lipidler, kromojenler, metaller ya da metal porfirinler peptit zincirine kovalent, heteropolar ya da koordinatif bağlarla bağlanmışlardır.**

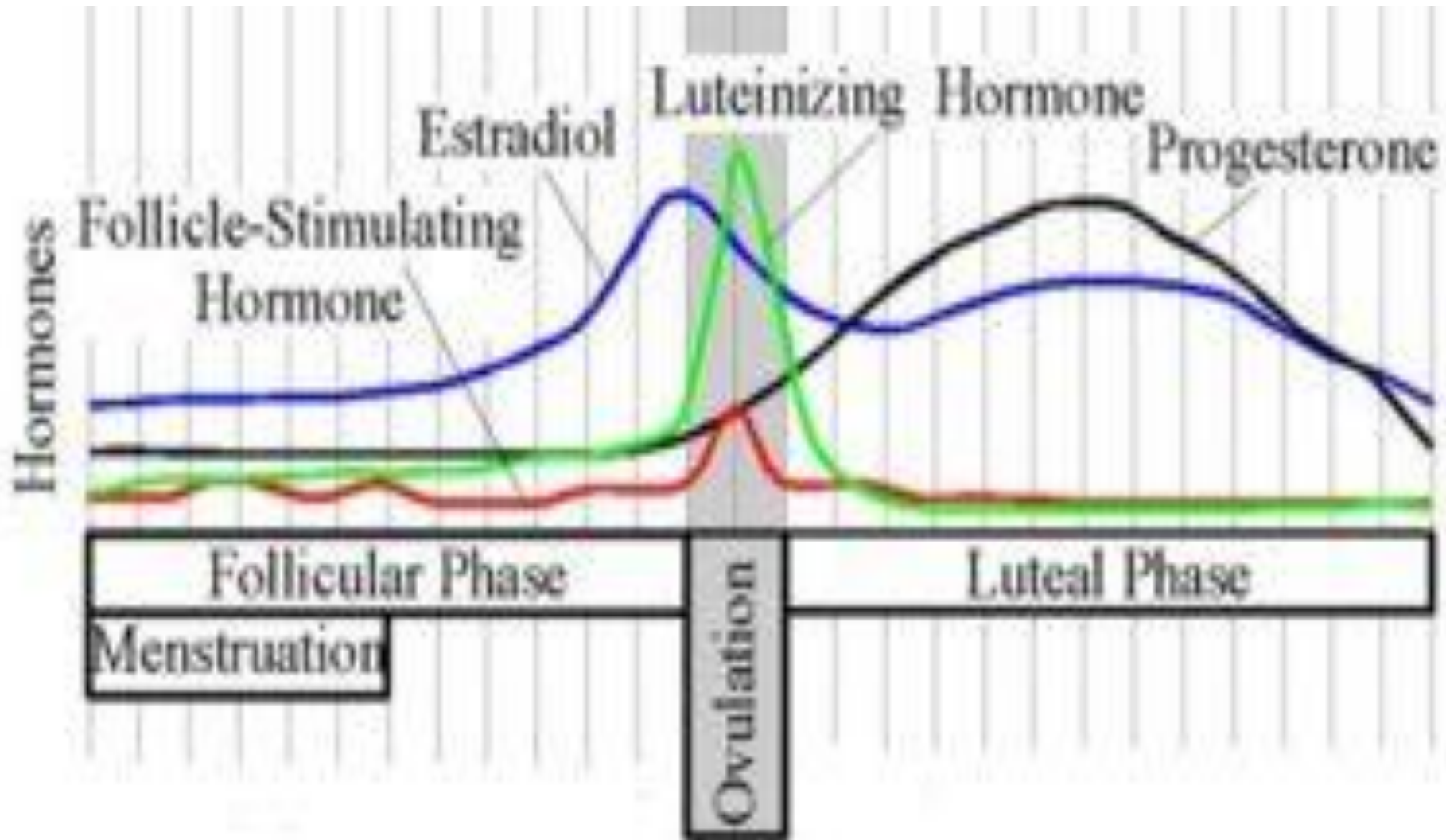
Bu tür proteinler prostetik grubun kimyasal niteliğine göre

- Glikoproteinler, prostetik grup karbonhidrat**
- Fosfoproteinler, prostetik grup fosfor**
- Lipoproteinler, prostetik grup lipidler**
- Metalloproteinler, prostetik grup metaller**
- Nükleoproteinler, prostetik grup nükleik asitler**
- Kromoproteinler, prostetik grup kromojenler**

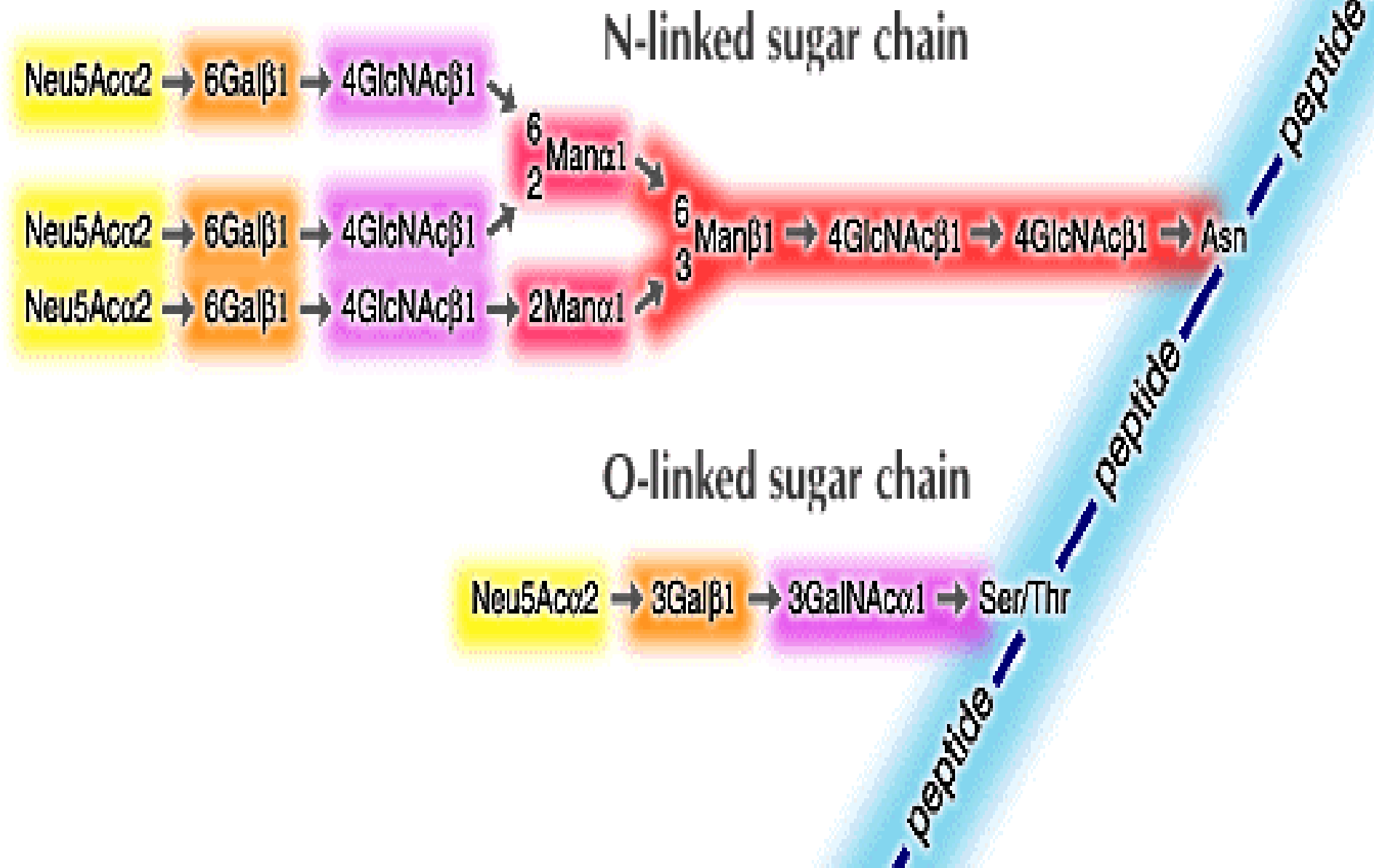
Glikoproteinler ve mukoproteinler:

- Glikoproteinler % 4 ten daha az karbonhidrat içerirler.
- Örneğin: fibrinojen gibi mukoproteinler % 4 den daha fazla karbonhidrat içeren proteinlerdir.
- Heparin, hiyalüronik asit, kan grubu maddeleri, kondroitin sulfatlar örnek olarak

Lüteinleştirici hormon glikoprotein yapısında bir hormondur



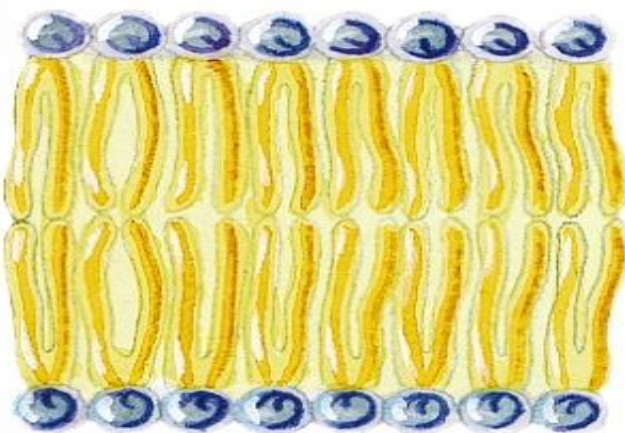
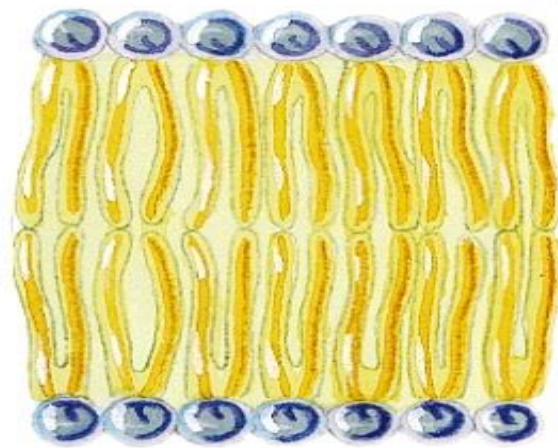
Two Major Groups of Glycoprotein Sugar Chains



Heparan
sulfate

Chondroitin
sulfate

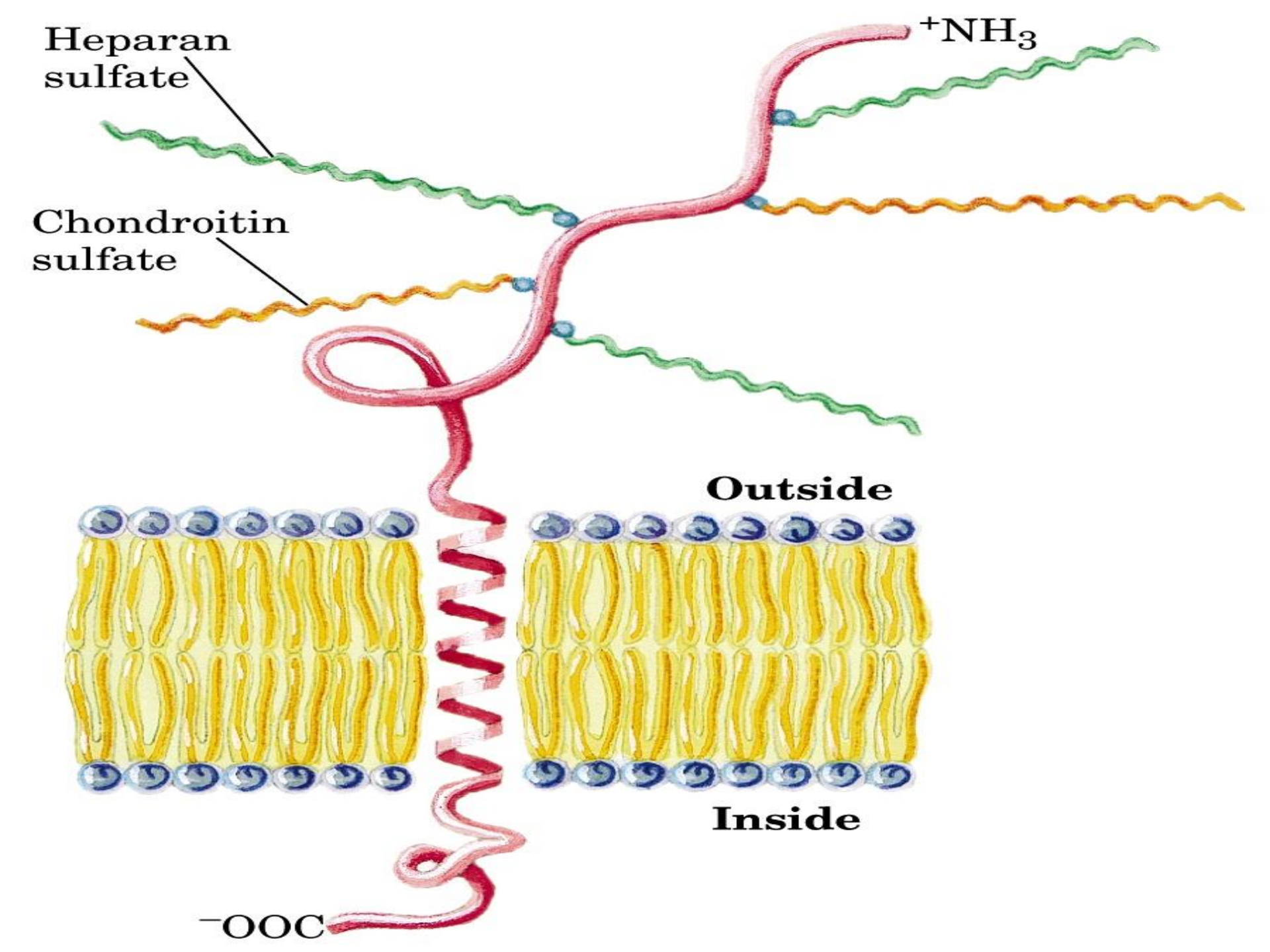
$^{+}\text{NH}_3$



Outside

Inside

^{-}OOC



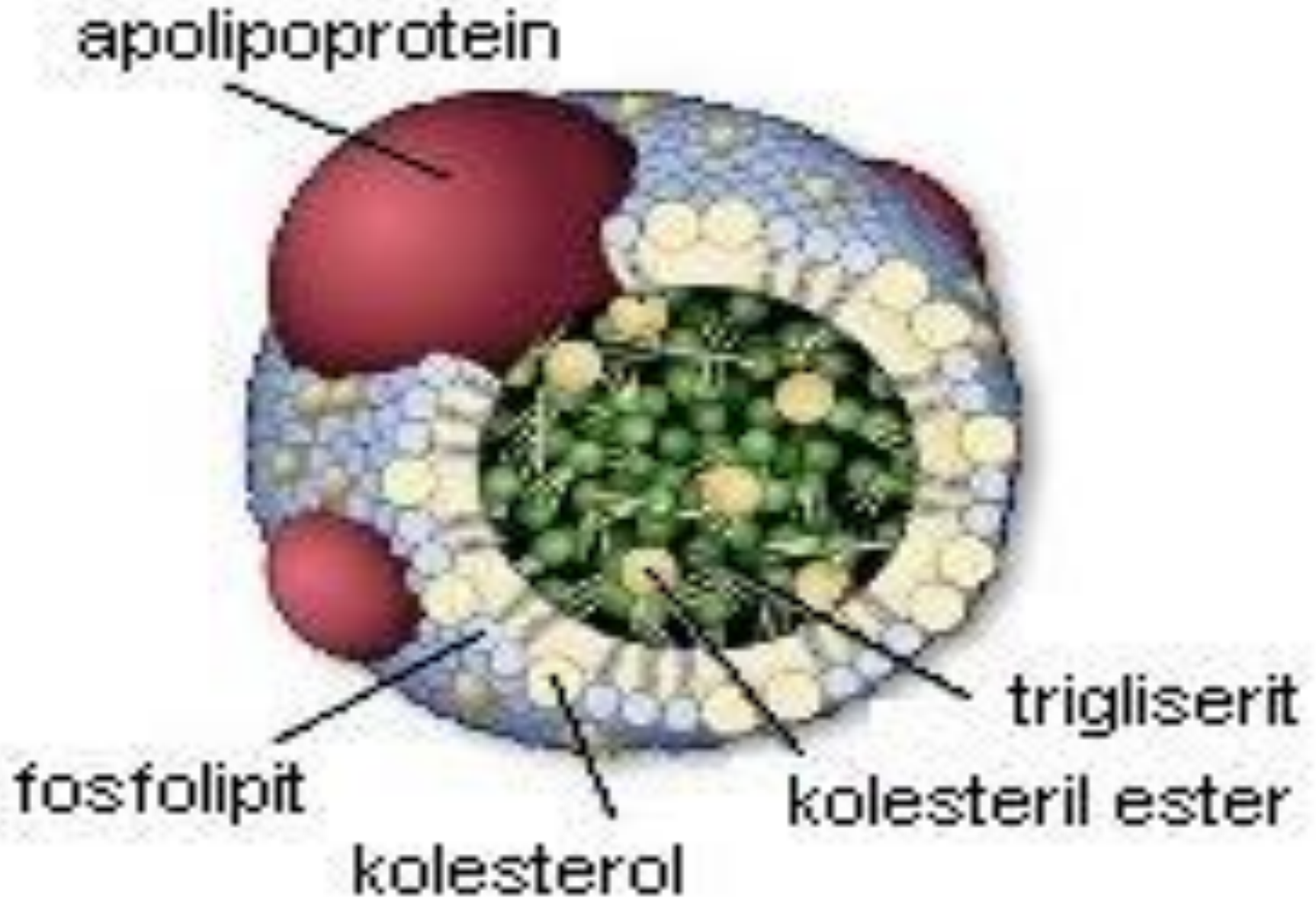
Fosfoproteinler:

- Fosforik asit ihtiva eden proteinlerdir.
- Sütte (Kazein), yumurta sarısında (Vitellin) bulunurlar.

Lipoproteinler:

- Proteinlerin lipitlerle yaptıkları bileşiklerdir. Serumun lipit içerdiği halde berrak kalması, bu lipitlerden hepsinin değilse çoğunun proteinlerle, lipoprotein halinde bileşmiş olmalarından ileri gelir.
- Kan serumundeki lipoproteinler dansitelerinde göre şilomikronlar, düşük dansiteli, çok düşük ve yüksek dansiteli lipoproteinler olarak sınıflandırılırlar.
- Lipoproteinler elektroferozde ayrılmalarına göre ise α ve β lipoproteinler diye iki sınıfa ayrılır.

Plazma lipoproteinlerinin şematik yapısı



Lipoprotein Yoğunluk

Albümin >1,281

HDL3 1,125-1,21

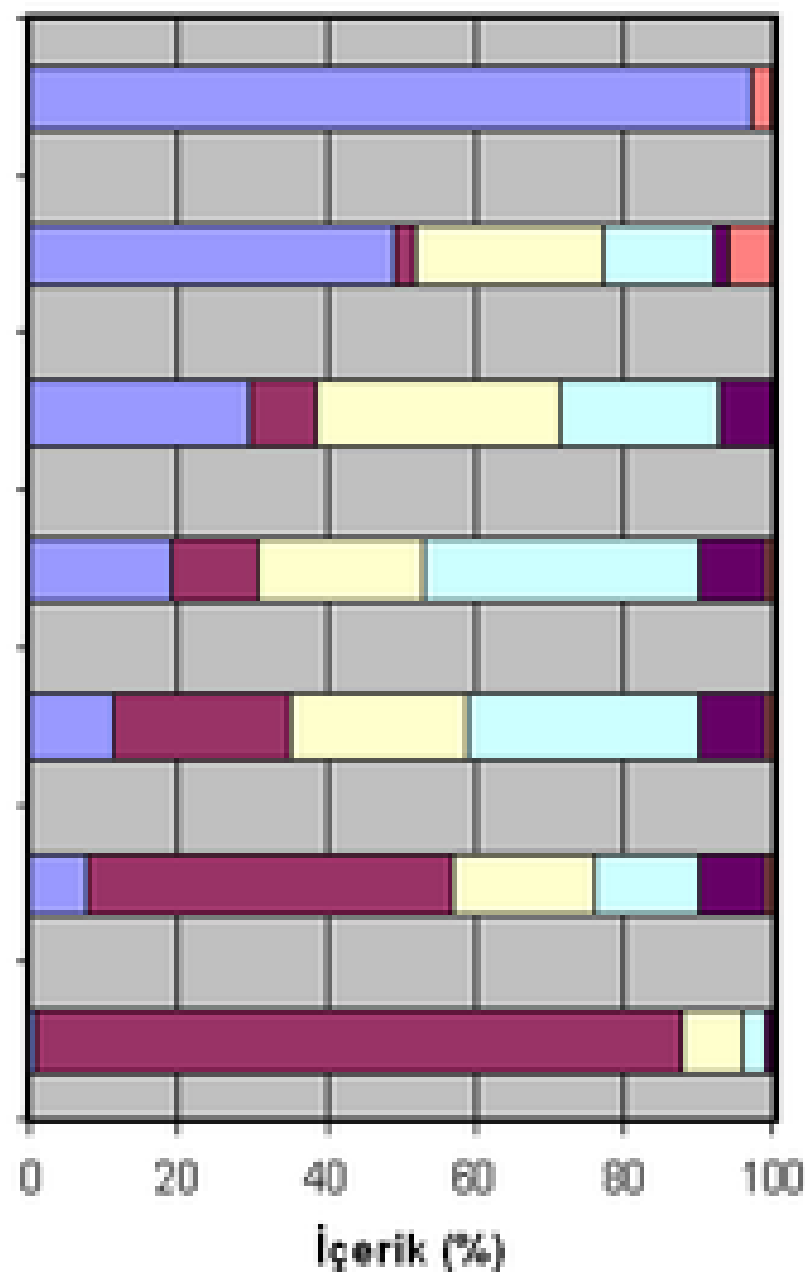
HDL2 1,063-1,125

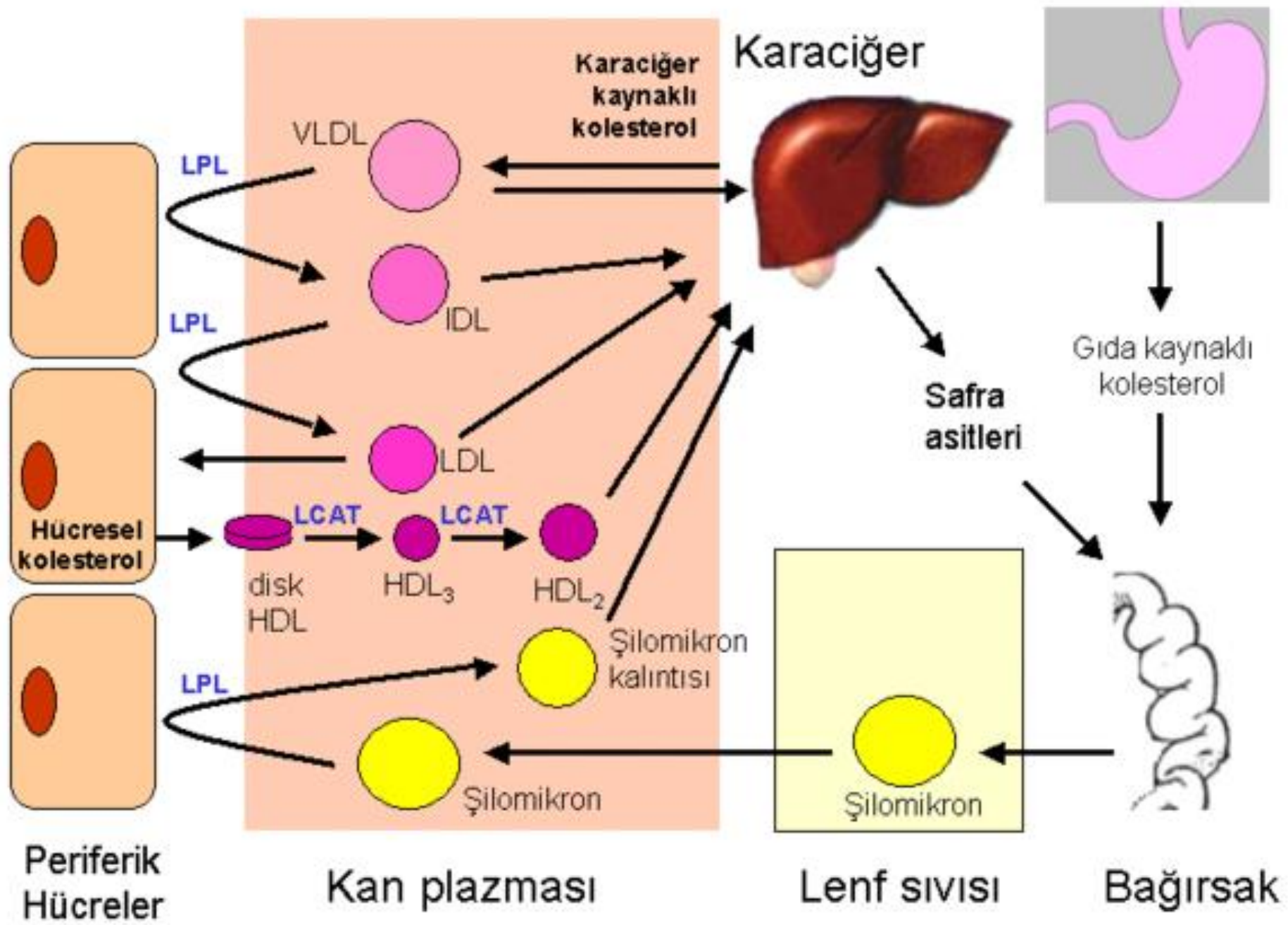
LDL 1,019-1,063

IDL 1,006-1,019

VLDL 0,95-1,006

Şilomikron <0,95





Metalloproteinler:

- Bunlar demir, magnezyum, mangan, kobalt, çinko, bakır vs. gibi
- Metal iyonlarını içeren proteinlerdir.
- Hemoglobin, miyoglobin, feritin enzimler örnek verilebilir.

Nükleoproteinler:

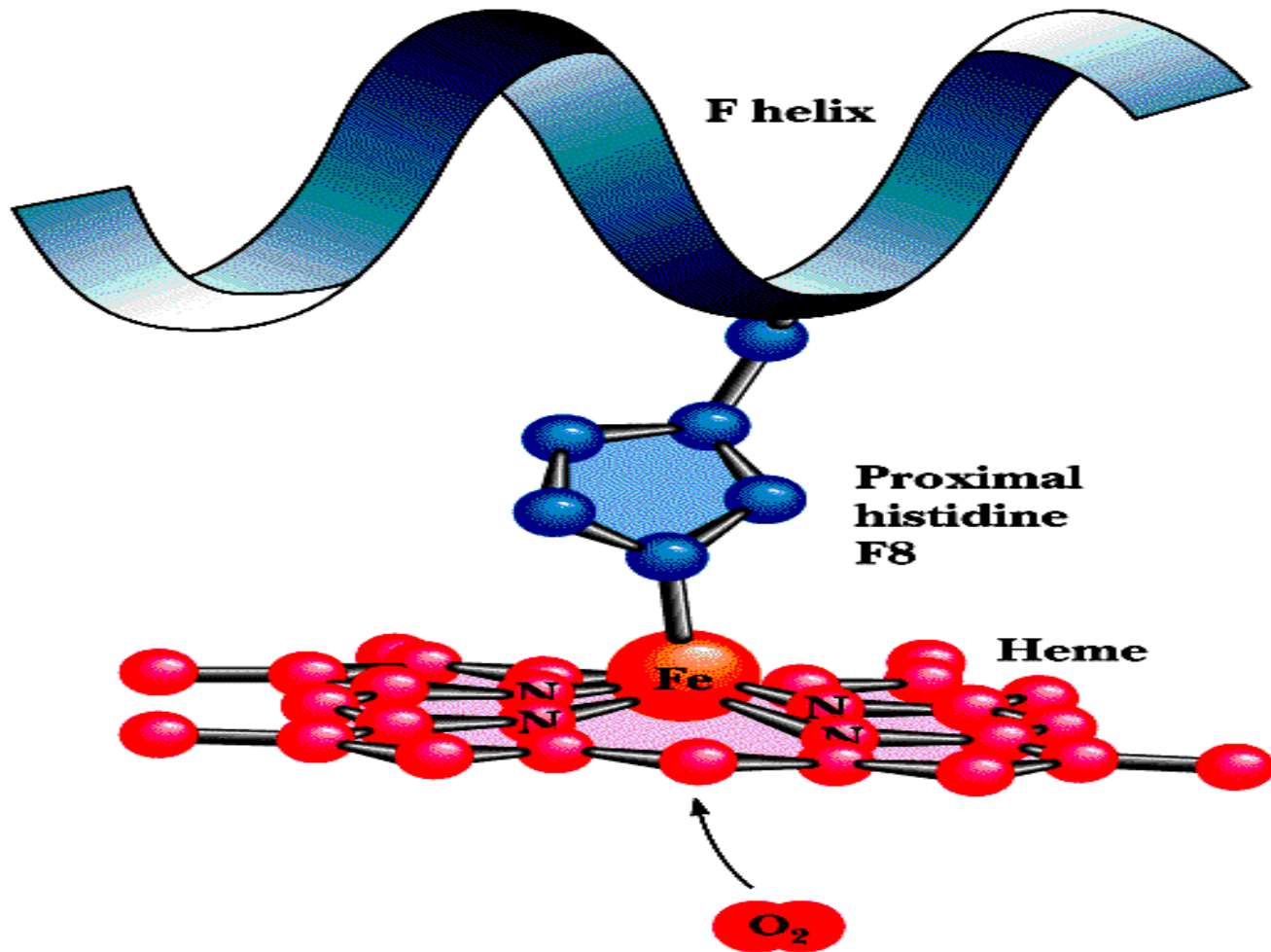
- En çok hücrenin nukleus, mikrozom ve mitokondri kısımlarında bulunurlar.
- Nukleoproteinlerde bir nukleik asit bir veya bir çok protein ile kovalent olmayan bağ ile bağlanmıştır.

Kromoproteinler:

- Bunlar basit proteinlerle renkli bir prostetik gruptan kurulmuşlardır.
- Kan proteinlerinin çeşitli pigmentlerinde oluşturdukları bileşiklerdir.
- Hemoglobin, myoglobin, teneffüs zincirindeki enzimler (sitokrom), enzimler (katalaz, peroksidazlar) kromoproteinlerdir.
- Bunlar prostetik grup olarak demir ihtiva eden, porfirin kompleksi olan hem (heme) ihtiva ederler.

Miyoglobin (Fe içerir)

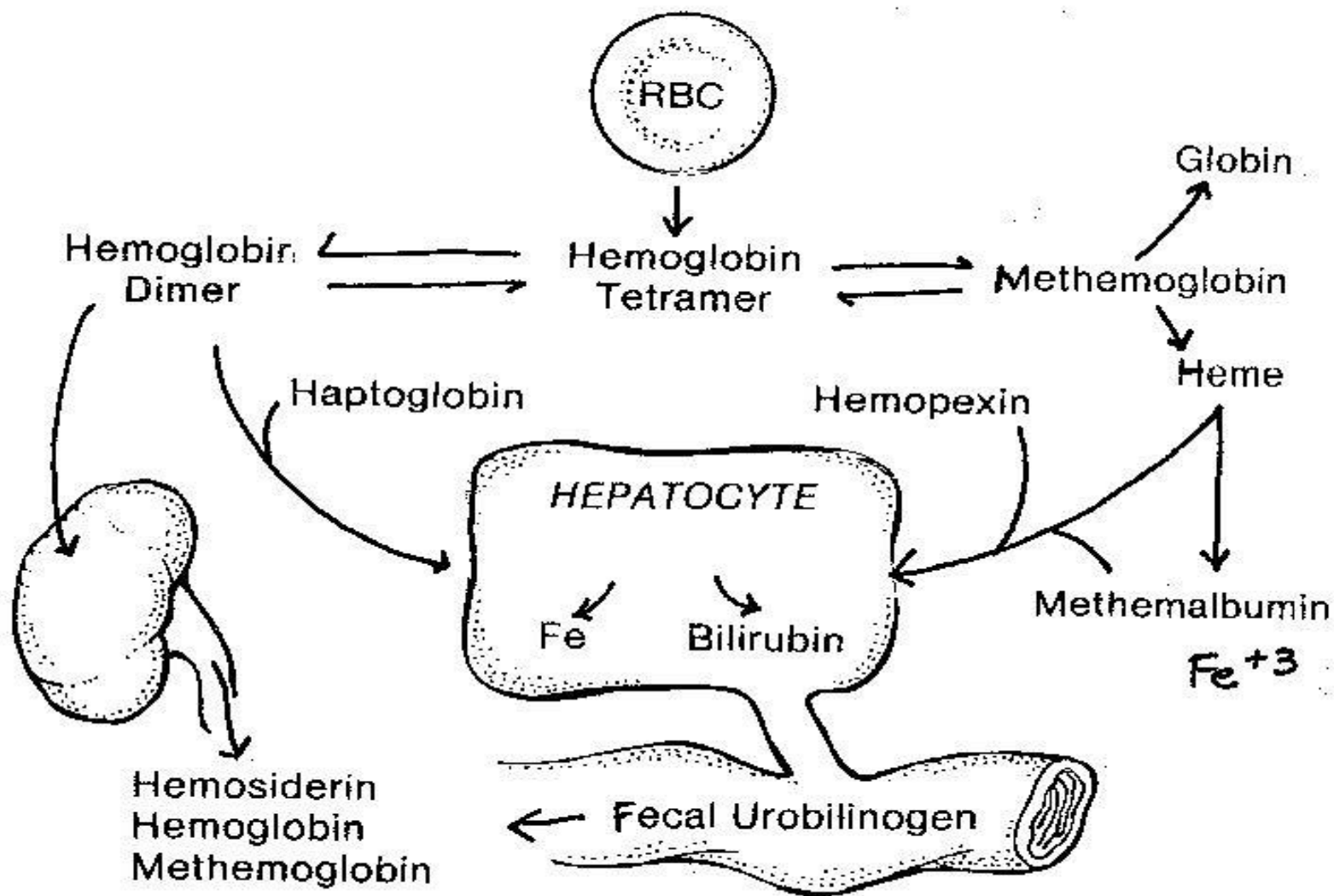
Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 15.27



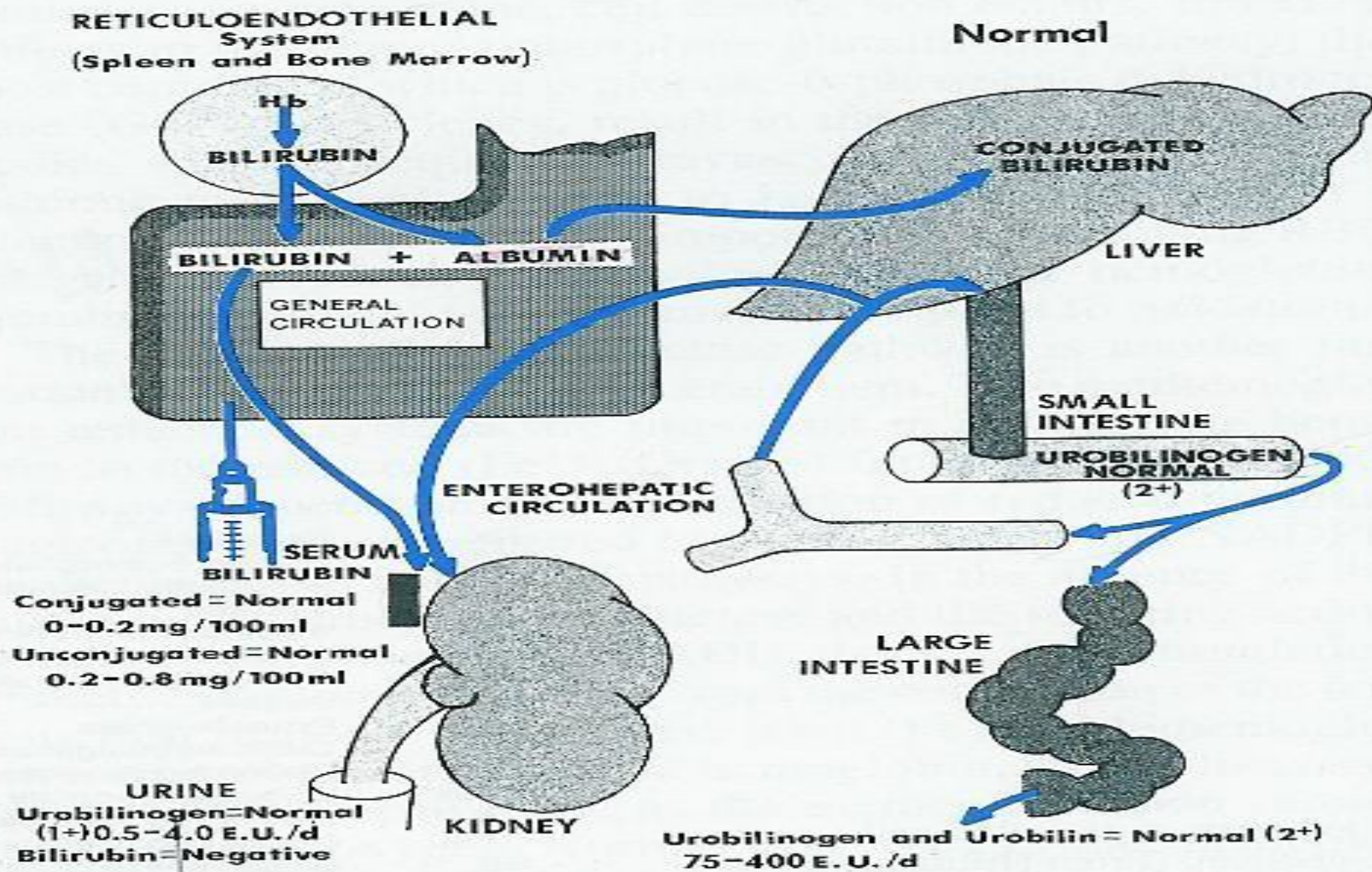
Saunders College Publishing

- **Safra Renkli Maddeler:**
- Kırmızı kan hücreleri (eritrositler) kemikiliğinden çıktıktan sonra 110-120 gün sonra karaciğer (Kupffer hücreleri), dalak ve kemik iliğindeki makrofajlar tarafından fagosite edilirler.
- Hemoglobin derhal hücrelerden salınır.
- Bu yıkım sırasında globin hemoglobinden hidroliz yoluyla ayrılır ve amino asitlerine parçalanır.

- Bundan sonraki birkaç saat ya da gün içinde makrofajlar demiri hemoglobinden ayırır.
- Demir kanda transferrinle taşınarak ya yeni eritrosit yapımı için kemik iliğine ya da ferritin olarak depo edilmek üzere karaciğer ve öteki dokulara götürülür.
- Geriye kalan hemin yıkımı okside edici sistemde devam eder.
- Hem, hem oksijenaz ile oksidasyona uğrayarak bir safra pigmentini olan biliverdine; biliverdin de biliverdin redüktaz ile bilirubine dönüşür.



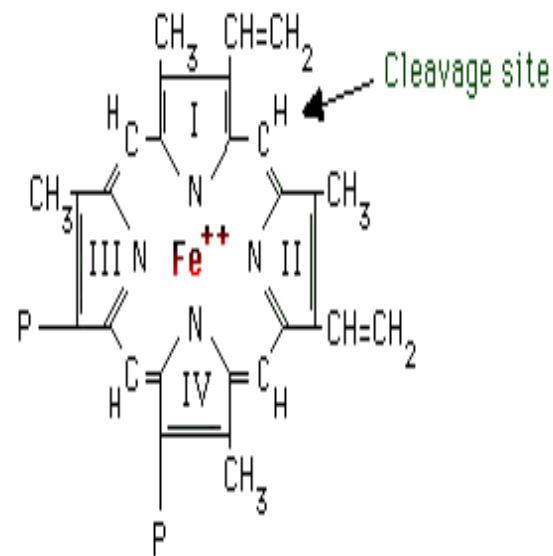
Intravascular hemolysis. (From Hillman, RF, and Finch, CA: Red Cell Manual, ed 7. FA Davis, Philadelphia, 1996, p 23, with permission.)



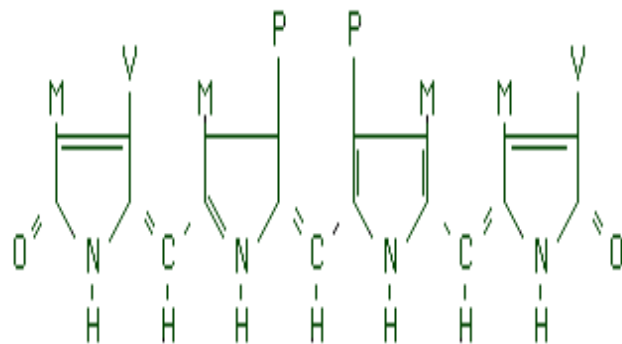
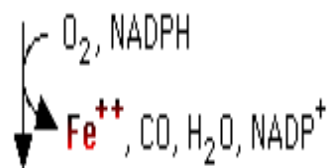
➤ **FIGURE 3-19** Normal extravascular hemolysis. (From Tietz, MW: Textbook of Clinical Chemistry. WB Saunders, Philadelphia, 1986, with permission.)

0.2-1mg

Reaction Catalyzed by Heme Oxygenase

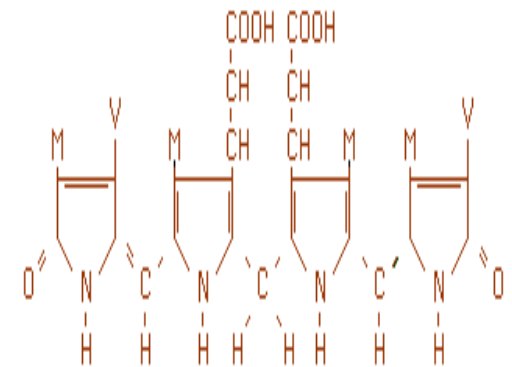


Heme

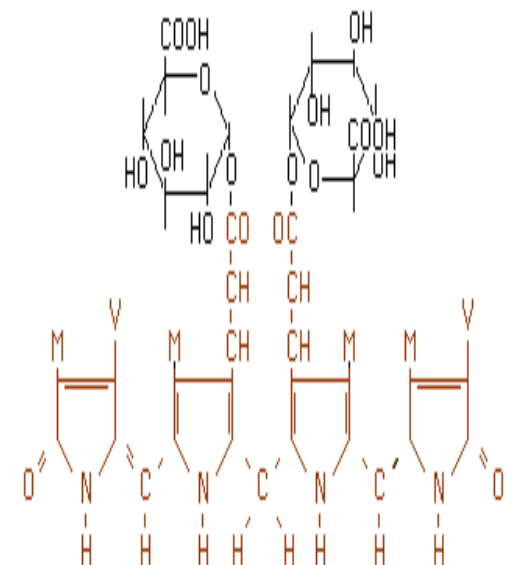
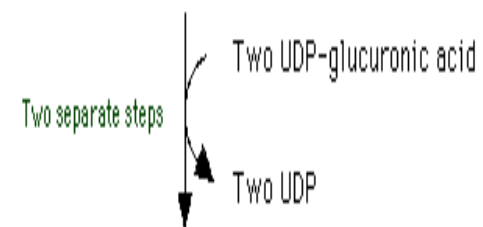


Biliverdin

Conjugation of Bilirubin



Bilirubin

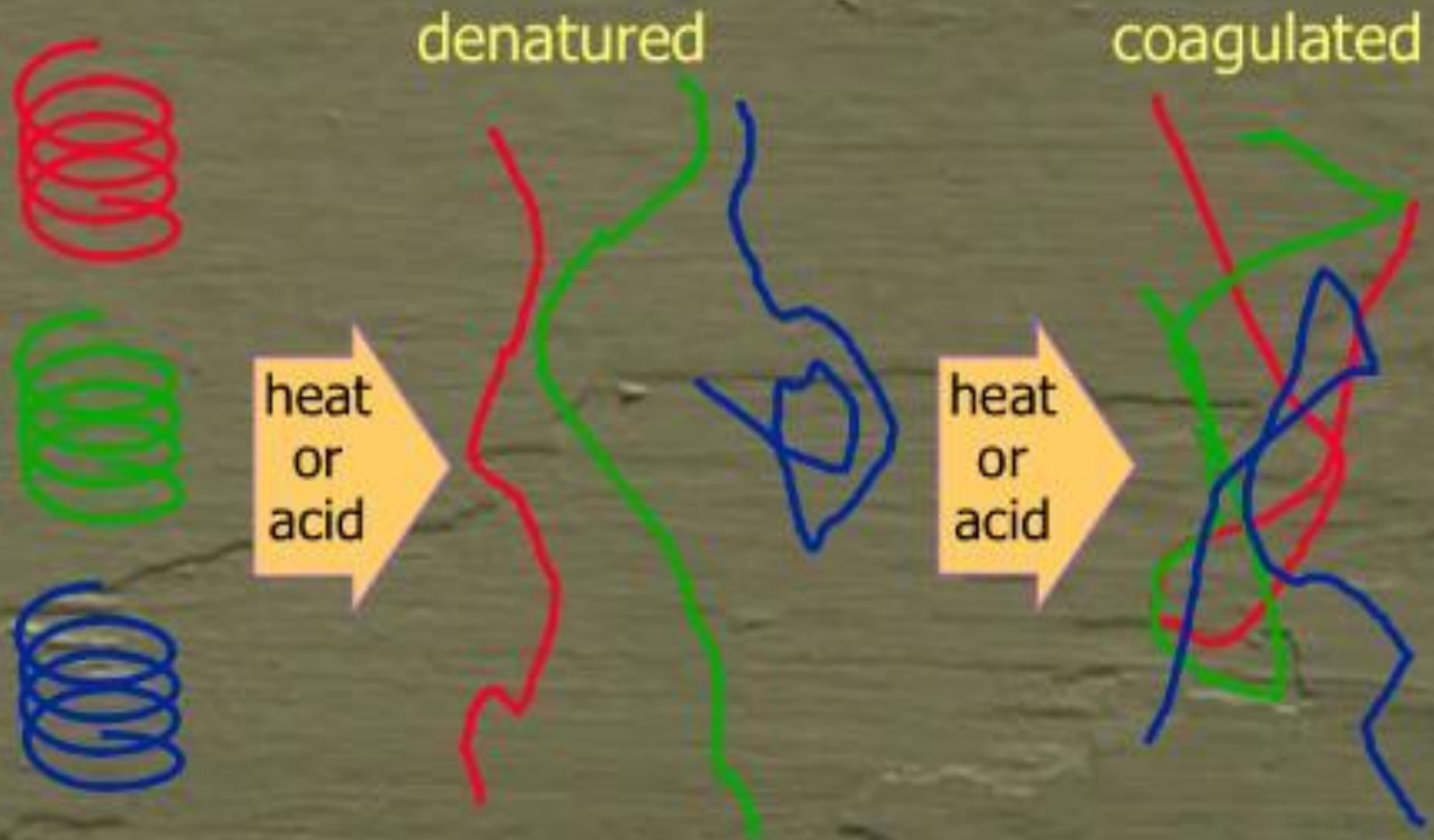


Bilirubin diglucuronide

- **Denatürasyon**
- Bir proteinin çözünür formdan çözünmez forma geçişi denatürasyon olayı ile bağlantılıdır.
- Denatürasyonda proteinin düzenli yapısı (ikincil ve üçüncül yapısı) değişir ya da tümüyle ortadan kalkar.
- Çözünürlük yanında protein kristalize olma yeteneğini ve aktivitesini kaybeder.

- Denature olmuş, proteinler proteolitik enzimler tarafından kolaylıkla parçalanabilirler.
- Denature edici etkenler arasında U.V. ışınları, konsantre üre çözeltisi, ısı gibi etkenler sayılabilir.
- Bazı durumlarda denatürasyon etkeni ortadan kaldırılabilirse protein molekülü tekrar eski formunu ve biyolojik aktivitesini kazanabilir ki bu olaya renatürasyon adı verilir.

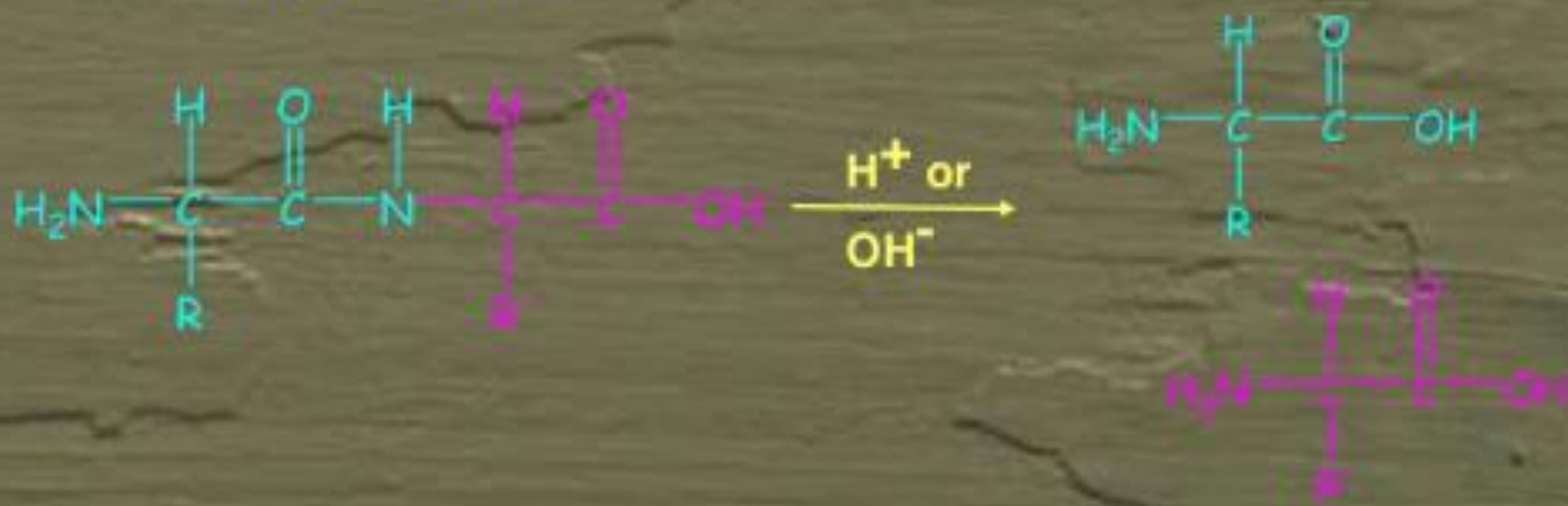
Denaturing of a protein



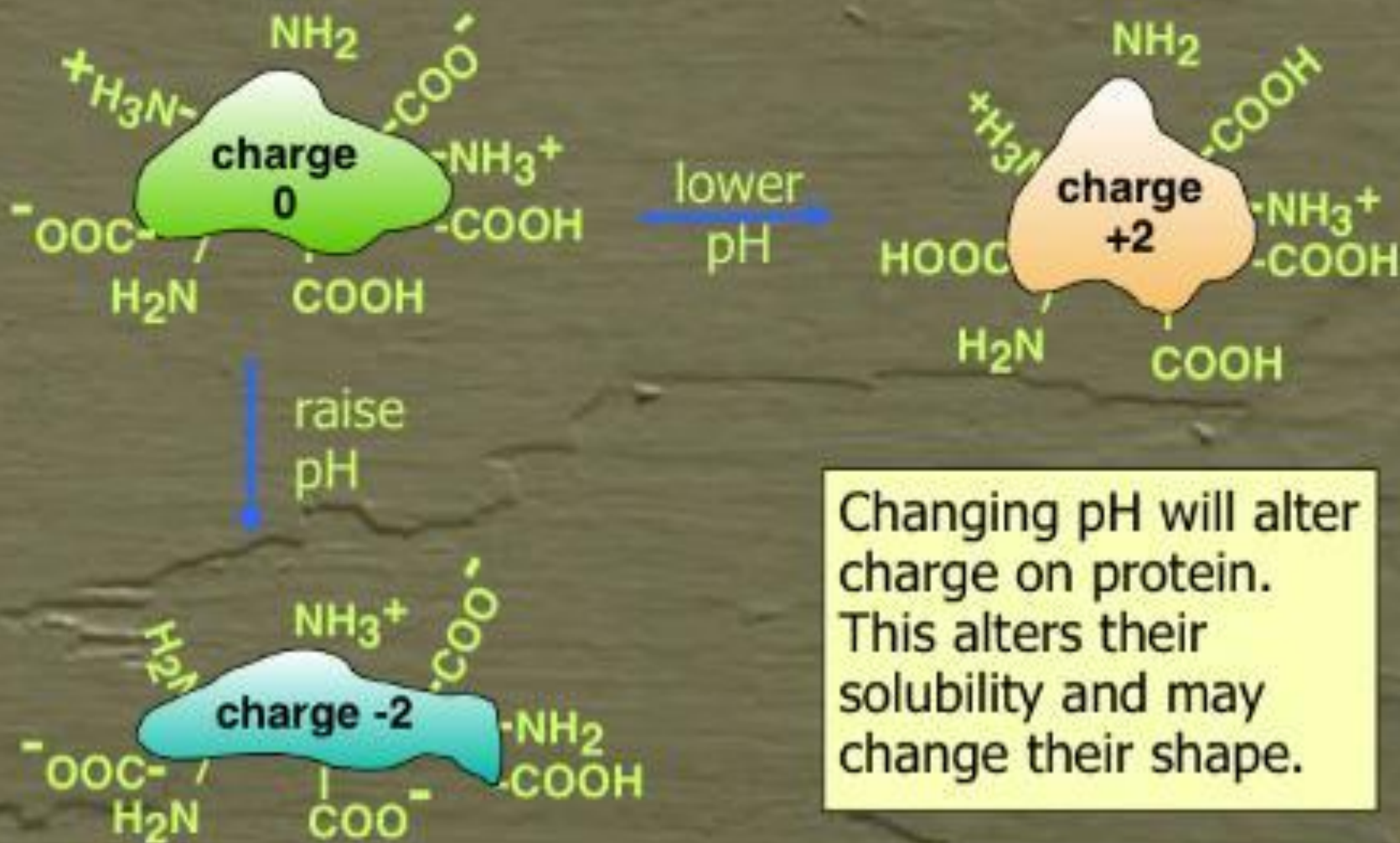
Hydrolysis

Will result in a protein being reduced to simpler peptides and amino acids.

Amount of hydrolysis depends on pH, time and temperature.



Effect of pH on proteins



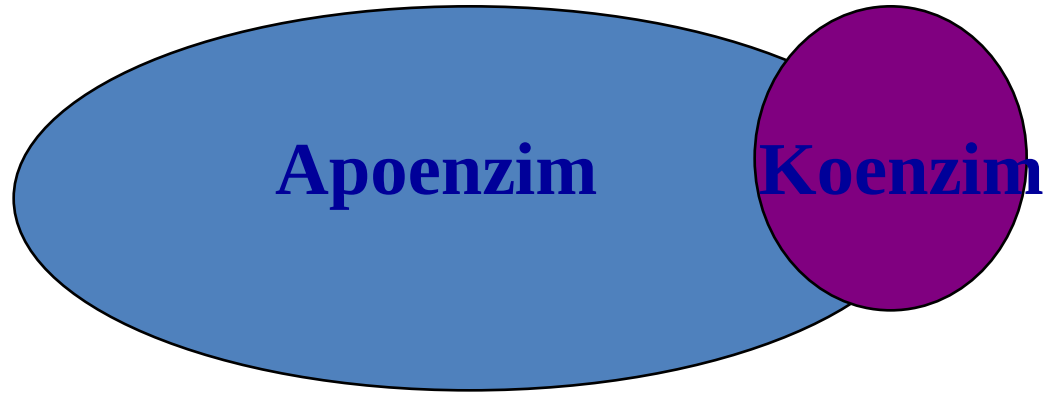
ENZİMLER

GİRİŞ VE TANIM

- İlk enzim çalışmaları sindirime ilişkin enzimlerin araştırılmaya başlandığı 1760-1825 yılları arasındadır.
- Enzimler biyolojik sistemlerde oluşan tepkimelerde etkili olan biyolojik katalizörler olarak tanımlanmaktadır. Termodinamik yönden oluşabilen bir tepkimenin hızını katalizörler, tepkimenin denge sabitini değiştirmeden 10^{11} kat veya daha fazla arttırmaktadır.

- **Kofaktörler:** Bazı enzimler, enzimatik reaksiyon için gerekli olan bir non protein faktörle birleşir. Bu faktörler arasında metal iyonlar (Zn^{+2} , Fe^{+2}) ve **koenzim** olarak bilinen, genellikle vitamin türevi olan (NAD^+ , FAD , CoA) organik moleküller yer alır.
- **Holoenzim**, kofaktörü ile birlikte enzimi ifade eder.
- **Apoenzim** holoenzimin protein kısmını ifade eder.





Holoenzim

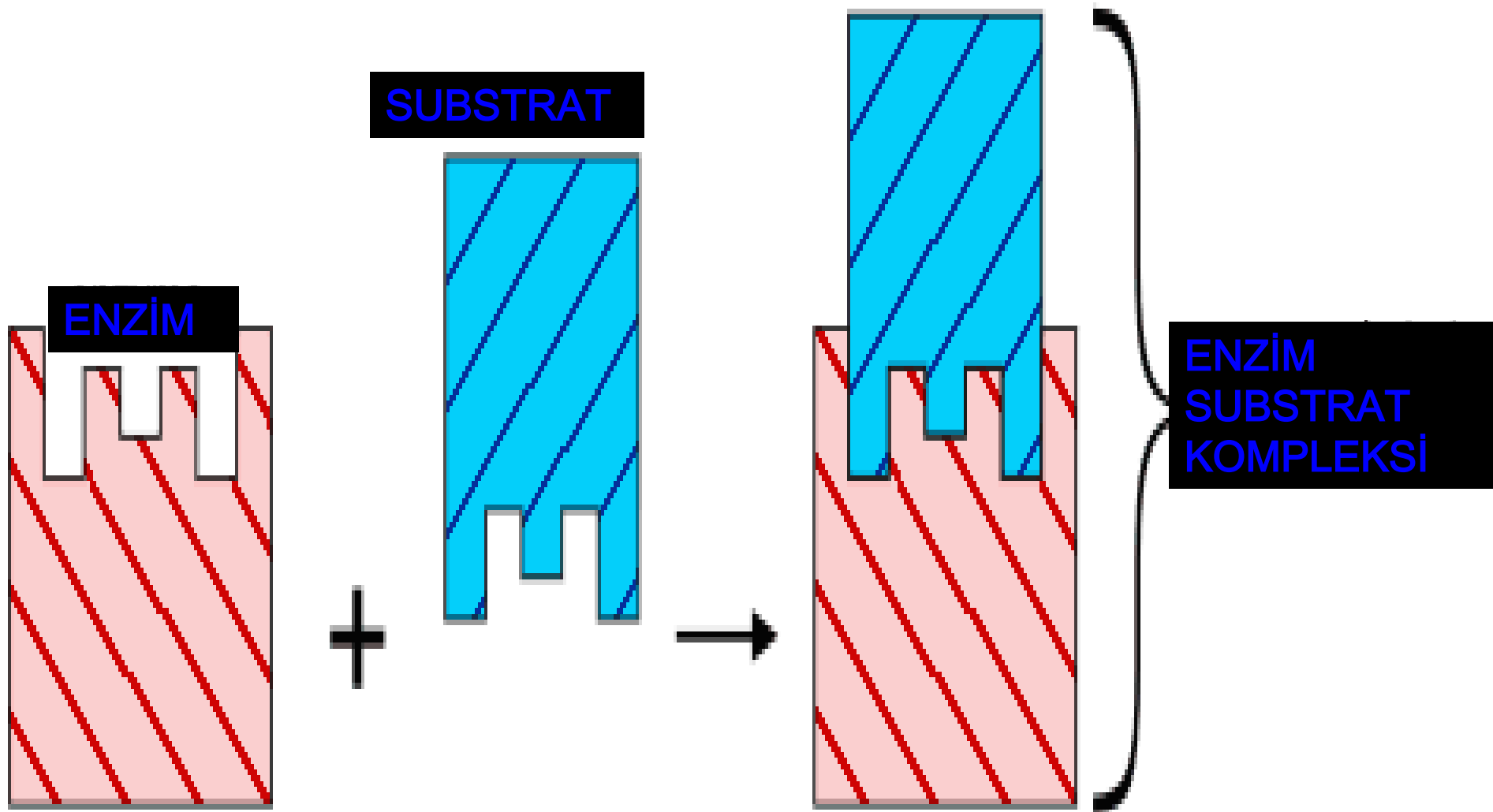
Kofaktör, ya Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} gibi bir veya daha fazla inorganik iyon ya da koenzim deneni kompleks bir moleküldür

Enzyme Cofactors: Some Metal Ions and Coenzymes and the Enzymes with Which They Are Associated

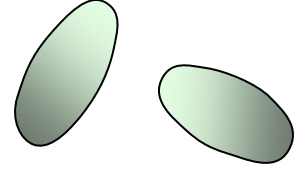
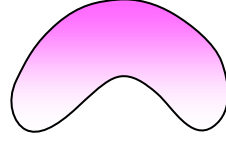
Metal Ions and Some Enzymes That Require Them		Coenzymes Serving as Transient Carriers of Specific Atoms or Functional Groups		Representative Enzymes Using Coenzymes
Metal Ion	Enzyme	Coenzyme	Entity Transferred	
Fe ²⁺ or Fe ³⁺	Cytochrome oxidase	Thiamine pyrophosphate (TPP)	Aldehydes	Pyruvate dehydrogenase
	Catalase	Flavin adenine dinucleotide (FAD)	Hydrogen atoms	Succinate dehydrogenase
	Peroxidase	Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD)	Hydride ion (H ⁻)	Alcohol dehydrogenase
Cu ²⁺	Cytochrome oxidase			
Zn ²⁺	DNA polymerase	Coenzyme A (CoA)	Acyl groups	Acetyl-CoA carboxylase
	Carbonic anhydrase	Pyridoxal phosphate (PLP)	Amino groups	Aspartate aminotransferase
	Alcohol dehydrogenase	5'-Deoxyadenosylcobalamin (vitamin B ₁₂)	H atoms and alkyl groups	Methylmalonyl-CoA mutase
Mg ²⁺	Hexokinase			
	Glucose-6-phosphatase	Biotin (biocytin)	CO ₂	Propionyl-CoA carboxylase
Mn ²⁺	Arginase	Tetrahydrofolate (THF)	Other one-carbon groups	Thymidylate synthase
K ⁺	Pyruvate kinase (also requires Mg ²⁺)			
Ni ²⁺	Urease			
Mo	Nitrate reductase			
Se	Glutathione peroxidase			

- **Holoenzim= Apoenzim +Koenzim**
- Enzimin inaktif şekline **zimojen (proenzim)**, zimojeni aktifleştiren maddeye de **kinaz** adı verilir.Birden fazla şekilde bulunan enzimlere **izoenzim** denir.
- **Prostetik grup** enzimden ayrılamayan sıkıca bağlı bir koenzimdir.(Ör:Karboksilazların biyotini)
- Bir reaksiyonu hızlandıran fakat kendisi reaksiyondan değişmeksizin çıkan maddeye **“KATALİZÖR”** denir.Enzimlerle reaksiyon veren maddelere **“SUBSTRAT”** denir.

Enzim-Substrat

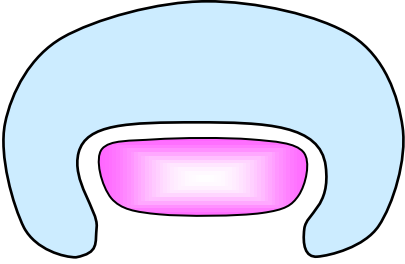


Substrat

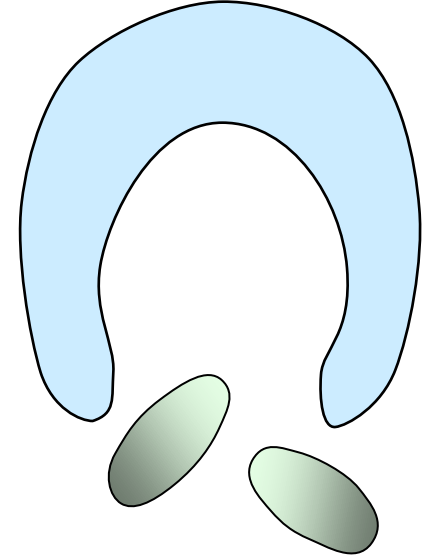
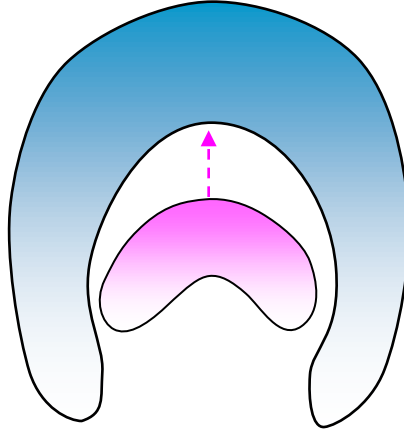
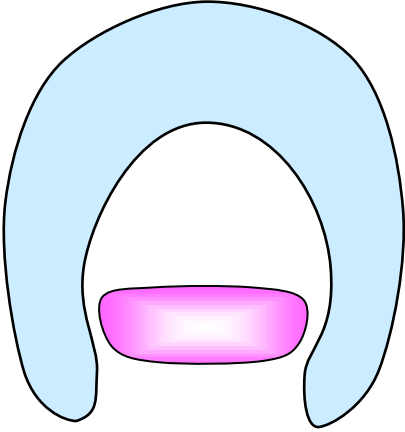


Değişken durum

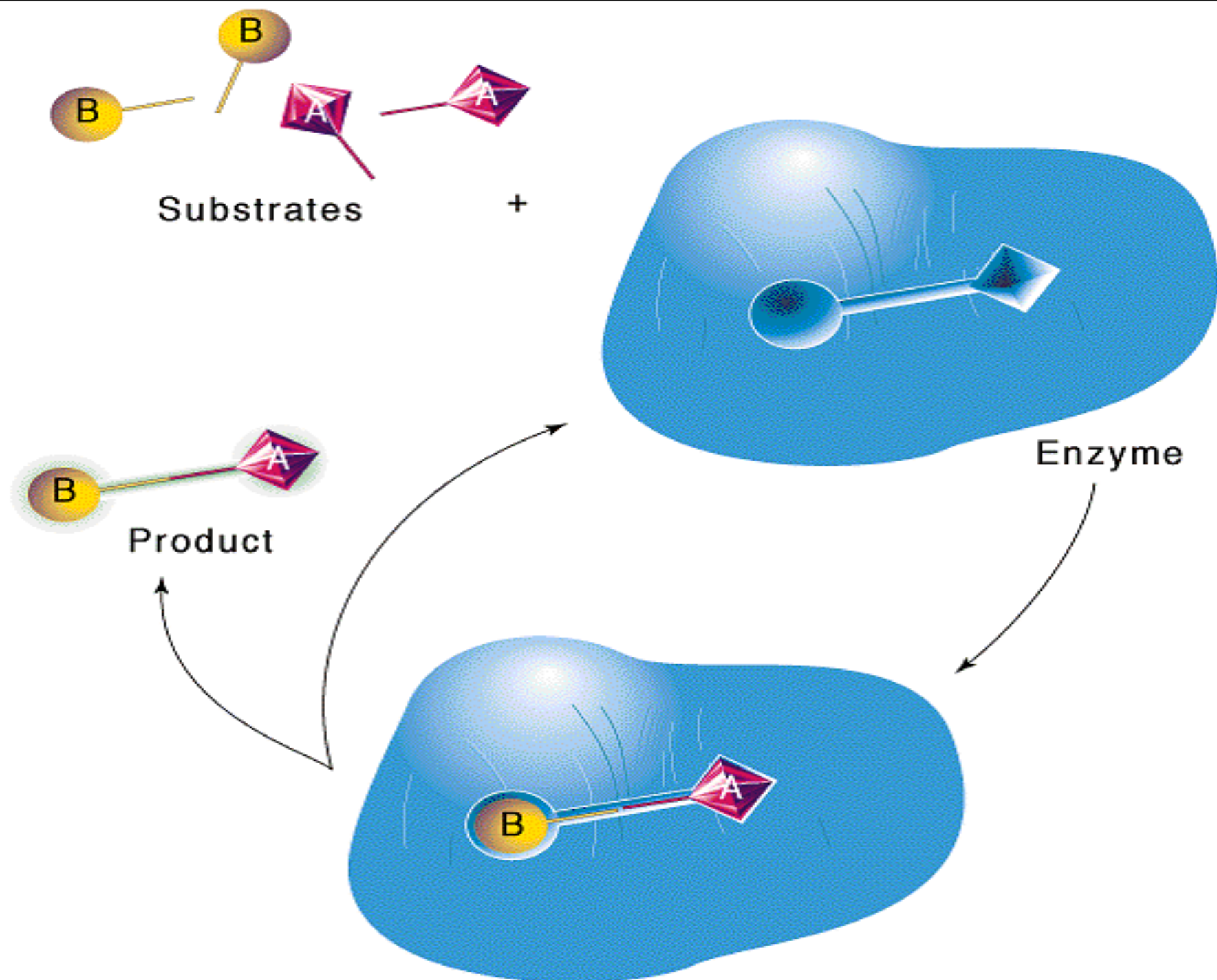
Ürün

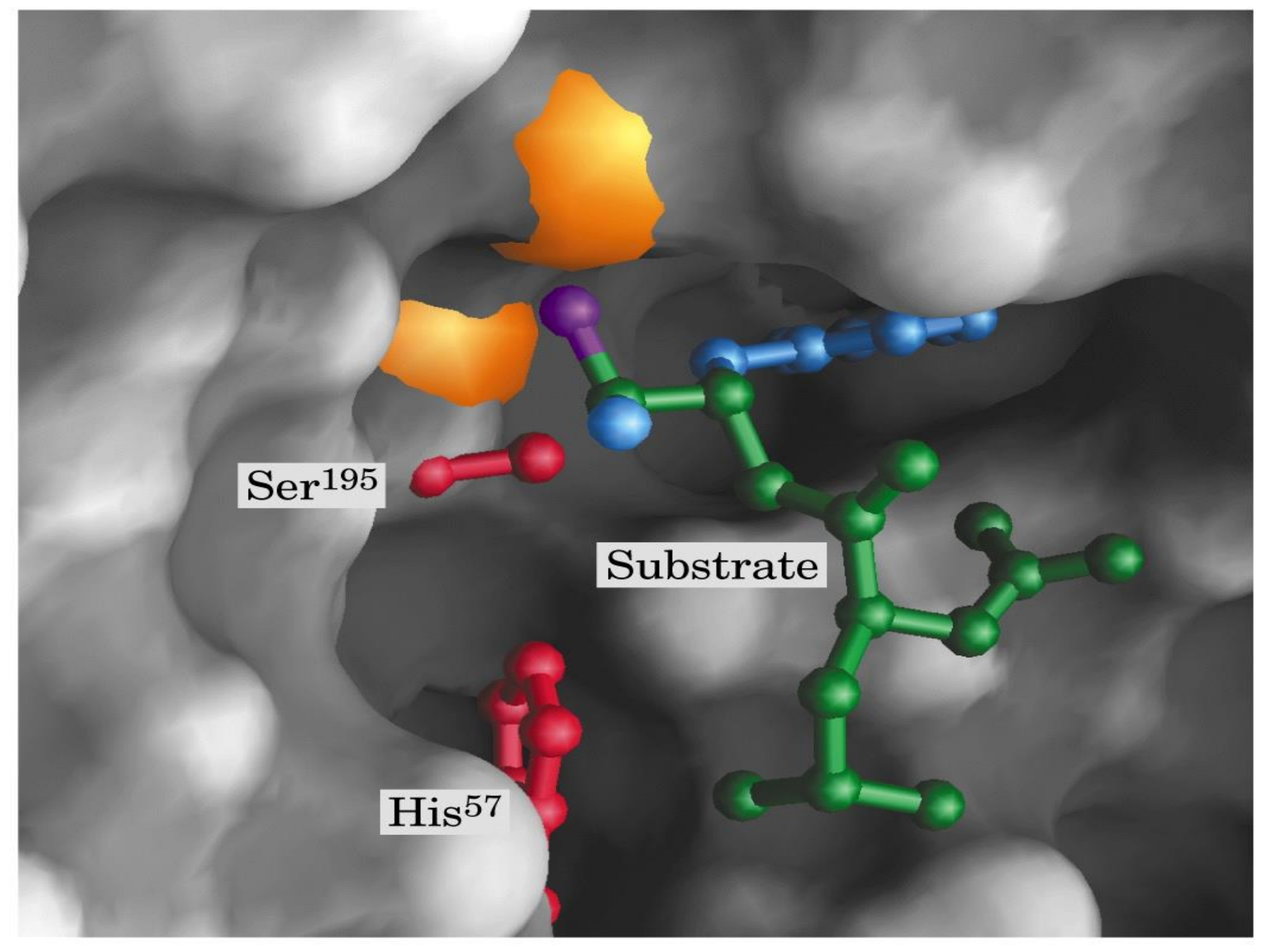


Enzim substrata bağlanırsa
Reaksiyon daha ileri gitmez..



Enzim hem substratı seçer hem de
değişken durumun oluşumunu teşvik eder.





This figure illustrates the molecular docking of a substrate within an enzyme's active site. The enzyme's surface is depicted as a gray, semi-transparent mesh. The substrate is a green stick model, oriented diagonally from the bottom left towards the top right. A blue stick model, likely representing a water molecule, is positioned near the substrate. Two orange, semi-transparent surfaces are located near the top of the active site. A red stick model, representing a serine residue, is labeled 'Ser¹⁹⁵'. Another red stick model, representing a histidine residue, is labeled 'His⁵⁷'.

Ser¹⁹⁵

Substrate

His⁵⁷

ENZİMLERİN ÖZELLİKLERİ

- Enzimler, protein tabiatındadırlar.
- Hücre içinde ve dışında bulunurlar.
- Biyolojik maddeleri katalizlerler.
- Enerji açığa çıkaran maddelerdir.
- Üzerinde aktif merkez ile bağlanma yeri vardır.
- Kinetik olarak çalışırlar.
- Enzimler spesifiktir.

ENZİMLERİN ADLANDIRILMASI

- International Union of Biochemistry (IUB)'nın “Nomenclature Committee” tarafından tavsiye edilen sınıflandırma şöyledir;(1984)
- Enzim sınıflandırma ve isimlendirilmesinde iki yol izlenir;
1-Sistemik Yol
2-Çalışma veya trivial yoldur.
- Sistemik yol, enzimin muhtemel fonksiyonu aynı olacak şekilde isimlendirilmesidir.Enzim katalitik olarak tanımlanır.
- Trivial yol, kısa ve genel kullanımdan sıkça bahsedilen enzimlerin sistematikte yer almayan şekli verilir.

A-) Geleneksel Adlandırma:

- Enzimler etkili oldukları substratın sonuna **-az** eki getirilerek (ÜREAZ, AMİLAZ, ARJİNAZ, PROTEAZ, LİPAZ) veya katalizledikleri tepkimeyi tanımlayan (Laktat Dehidrogenaz, Adenilat Siklaz) isimleri kullanılarak adlandırılmıştır.

B-) Sistemik Adlandırma:

- **Uluslar arası biyokimya ve moleküler biyoloji birliğinin (IUBMB) göre; enzim adlandırmaları, enzimin etkilediği tepkimenin türüne ve mekanizmasına göre yapılmaktadır. Tepkimeler ve bu tepkimeleri katalize eden enzimler 6 ana gruba ayrılmıştır. Bu 6 grubun 4-13 arasında değişen alt sınıfları bulunmaktadır. Her enzime 4 sayı ile belirlenen bir kod numarası verilmiştir.**

ENZİMLERİN SINIFLANDIRILMASI

- 1-) Oksidoredüktazlar
- 2-) Transferazlar
- 3-) Hidrolazlar
- 4-) Liyazlar
- 5-) İzomerazlar
- 6-) Ligazlar



OTH**A**LİL

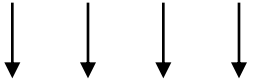
❖ **NOT:** Sınıflandırmada baş harflerini birleştirirsek “OTH**A**LİL” elde ederiz böylelikle enzimlerin sırasını karıştırmamış oluruz.

İSİMLENDİRME VE NUMARALANDIRMA

- 1961 yılında enzim komisyonu, kod numaralı sistemi geliştirdi. 4 element bazı farklarla ayrılarak işlem yapıldı.
- **A-)** Birinci numara altı ana bölümden birisini simgeler.
- **B-)** İkinci numara subklası gösterir.
- **C-)** Üçüncü numara subclassı ifade eder.
- **D-)** Dördüncü numara ise subclasstaki enzimin seri numarasını gösterir.

- Örnek verecek olursak;

- 1.1.1.1



- a b c d

- a: Ana sınıf

- b: Subklas

- c: Subsubklas

- d: Subsubklas seri no

- Tepkimenin tipini **birinci sayı**, vericinin etkilediği grubu **ikinci sayı**, alıcı olarak yararlanan grubu **üçüncü sayı** ve adlandırılan enzimi **dördüncü sayı** belirlemektedir.

Örnek : EC(Enzim komisyonu).2.7.1.1

- **2** Transferaz türü tepkimeyi
- **7** → Fosfat transferini
- **1** → Fosfat alıcısının bir alkol olduğunu gösterir,
- **1** → ATP molekülünden glikozun altıncı karbonundaki hidroksil grubuna fosfat transferi yapan enzimi, ATP-D-Heksozaltıfosfotransferazı (heksokinaz) tanımlamaktadır.

Class	Example (reaction type)	Reaction Catalyzed
1. Oxidoreductases	Alcohol dehydrogenase (EC 1.1.1.1) (oxidation with NAD^+)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{NAD}^+} \text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{H} + \text{NADH} + \text{H}^+$ Ethanol Acetaldehyde
2. Transferases	Hexokinase (EC 2.7.1.2) (phosphorylation)	$\text{D-Glucose} + \text{ATP} \rightarrow \text{D-Glucose-6-phosphate} + \text{ADP}$ D-Glucose D-Glucose-6-phosphate
3. Hydrolases	Carboxypeptidase A (EC 3.4.17.1) (peptide bond cleavage)	$\text{C-terminus of polypeptide} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Shortened polypeptide} + \text{C-terminal residue}$ C-terminus of polypeptide Shortened polypeptide C-terminal residue
4. Lyases	Pyruvate decarboxylase (EC 4.1.1.1) (decarboxylation)	$\text{Pyruvate} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Acetaldehyde} + \text{CO}_2$ Pyruvate Acetaldehyde
5. Isomerases	Maleate isomerase (EC 5.2.1.1) (<i>cis-trans</i> isomerization)	$\text{Maleate} \rightleftharpoons \text{Fumarate}$ Maleate Fumarate
6. Ligases	Pyruvate carboxylase (EC 6.4.1.1) (carboxylation)	$\text{Pyruvate} + \text{CO}_2 + \text{ATP} \rightarrow \text{Oxaloacetate} + \text{ADP} + \text{P}_i$ Pyruvate Oxaloacetate

1-) OKSİDOREDÜKTAZLAR:

(Oxidoreductases)

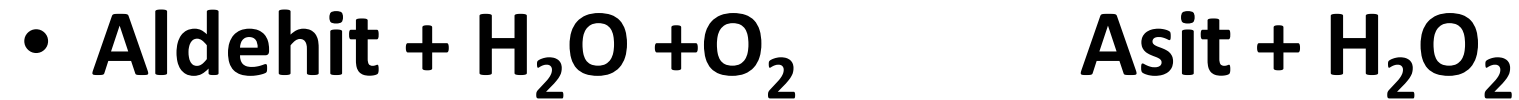
- Bu sınıftaki enzimler **oksido- redüksiyon** reaksiyonlarını katalizlerler.
- $$\text{R-CH}_2\text{OH} + \text{NAD}^+ \longrightarrow \text{R-CHO} + \text{NADH} + \text{H}^+$$

(Primer Alkol) (Aldehid)
- Enzim :EC.1.1.1.1, Alkol NAD⁺ oksidoredüktaz

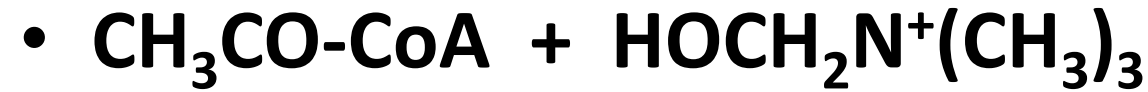
1.a-) DEHİDROJENAZLAR: (Redüktazlar)

- Uygun bir H^+ alıcısının mevcudiyeti halinde substrattan hidrojeni ayırırlar.

1.b-) OKSİDAZLAR: H^+ alıcısı olarak oksijene sahiptirler. Aldehit oksidaz gibi.

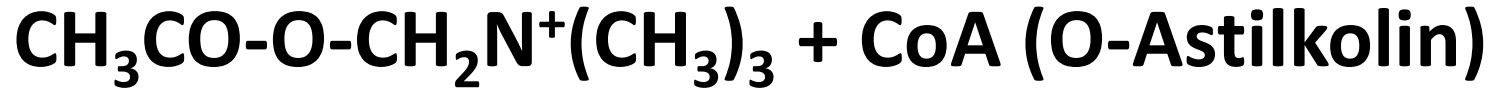


2-) TRANSFERAZLAR: Bu gruptaki enzimler bir fonksiyonel grubu bir molekülden diğerine aktarmaktadırlar.



Asetil CoA

Kolin



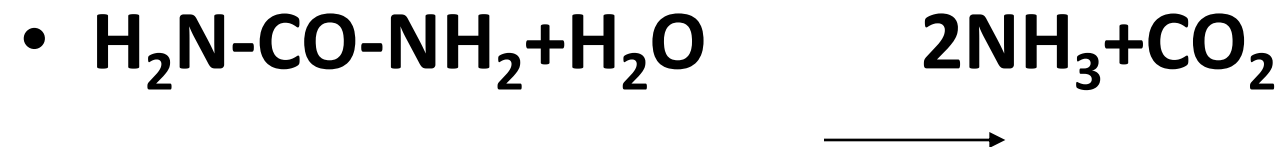
- Enzim.EC.2.3.1.6, Asetil CoA: Kolin-O-asetil transferaz

2.a-) 1C'lu grupları transfer ederler(Metil transferaz)

2.b-) Aldehitten keton transfer ederler (Transketolaz)

2.c-) Diğerleri, Alkil, N, P, S'lü grupları transfer ederler.

3-)HİDROLAZLAR: Bu enzimler, su katılması ile bağların parçalandığı hidroliz tepkimelerini katalizlemektedir.



Enzim.EC. 3.5.1.5, Üreaz

- **3.a-) Basit esterazlar**
- **3.b-) Lipazlar**
- **3.c-) Fosfatazlar**
- **3.d-) Kolinesterazlar**
- **3.e-) Peptid hidrolazlar**
- **3.f-) Nükleazlar**
- **3.g-) Selülaz**
- **3.h-) İnulaz**
- **3.i-) Glikozidaz**
- **3.j-) Üreaz**
- **3.k-) Asparajinaz**
- **3.l-) Arjinaz**

4-) LİYAZLAR: Bu gruptaki enzimler hidrolizden başka mekanizmalarla C-C, C-S ve bazı C-N bağlarının parçalanması tepkimelerinde görev yapmaktadırlar.

- $\text{CH}_3\text{-CO-COO}$ — $\text{CH}_3\text{-CHO} + \text{CO}_2$
(PİRUVAT) (ASETALDEHİT)
- Enzim. EC.4.1.1.1, Piruvat dekarboksilaz

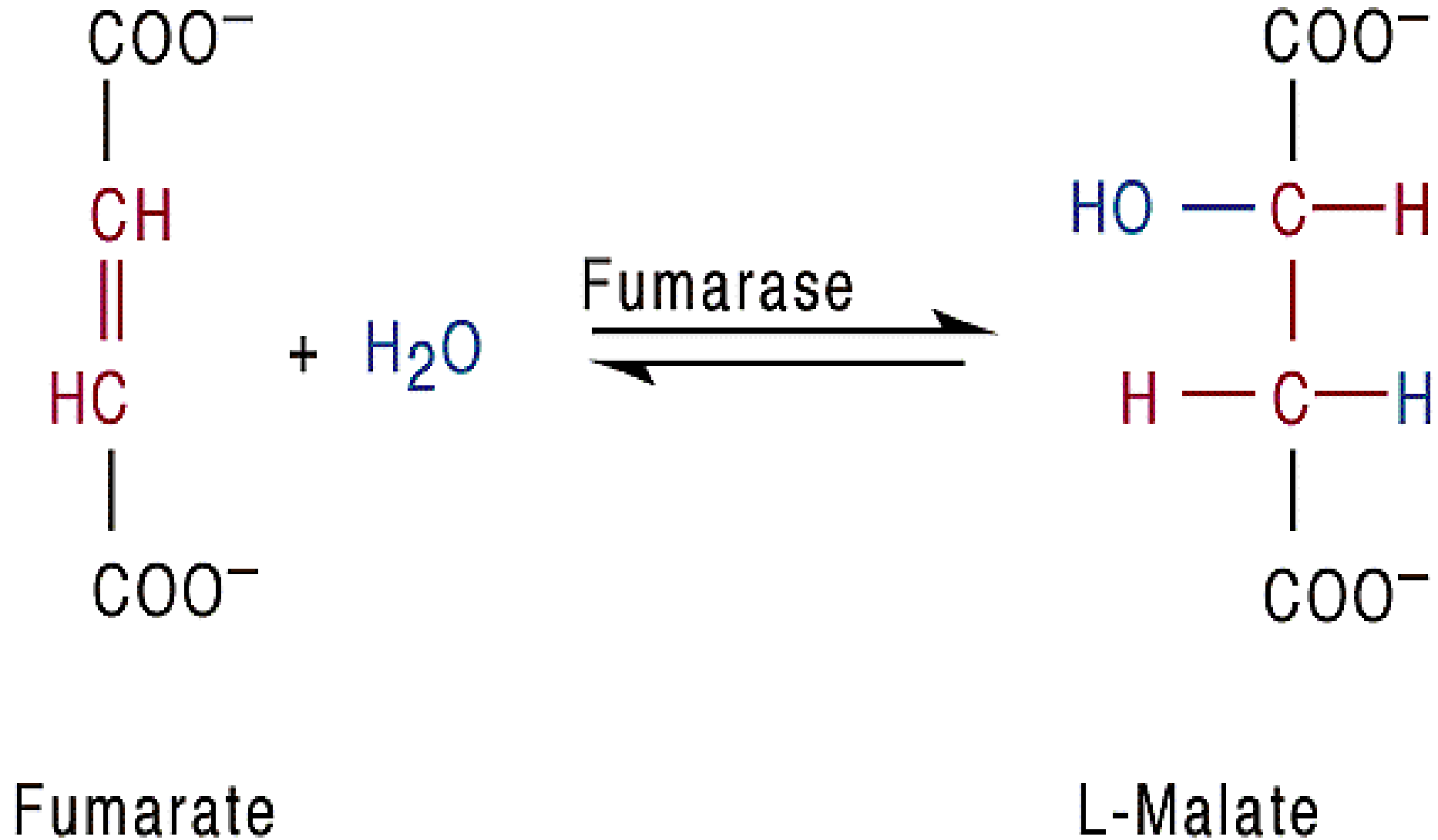
4.a-) Dekarboksilazlar. Okzaloasetat karboksilaz gibi.

4.b-) Karbonik Anhidraz

4.c-) Aspartat amonyak liyaz

4.d-) Sistein desülfhidraz

4: Liyaz - Fumaraz



5-)İZOMERAZLAR: Optik veya geometrik izomerlerin rasemizasyonu tepkimelerini katalize eden enzim grubudur.

- L-Alanin D-Alanin
- Enzim.EC.5.1.1.1, Alanin Rasemaz

5.a-) Rasemazlar ve epimerazlar

5.b-) Cis transizomerazlar

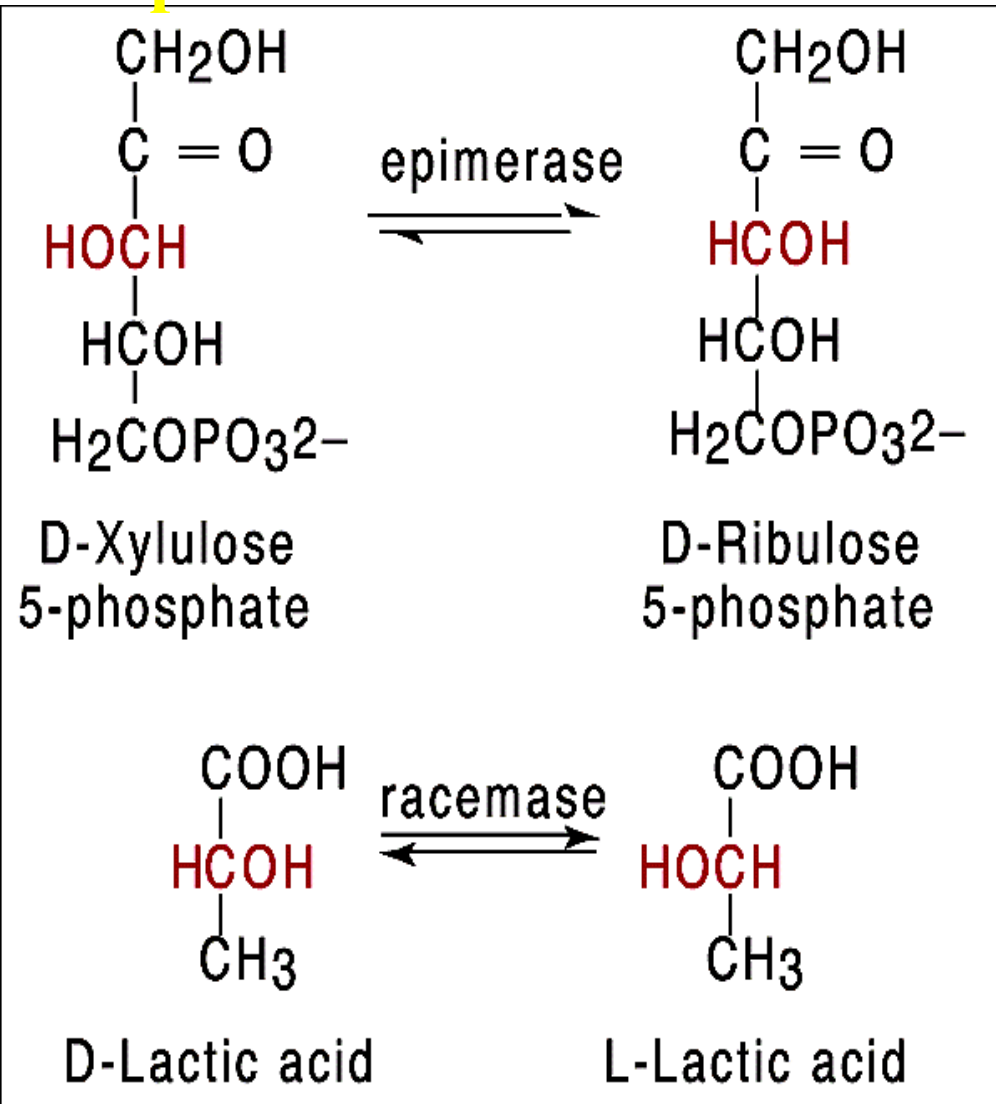
5.c-) İntramoleküler oksidoredüktazlar

5.d-) İntramoleküler transferazlar

5: Isomeraz

Epimeraz ve Rasemaz

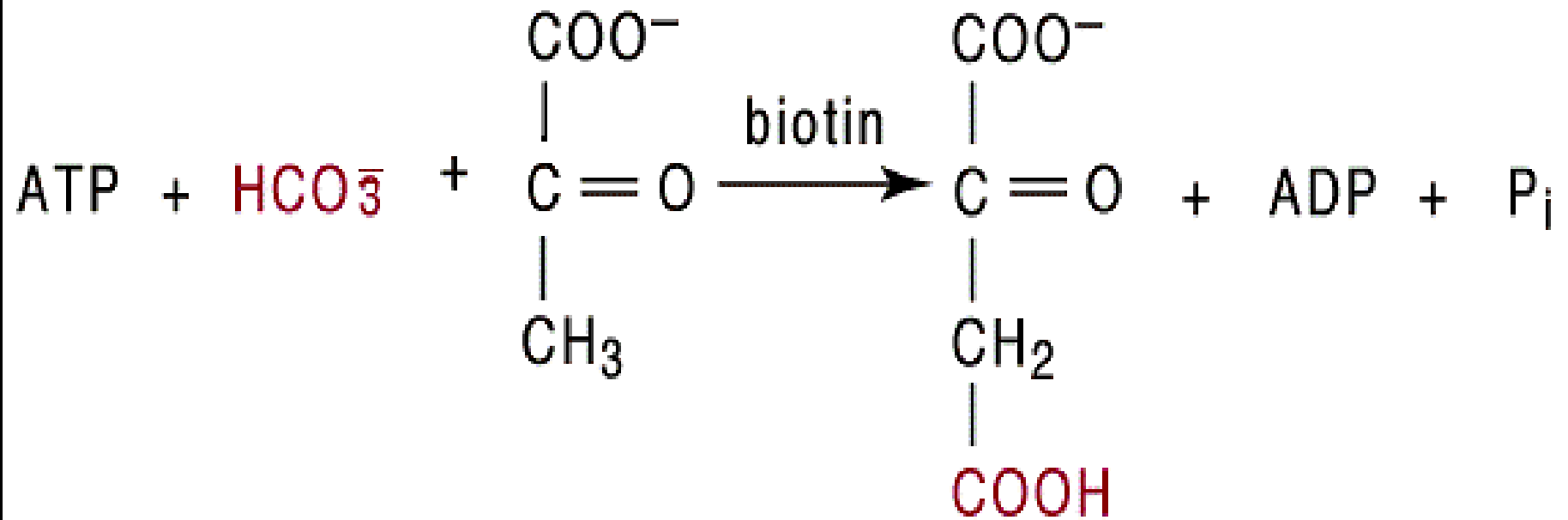
Mutaz



6-)LİGAZLAR: C ve O, S,N arasında yeni bağ oluşumunu katalize eden enzimlerdir.Tepkimelerde gerekli enerji, yüksek enerjili bir fosfat bileşiğinin hidrolizi ile sağlanmaktadır.

- $^-OOC-CH_2CH_2-COO^- + CoA + GTP$ (Süksinat)
- $^-OOC-CH_2CH_2-CO \downarrow -CoA + GDP + Pi$ (Süksinil CoA)

6: Ligaz - Piruvatkarboksilaz



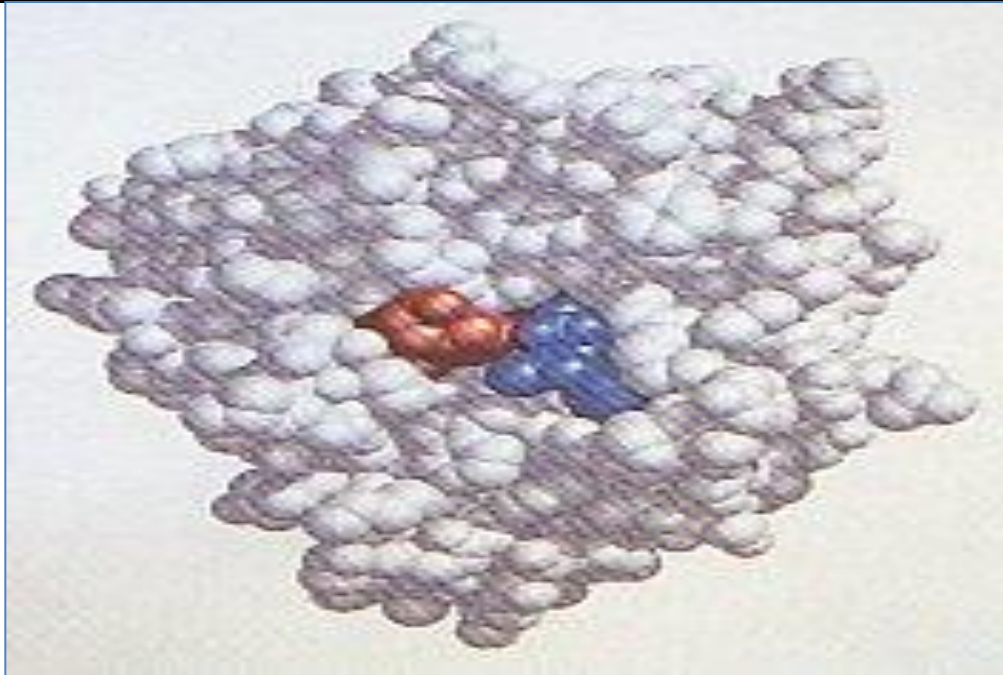
Pyruvate

Oxaloacetate

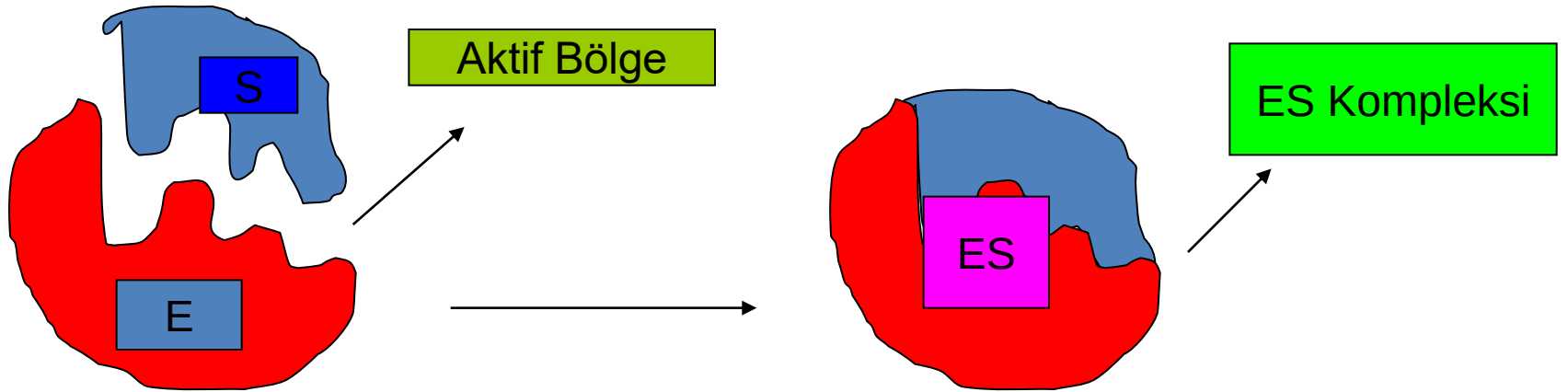
ENZİMLERİN ÖZELLİKLERİ

- A-) Aktif Bölgeler: Enzim moleküllerinde aktif bölge denilen özel bir cep ya da yuva bulunur. Aktif bölge, substrata komplementer olan üç boyutlu bir yüzey yaratan amino asit yan zincirleri içerir.
- Aktif bölge, substratı bağlayarak **ES kompleksi** meydana getirir. ES, sonradan enzim ve ürüne parçalanan **EP'ye dönüşür**. Aktif merkez için E-S bağlanmasını açıklayan iki model öne sürülmektedir.

Enzimle katalizlenen bir reaksiyonun ayırt edici özelliği, enzim üzerinde aktif merkez denen bir cep sınırları içinde meydana gelmesidir.

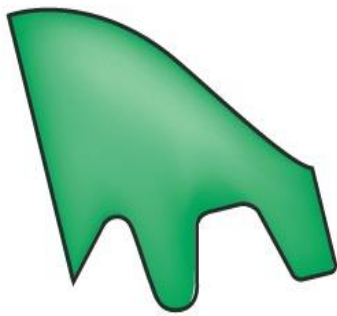


a-) Anahtar-Kilit Modeli(Fischer Modeli): Bu modelde, substrat ve enzimin aktif yerinin birbirine uyacak şekilde önceden belirlenmiş olduğu varsayılmaktadır.



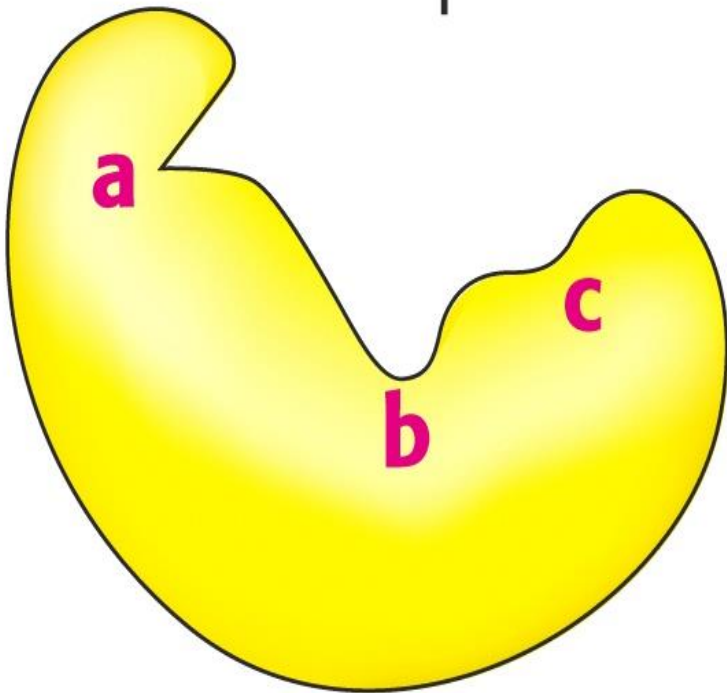
b-) Uyum oluşturma modeli / El eldiven modeli **(Koshland Modeli):**

- Bu modelde **aktif merkez esnek** yapıdadır. Proteinin tersiyer yapısında oluşan bir değişiklik ile enzim, substratını katalize uygun ve en doğru biçimde bağlayacak şekilde biçimsel bir değişikliğe uğramaktadır.

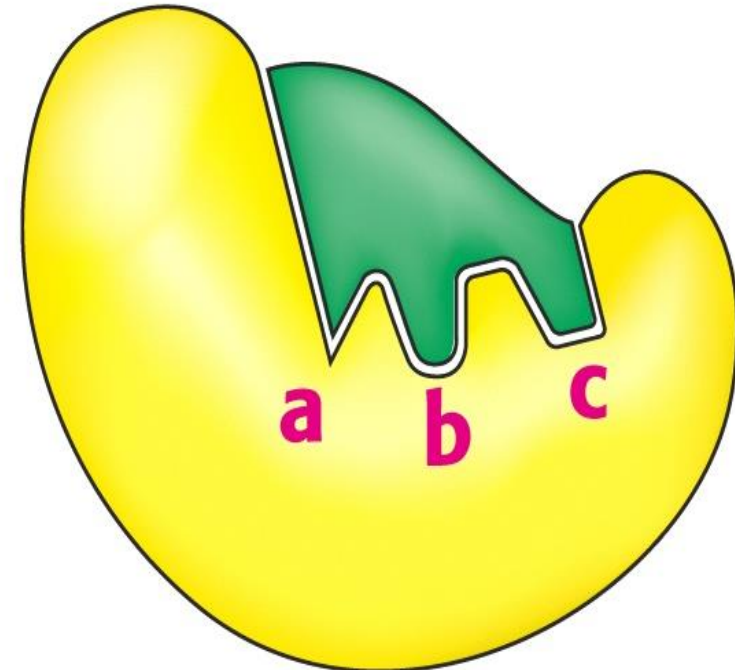


Substrat

+



Enzim



ES Kompleksi

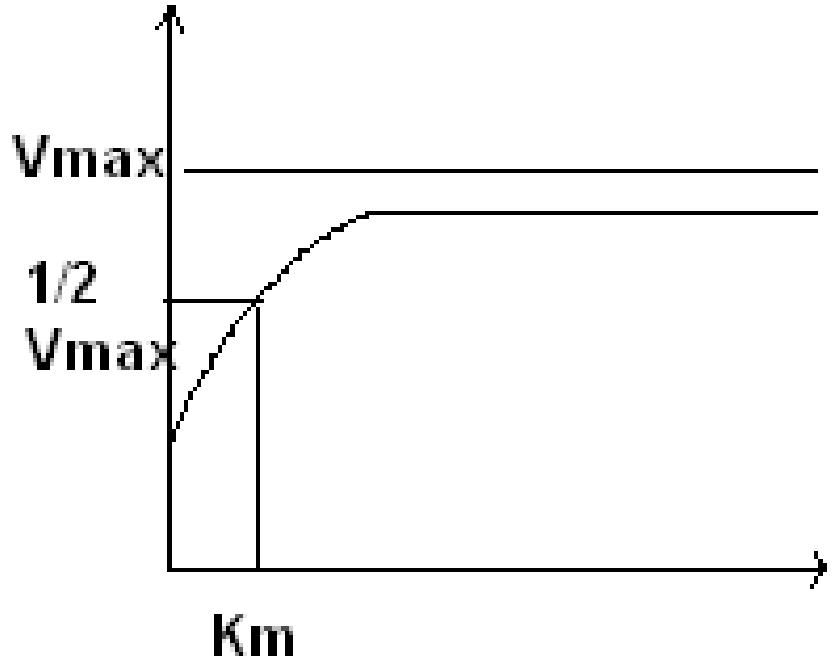
B-) Katalitik Etkinlik: Enzimle katalizlenen reaksiyonların çoğu katalizlenmeyen reaksiyonlara göre 10^{-3} ile 10^8 kere daha hızlı olarak oldukça etkindir. Her enzim molekülü saniyede 100-1000 substrat molekülünü ürüne çevirme yeteneğine sahiptir.

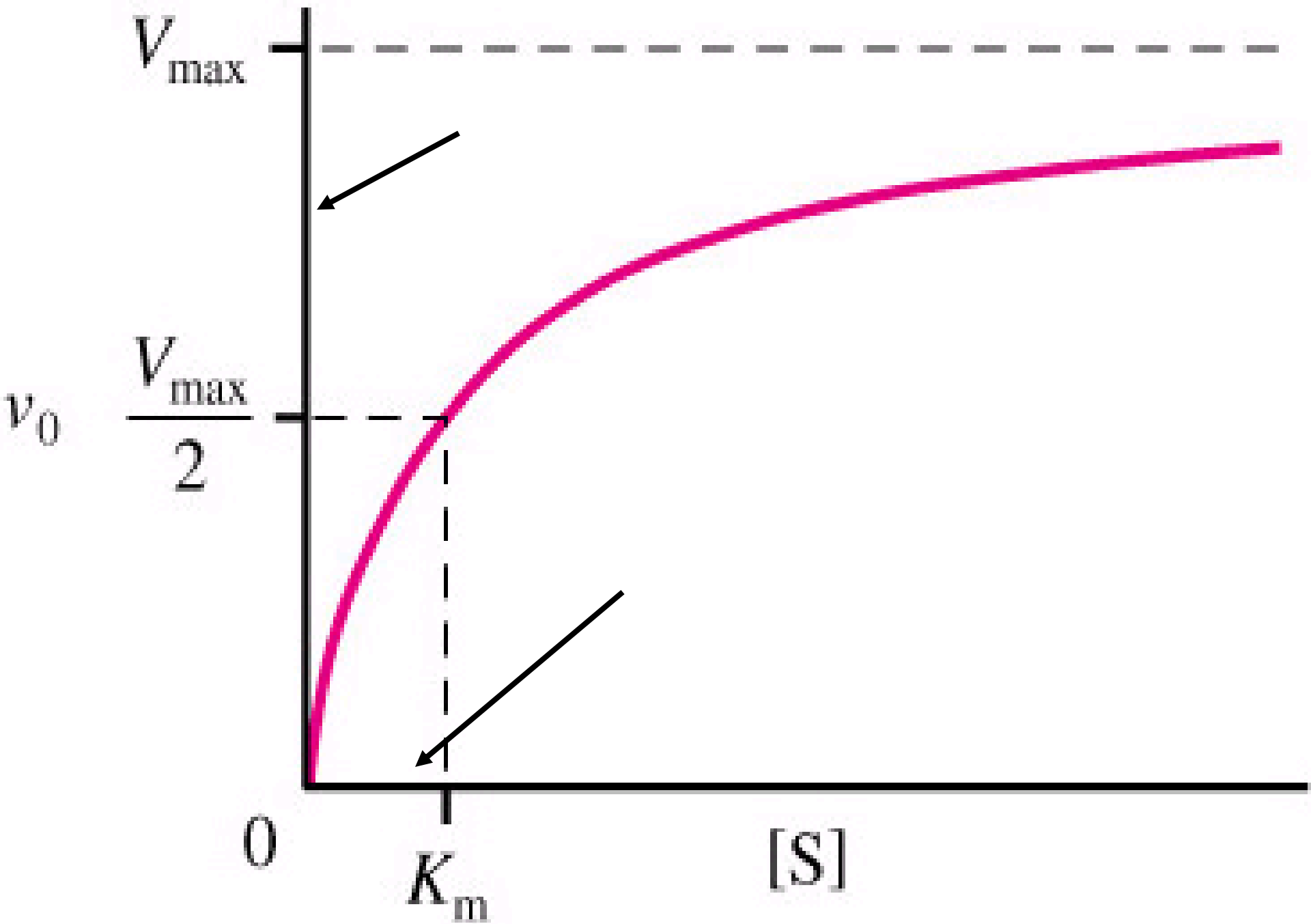
C-) Spesifiklik: Enzimler bir veya birkaç substratla etkileşerek ve sadece tek tip kimyasal reaksiyonu katalizleyerek oldukça spesifiktir.

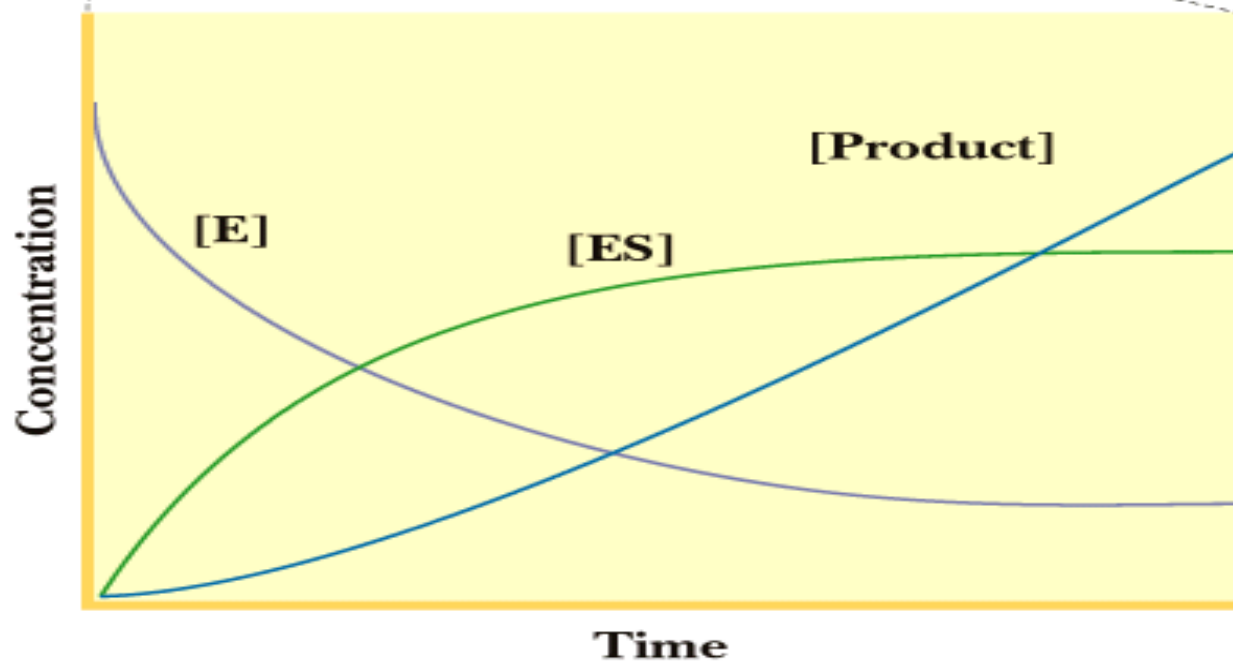
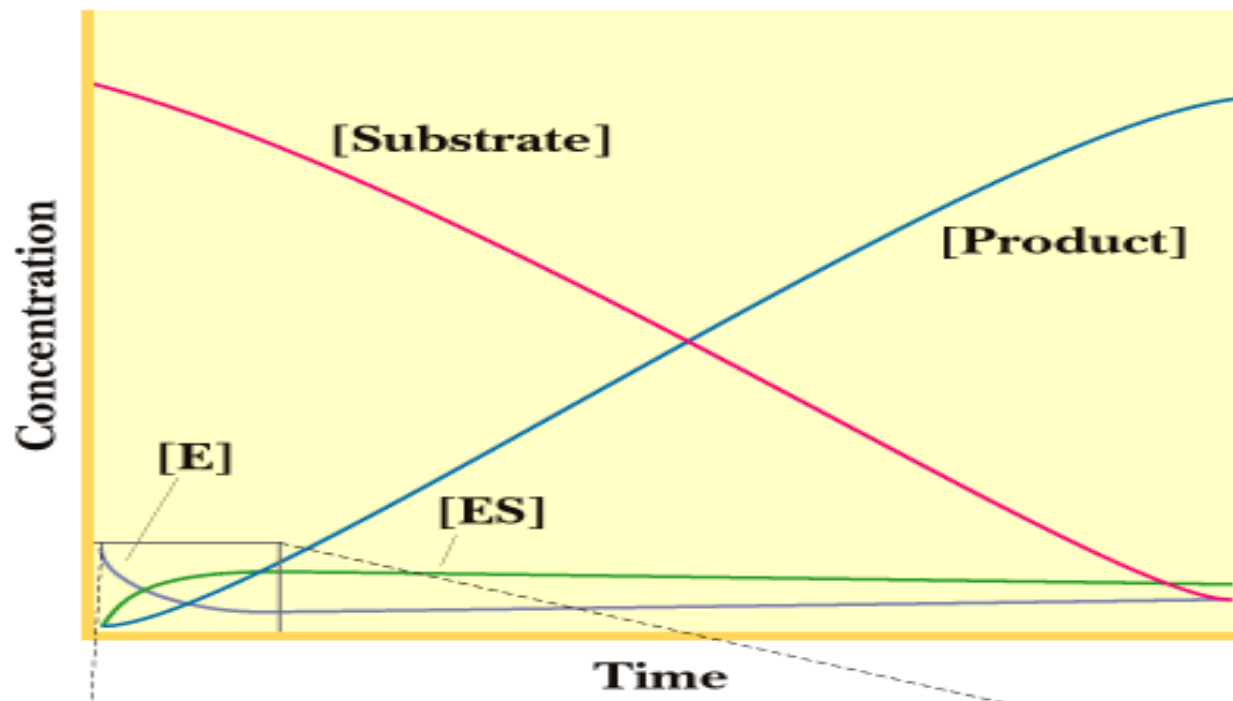
D-) Kofaktörler: Bazı enzimler, enzimatik reaksiyon için gerekli olan bir non protein faktörle birleşir. Bu faktörler arasında metal iyonlar (Zn^{+2} , Fe^{+2}) ve koenzim olarak bilinen, genellikle vitamin türevi olan (NAD^+ , FAD , CoA) organik moleküller yer alır. Holoenzim, kofaktörü ile birlikte enzimi ifade eder. Apoenzim holoenzimin protein kısmını ifade eder. Prostetik grup enzimden ayrılamayan sıkıca bağlı bir koenzimdir. (Ör: Karboksilazların biyotini)

ENZİM KİNETİĞİ

- Enzim kinetiği, enzimlerin katalize ettikleri reaksiyonların hızlarını inceler. Isı yükseldikçe enzim aktivitesi artmaktadır. Ateşli hastalıklarda metabolizma hızlanmaktadır.

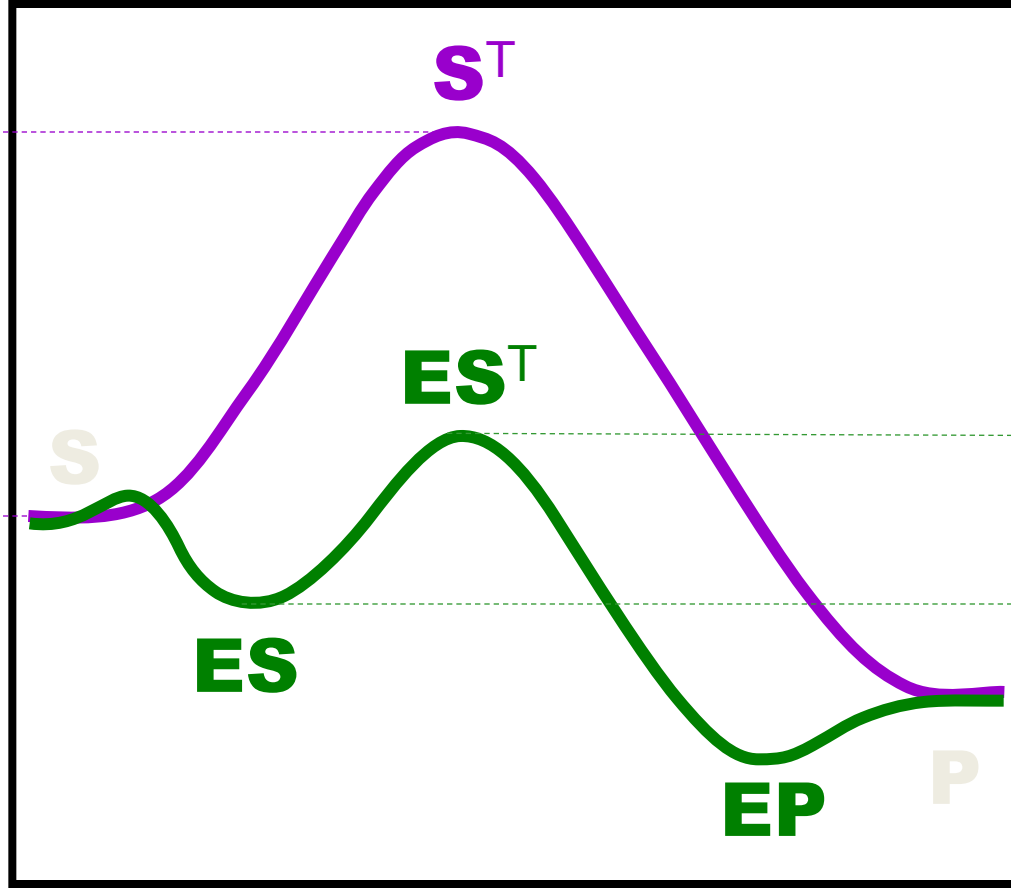
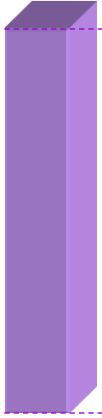




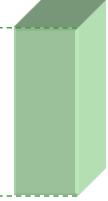


Enerji Değişimi

Enerji İhtiyacı



Enerji Düşüşü



Reaksiyon Yönü

T = Transition state

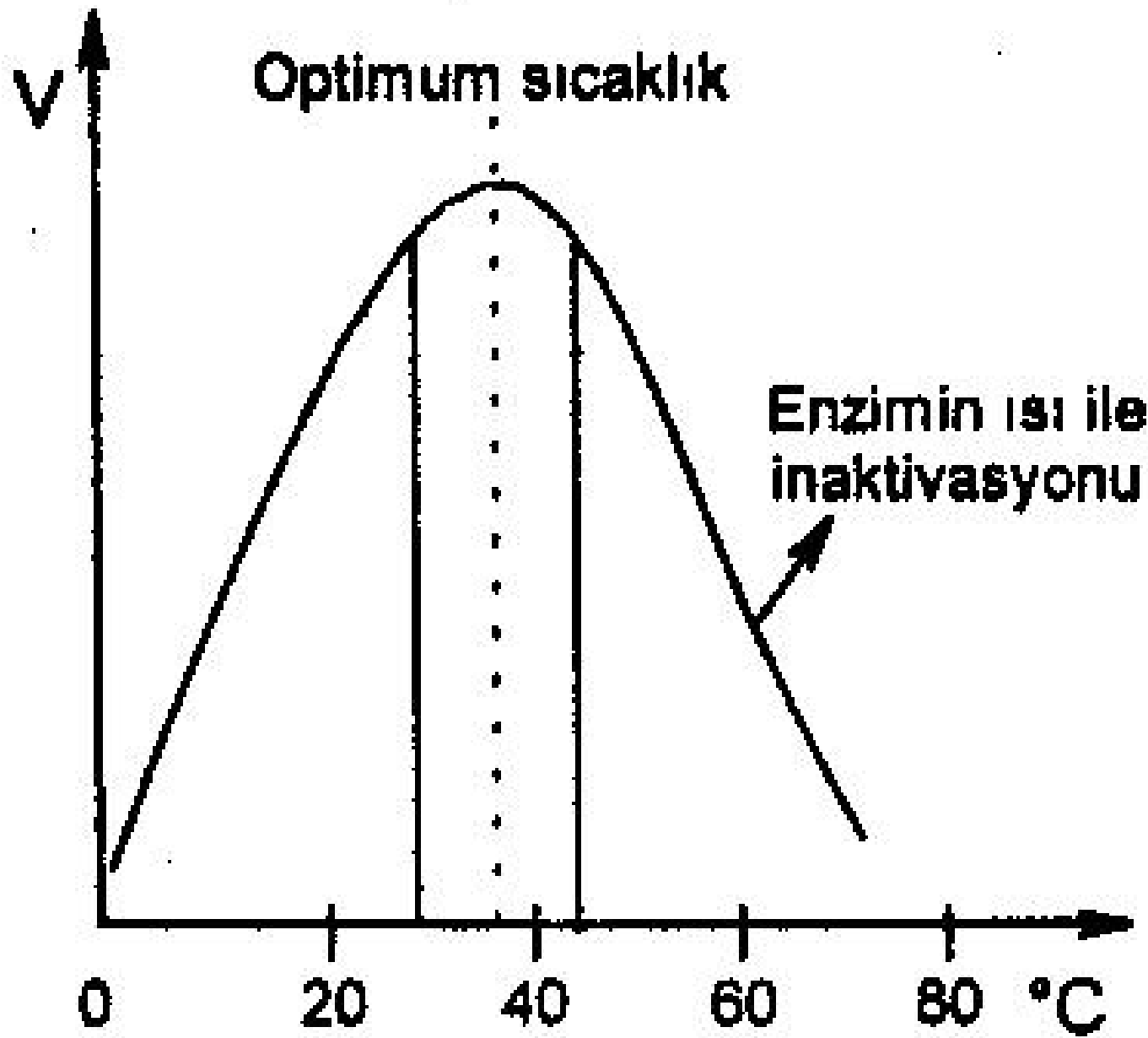
ENZİM REAKSİYONUNUN HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

- Uygulamada bir enzimin etkinliği, verilen bir zamanda ve belli başlangıç koşullarında, enzimin bilinen miktarının etkisi altında değişime uğrayan substratın miktarı ile ölçülür. Bir enzimin etkinliğinin, özellikle şu faktörlerle değiştiği görülür;

- 1- SICAKLIK**
- 2- ZAMAN**
- 3- pH**
- 4- ENZİM KONSANTRASYONU**
- 5- SUBSTRAT KONSANTRASYONU**
- 6- DİĞER FAKTÖRLER**

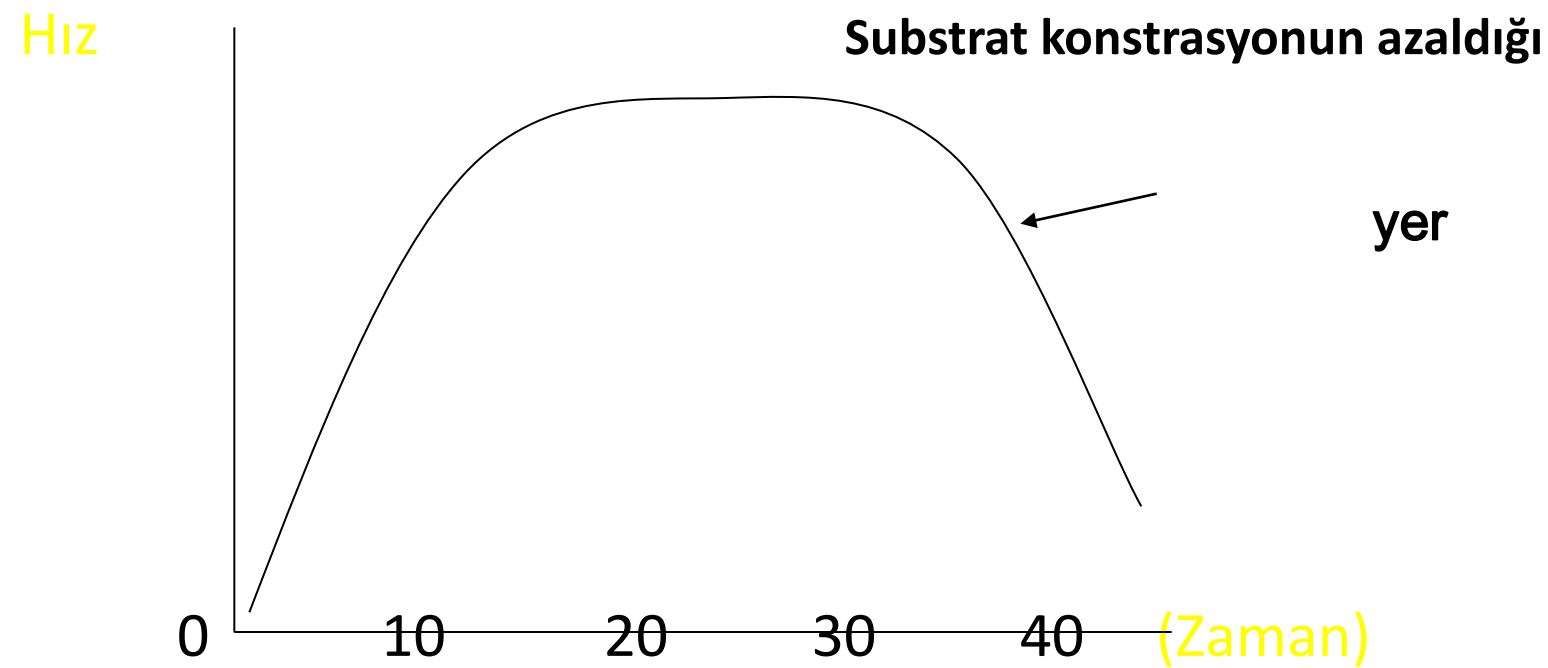
1-) SICAKLIK: Enzimatik tepkimelerde sıcaklığın artması ile moleküller arası, çarpışmanın artışına bağlı olarak genellikle tepkimenin hızı artmaktadır. Ancak maksimum bir hıza ulaşıldıktan sonra sıcaklığın artışı ile hızda tekrar bir azalma gözlenmektedir. Maksimum hıza ulaşıldığındaki sıcaklığa optimal sıcaklık adı verilmektedir.

- Enzimler protein yapısında oldukları için bu sıcaklık üzerinde yapıyı oluşturan bağlar parçalanmakta ve molekül denatürasyona uğramaktadır. ES oluşumu bozulduğu için tepkimenin hızı azalmaktadır. Optimum sıcaklık insanlar için 37 ° C, bazı mikroorganizmalar için daha yüksek olabilmektedir.



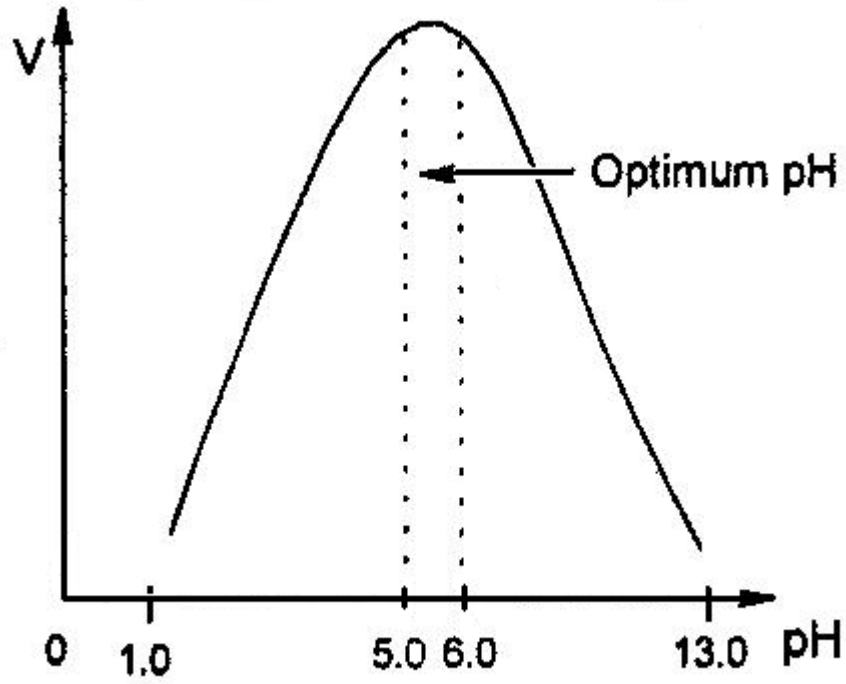
Şekil —————> **Sıcaklığın enzimatik tepkime hızına etkisi**

2-) ZAMAN: Enzim reaksiyonun hızı zamanla artar, çünkü reaksiyon ürünleri zamanla denatüre olur, substrat azalır veya tükenebilir. Bunun için enzim ölçümleri genellikle yaklaşık %10 nun kullanıldığı başlangıç zamanına rastlar.



3-) pH: enzimlerin aktiviteleri, ortamın hidrojen iyon konsantrasyonuna bağılı olarak değişmektedir. Enzimatik tepkimenin hızının optimal olduğu ve her enzim için değişik olan bir optimum pH değeri bulunmaktadır.

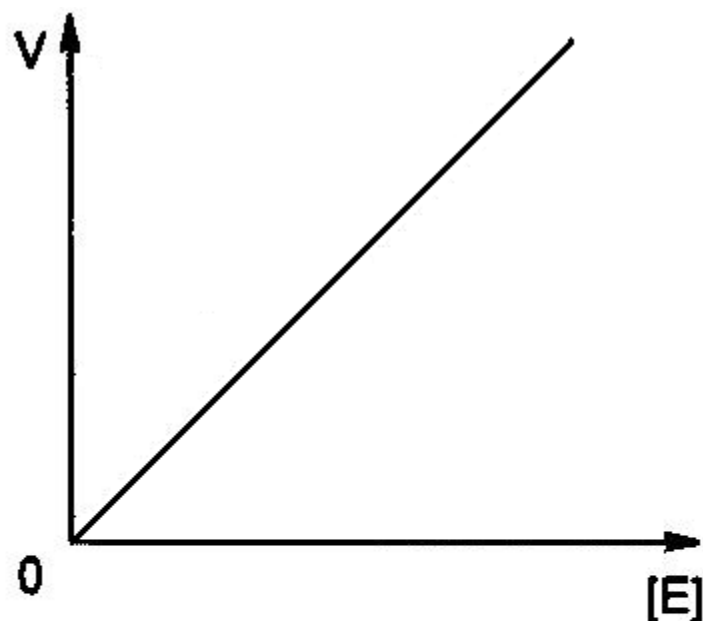
Sıcaklık artışıyla enzimatik reaksiyonun hızındaki artış, sıcaklık belli bir değere yükselinceye kadar devam eder; daha yüksek sıcaklıklarda enzim denatüre olarak aktivitesini kaybeder ve reaksiyon hızı azalır



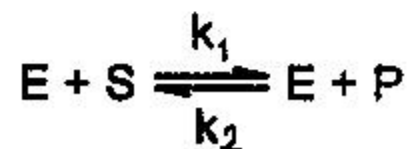
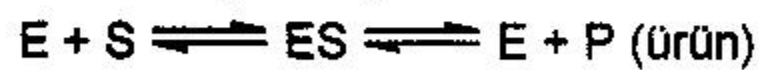
Şekil → Enzimatik tepkime hızına pH etkisi

- Belirli bir pH alanında enzimin etkinliği en fazladır. Bu pH'ya o enzimin optimum Ph'sı denir. **Örneğin:** pH:1-2 de en kuvvetli etki gösteren Pepsin, nötral veya alkali ortamda etkin değildir.

4-) ENZİM KONSANTRASYONU: Enzimatik bir tepkime ortamında fazla miktarda substrat bulunması halinde tepkimenin hızı, enzimin konsantrasyonu ile orantılı olarak artmaktadır. Denge halinde sağa doğru olan hızı (k_1), sola doğru olan hızına(k_2) eşittir



Şekil —————> Enzimatik tepkimelerde hız-enzim konsantrasyonu ilişkisi



5-) SUBSTRAT KONSANTRASYONU:

- Sabit enzim konsantrasyonunda, enzim reaksiyonunun hızı belirli bir noktaya kadar substrat konsantrasyonu ile artar. Bundan sonra substrat konsantrasyonunun artması ile artık reaksiyon hızı değişmez.
- Başlangıçta artan $[S]$, enzim molekülleri ile bağlanarak $[ES]$ kompleksi oluşturmaktadır. Maksimum kapasiteye ulaşıldığında enzimde substrat bağlayacak tüm boş yerler dolduğundan, eklenen substrat artık $[ES]$ kompleksi oluşturamayacağı için enzimatik tepkimenin hızı V_{max} değişmemektedir.

$$v = V_{\max}$$

v

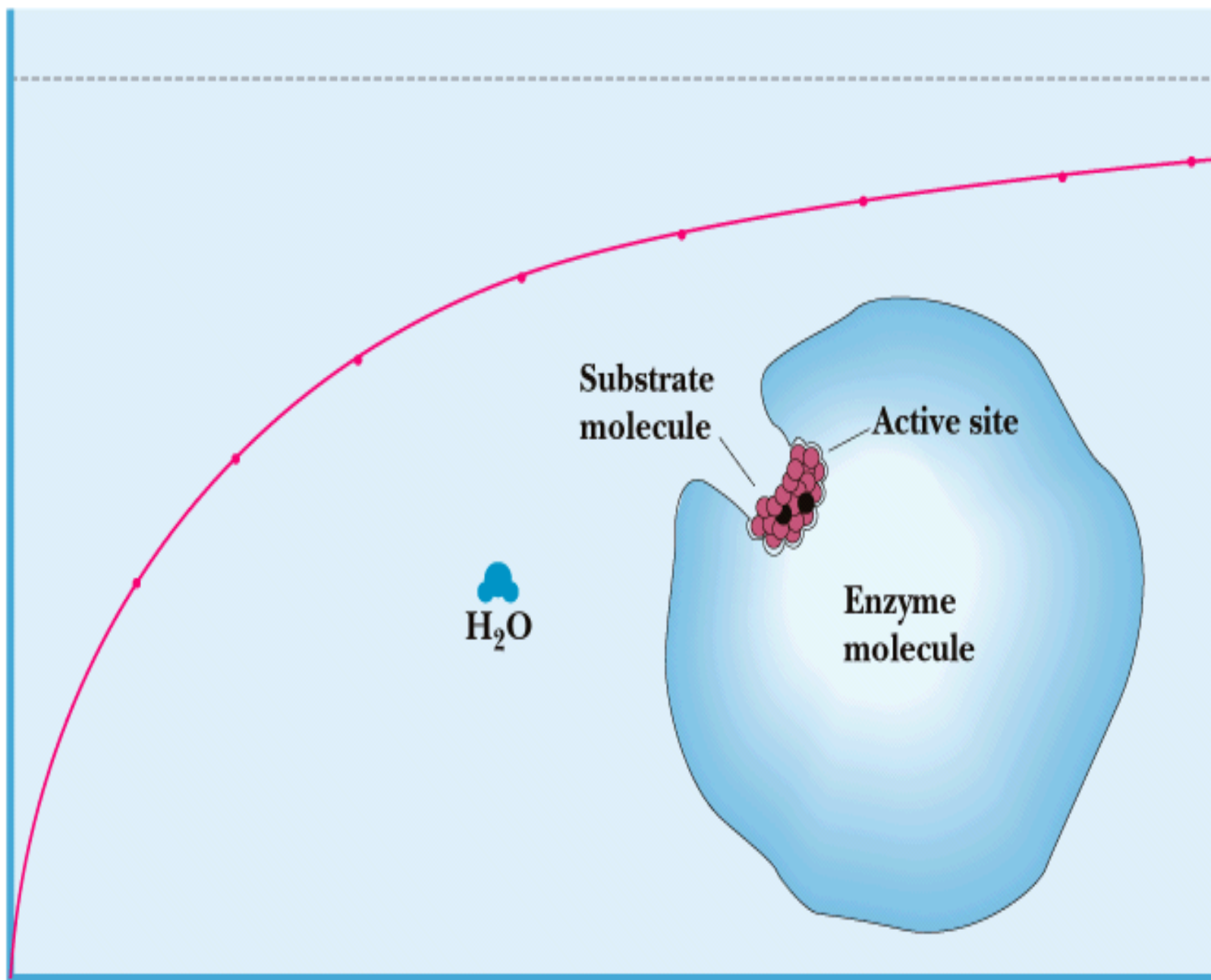


Substrate
molecule

Active site

Enzyme
molecule

Substrate concentration, $[\text{S}]$



6-) DİĞER FAKTÖRLER: Bunlar reaksiyon sonunda oluşan ürün, ortamdaki iyonların tabiatı, konsantrasyonları, allosterik etki, ışık ve diğer fiziksel faktörler, hormonlar ve diğer biyokimyasal faktörler olarak söylenebilir.

AKTİVATÖRLER VE İNHİBİTÖRLER:

- **Çoğu enzimlerin maksimum aktivite için spesifik iyonlara ihtiyacı vardır. Heksokinaz gibi bütün fosfat transfer eden enzimlerin Mg^{+2} iyonlarına ihtiyacı vardır. Diğer metal iyon aktiviteleri de Mn^{+2} , Ca^{+2} , Zn^{+2} , Fe^{+2} , K^{+} dir. Bazı enzimlerinde maksimum aktivite için birkaç iyonu birden ihtiyaçları vardır. Her durumda aktivatörün optimal konsantrasyonu, substrat konsantrasyonu da optimal olduğu zaman belirlenmelidir.**

- **İnhibitörler** bir enzimin katalitik aktivitesini azaltan maddelerdir. Bir çok inhibitör tipi ve birkaç inhibisyon sınıfı vardır. İnhibitörler, kelat teşkil ederek bir enzimin aktivitesini ortadan kaldırırlar.
- Ör; Ca^{+2} ve Mg^{+2} nin etkisini EDTA ortadan kaldırır. Hekzokinazın inhibisyonu da okzalat tarafından gerçekleştirilir. Bunlar etkilerini substratla yarışarak aktif yere bağlanarak gösterebildikleri gibi, enzim aktivitesinde etkili olan allosterik yer gibi bir yerde kompleks oluşturarak ta gösterebilirler.

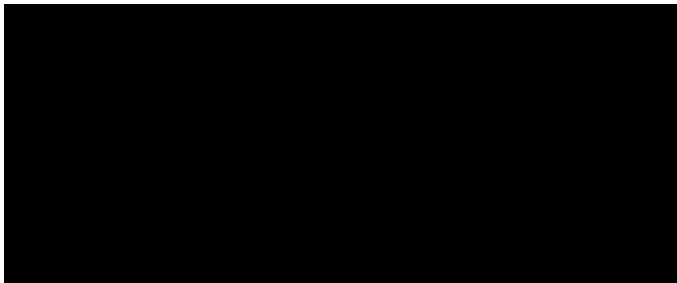
Irreversible Inhibitörler



Diisopropyl fluorophosphate
(nerve gas)



malathion



parathion

- Organofosfatlar
- İnhibit serin hidrolaz
- Asetilkolinesteraz inhibitörleri

- İnhibitörler, başlıca 3 gruba ayrılırlar;

1-)Kompetatif inhibitörler

2-)Kompetatif olmayan inhibitörler(Unkompetative)

3-)Non kompetatif inhibitörler

1-)KOMPETATİF İNHİBİTÖRLER:

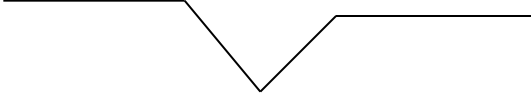
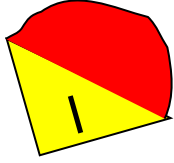
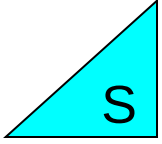
I aktif yere bağlanmada S ile yarışır.

Reversible dir.Artan [S] azaltılabilir.

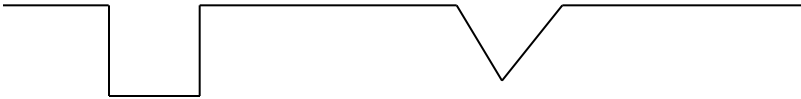
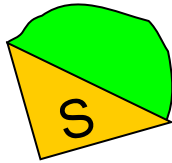
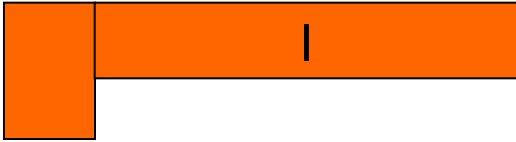
V_{max} etkilenmez çünkü reversibledir.

K_m substrat etkilendiğinden artar.

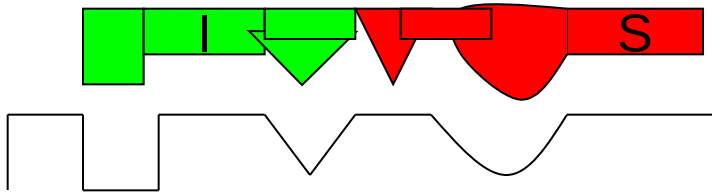
A-) Aynı Bağlanma Yeri



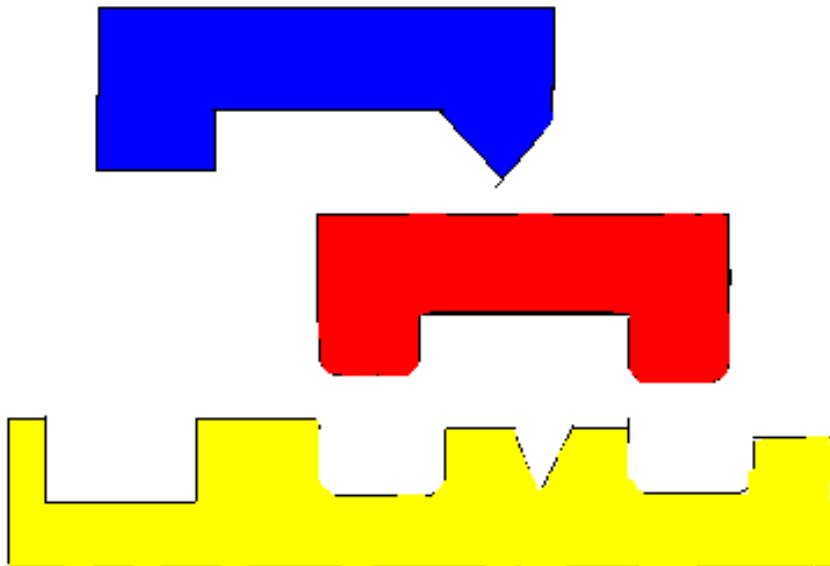
B-) Sterik Engelleme:



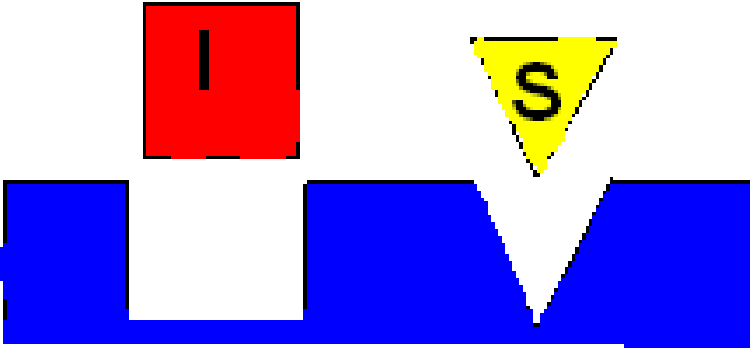
C-) Aynı bağlanma yerini paylaşma:



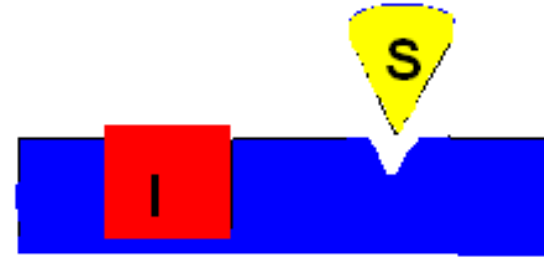
D-) Overlapping:



Baskılama



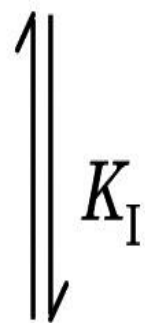
Bağlanma yerini yapısal değiştirme



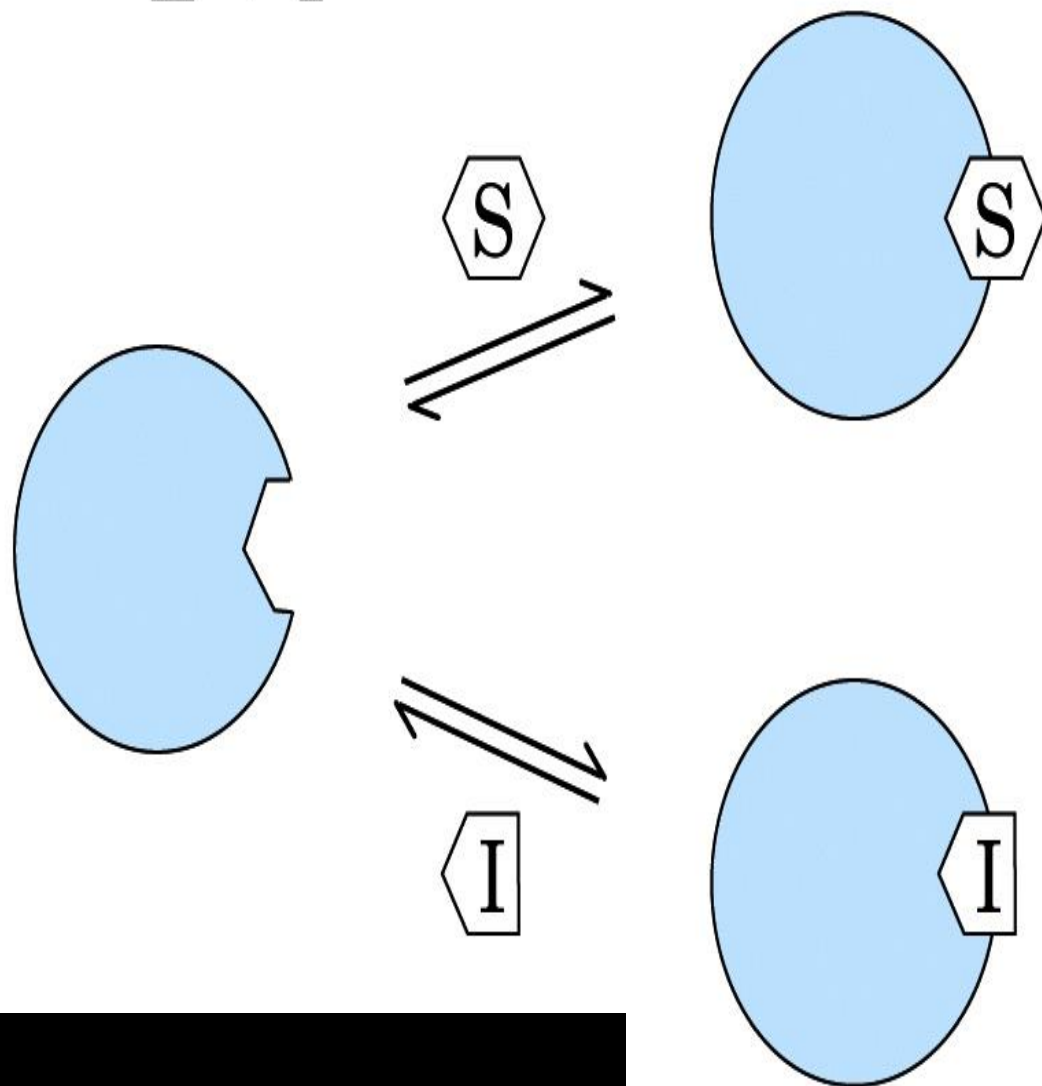


+

I



EI



Competitive Inhibition

Ürün

Substrat

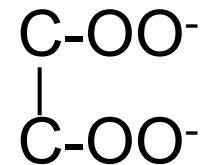
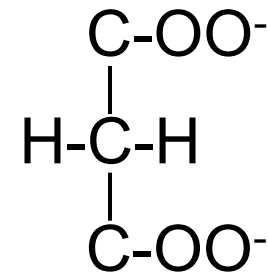
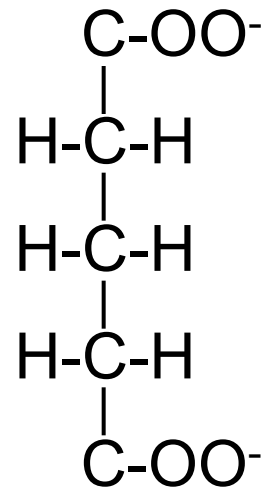
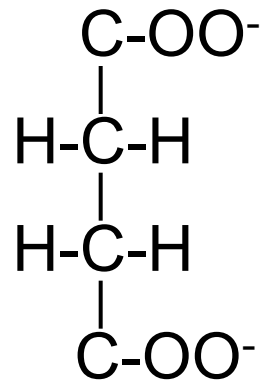
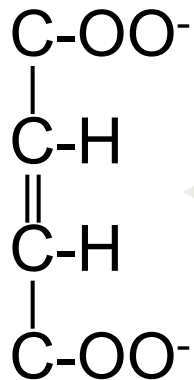
Competitive Inhibitor

Suksinat

Glutarat

Malonat

Oxalat



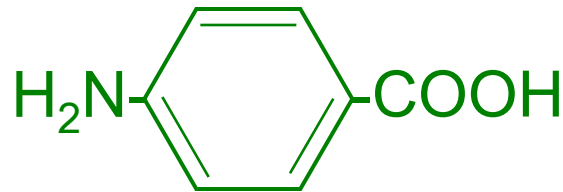
Süksinat dehidrogenaz

Sulfa Drug Is Competitive Inhibitor



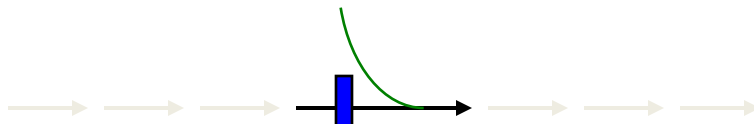
Domagk (1939)

Para-aminobenzoic acid (PABA)



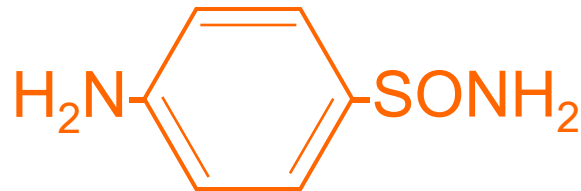
Bacteria needs PABA for the biosynthesis of folic acid

Precursor



Folic acid

Tetrahydrofolic acid



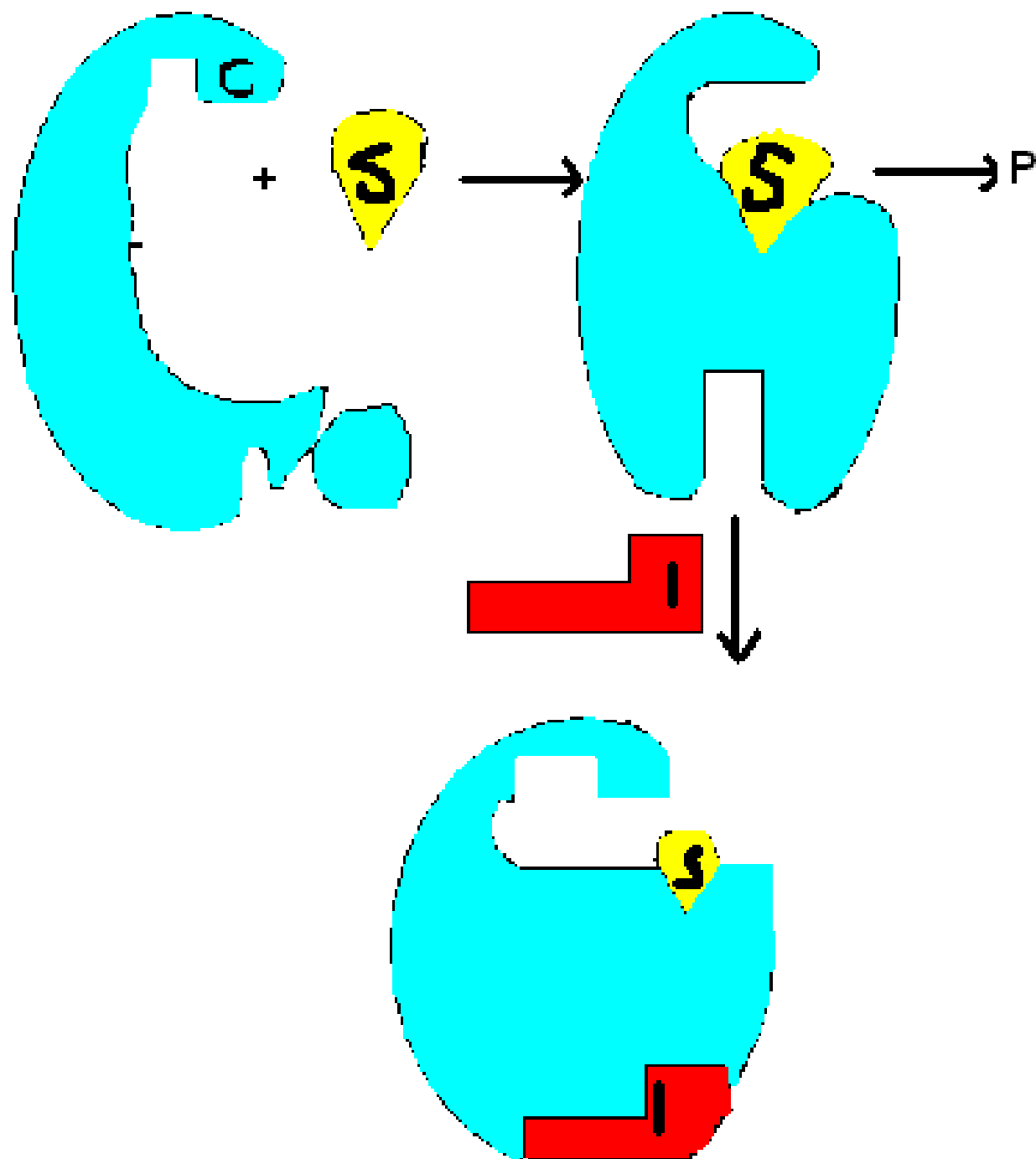
Sulfanilamide

Sulfa drug (anti-inflammation)

Sulfa drugs has similar structure with PABA, and inhibit bacteria growth.

2) Kompetatif Olmayan İnhibitörler (Unkompetatif)

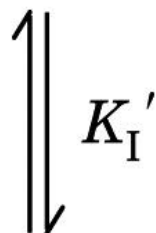
Serbest enzime bağlanma yoktur
Ortama fazla **S** ilave edilince inhibisyon artacaktır.
Çünkü daha fazla **ES** oluşacak ve buda **I** ile **ESI** oluşacaktır.
Burada
 V_{max} azalır, **K_m** düşer.



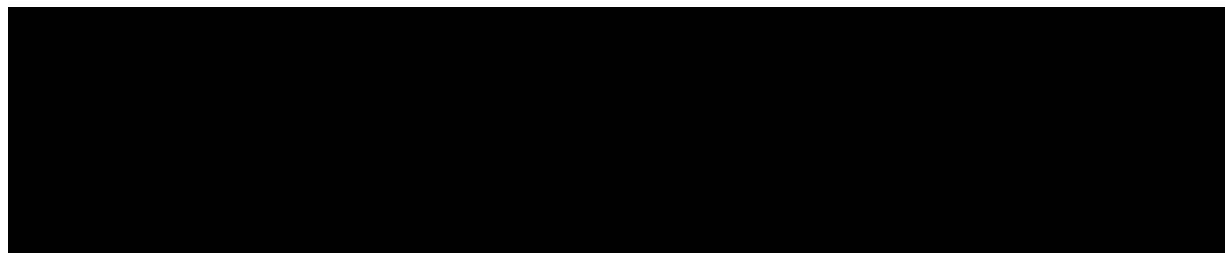
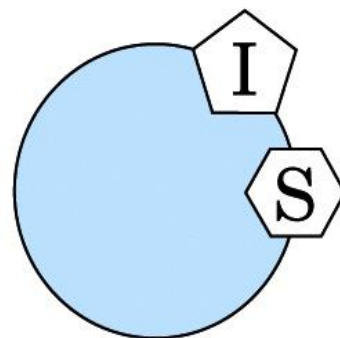
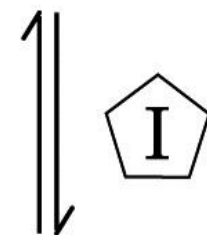
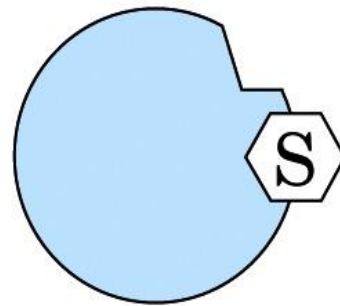
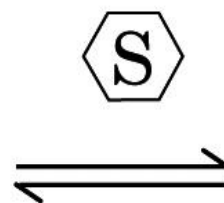
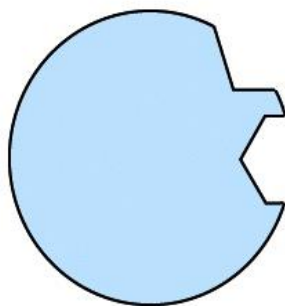


+

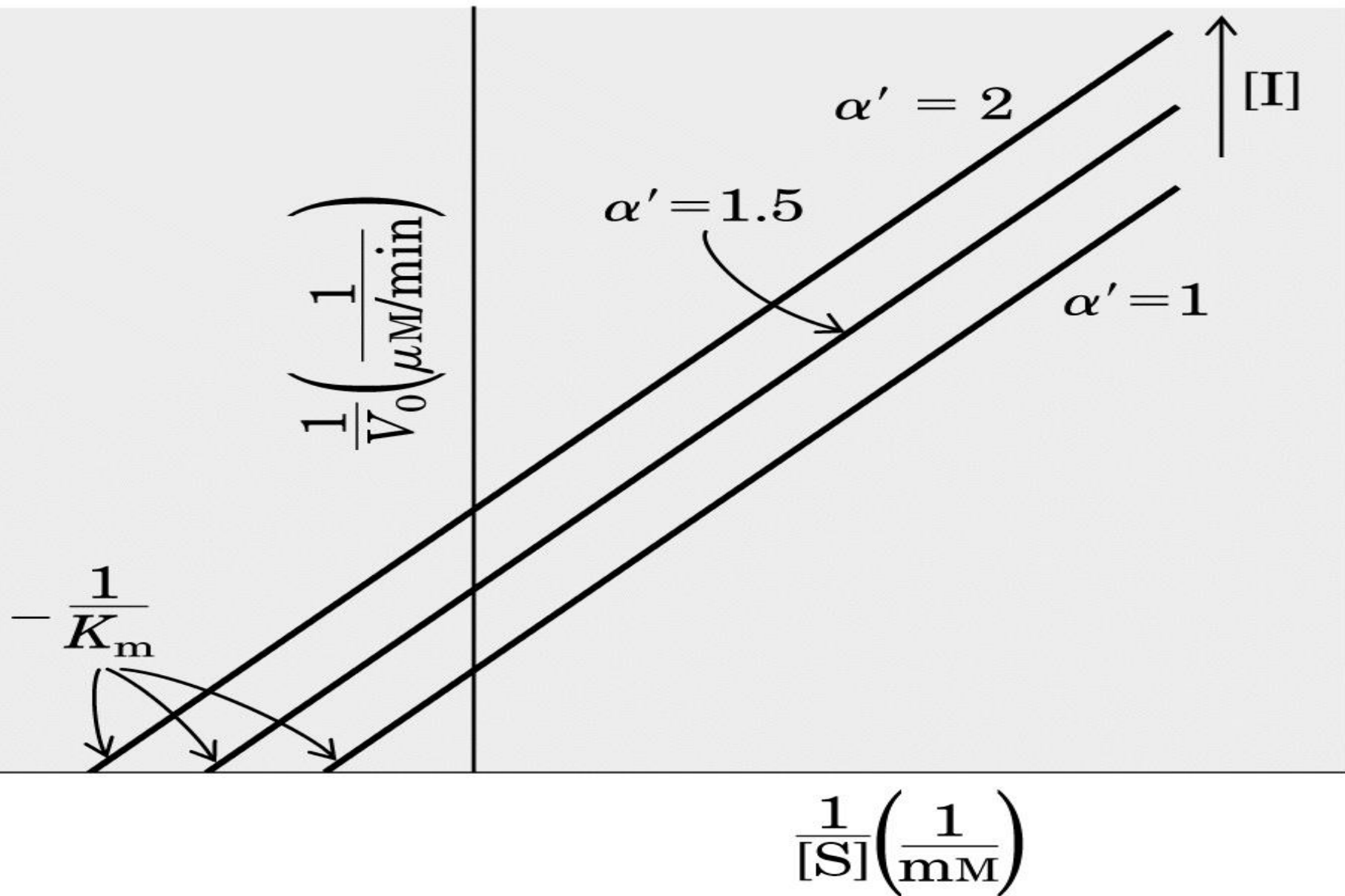
I



ESI

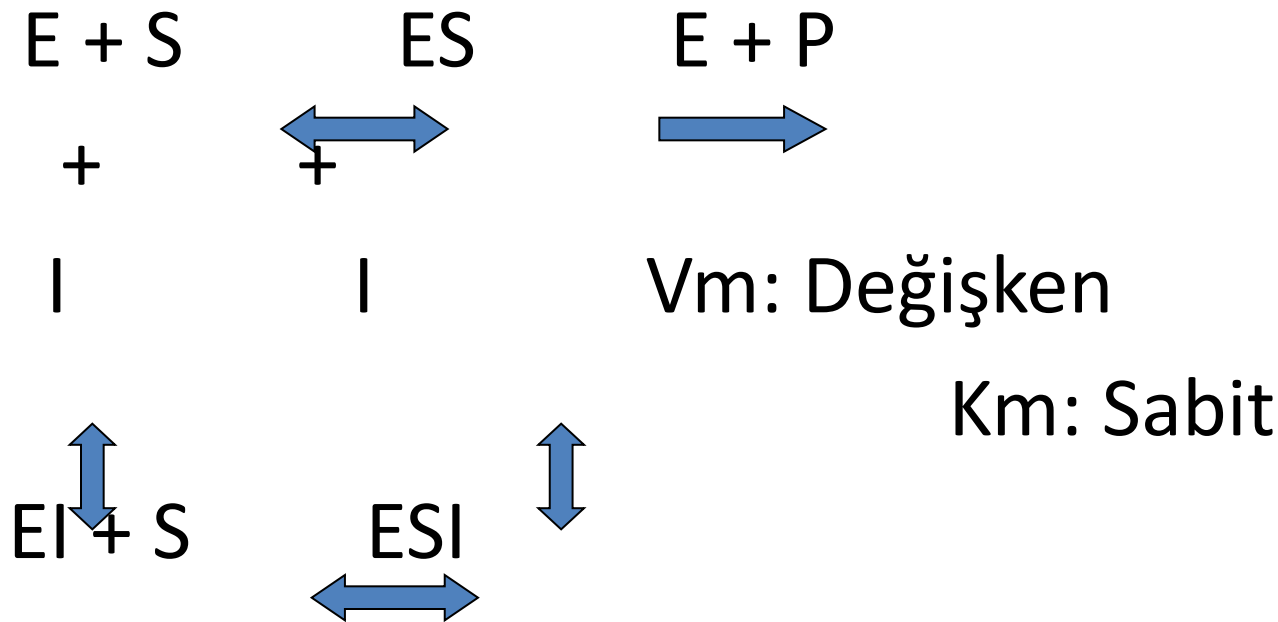


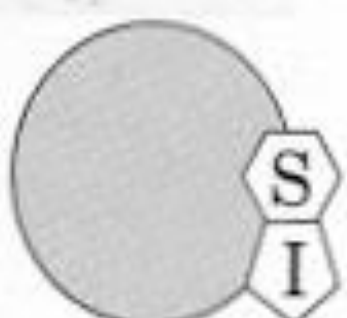
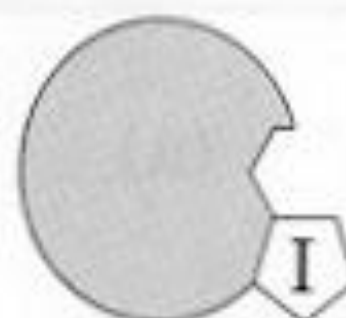
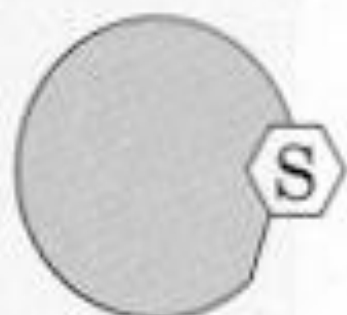
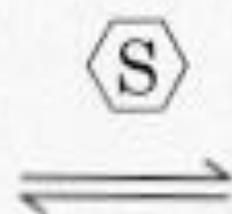
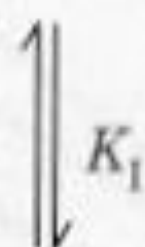
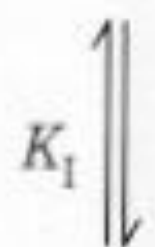
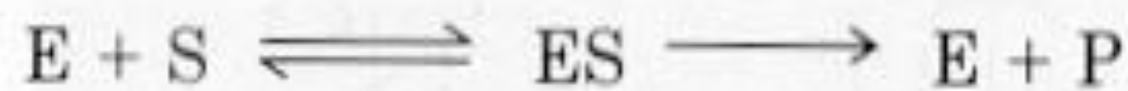
$$\frac{1}{V_0} = \left(\frac{K_m}{V_{\max}} \right) \frac{1}{[S]} + \frac{\alpha'}{V_{\max}}$$



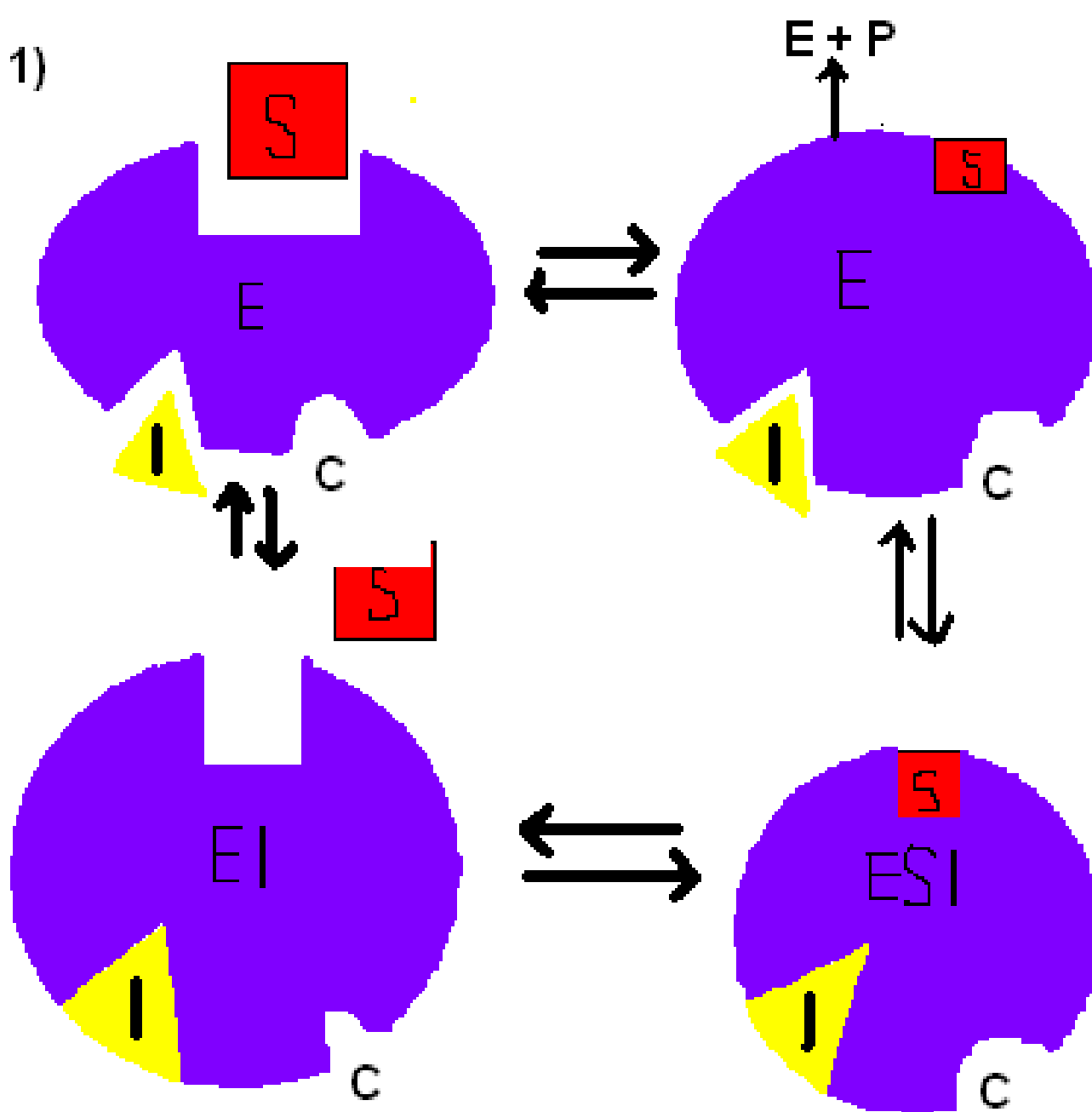
3) Yarışmasız İnhibisyon (Nonkompetatif):

- Allosterik veya regülatör yere bağlanır.
- **S** ilavesi ile reverzibl olmaz. Çünkü enzim üzerinde farklı yere bağlanır. **I** ile **S** arasında fark yoktur. K_m etkilenmez.
- Ortamdaki **E** ve **ES** azalacağı için V_m azalır.



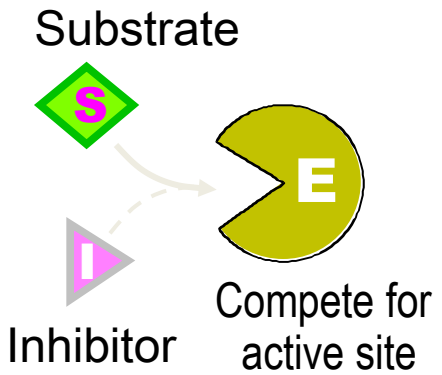
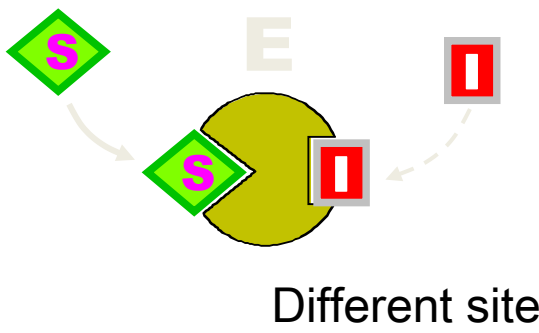
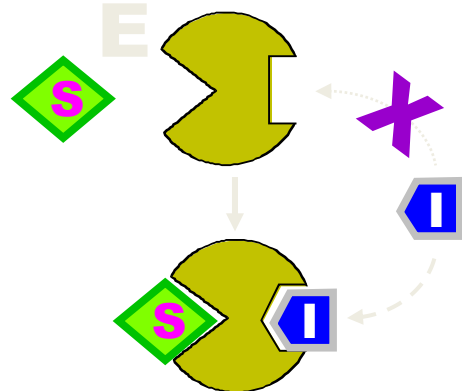


1)

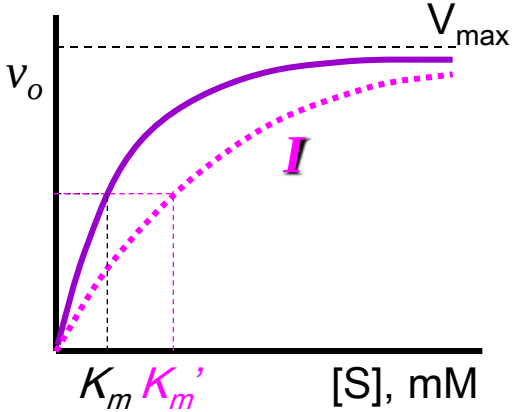
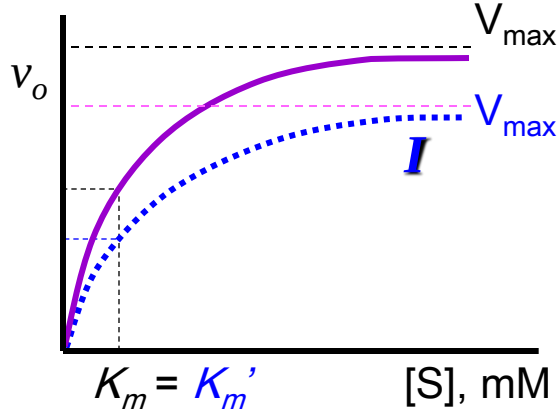
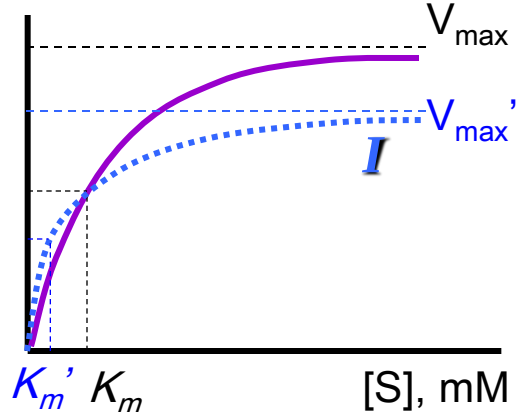
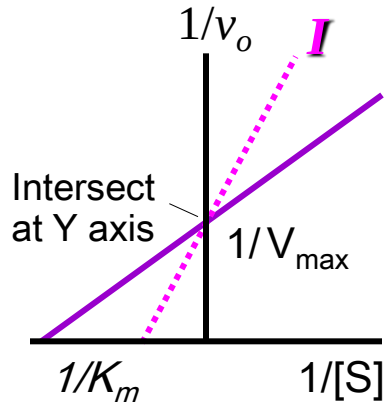
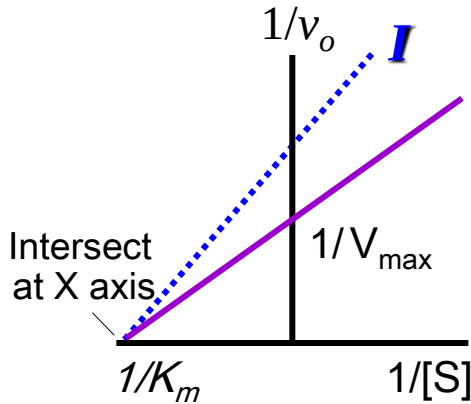
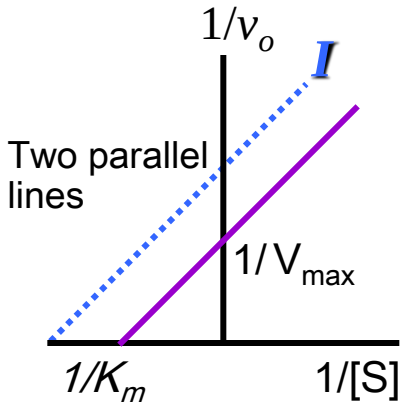


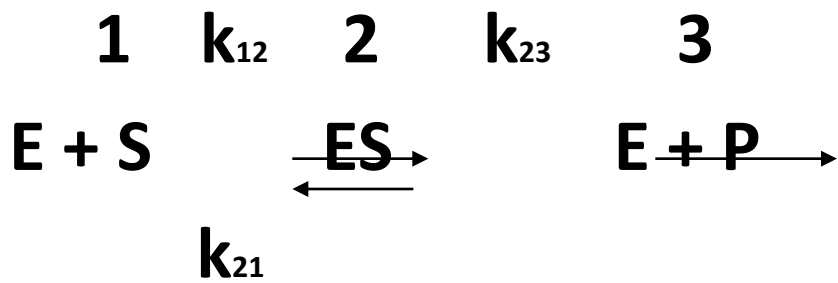
ESI inaktif
I farklı yere bağlanır

Enzyme Inhibition (Mechanism)

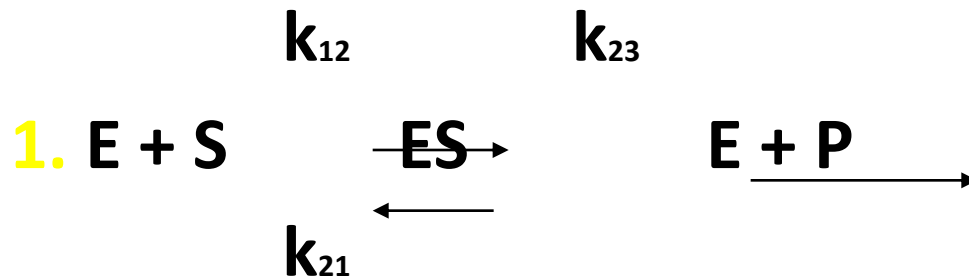
	▶ Competitive	▣ Non-competitive	◀ Uncompetitive
Cartoon Guide	 Substrate Inhibitor Compete for active site	 Different site	
Equation and Description	$E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P$ $+ I$ $\downarrow \uparrow$ EI [I] binds to free [E] only, and competes with [S]; increasing [S] overcomes Inhibition by [I].	$E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P$ $+ I \quad + I$ $\downarrow \uparrow \quad \downarrow \uparrow$ $EI + S \rightarrow EIS$ [I] binds to free [E] or [ES] complex; Increasing [S] can not overcome [I] inhibition.	$E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P$ $+ I$ $\downarrow \uparrow$ EIS [I] binds to [ES] complex only, increasing [S] favors the inhibition by [I].

Enzyme Inhibition (Plots)

	▶ Competitive	▣ Non-competitive	◀ Uncompetitive
Direct Plots	 $V_{\max}$ v_0 K_m K_m' [S], mM	 $V_{\max}$ v_0 $K_m = K_m'$ [S], mM	 $V_{\max}$ $V_{\max}'$ K_m' K_m [S], mM
	$V_{\max}$ unchanged K_m increased	$V_{\max}$ decreased K_m unchanged	Both $V_{\max}$ & K_m decreased
Double Reciprocal	 $1/v_0$ Intersect at Y axis $1/V_{\max}$ $1/K_m$ $1/[S]$	 $1/v_0$ Intersect at X axis $1/V_{\max}$ $1/K_m$ $1/[S]$	 $1/v_0$ Two parallel lines $1/V_{\max}$ $1/K_m$ $1/[S]$



k_{12} : ES'nin oluşması k_{23} : ES'nin yıkılması



2. $V = k_{23} [ES]$

3. $ES = [E] \quad ES = k_{12} \cdot E \cdot S$ Substrat sonsuz ise

4. $V_m = k_{23} [E_t]$ Enzim substrata doydugu V_m

5. $V/V_m = ES/E_t$

6. ES oluşması ES. $k_{12} = dES/dt$

7. $ES(k_{21} + k_{23}) = dES/dt$ —Es'nin yıkımı

8. $dES/dt = E.S. k_{12} - ES(k_{21} + k_{23})$ Birikme

- Es oluşma hızı ile Es yıkılma hızı aynı ise Es oranı sabittir, değişmez.

9. $E.S. k_{12} = ES(k_{21} + k_{23})$

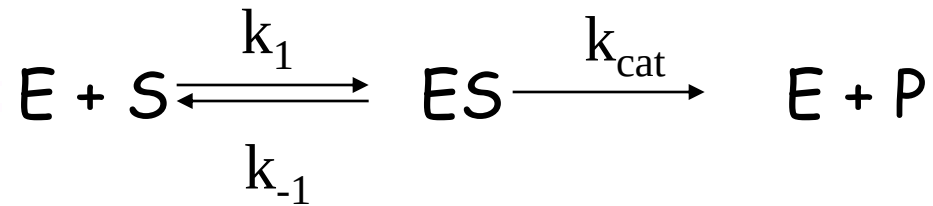
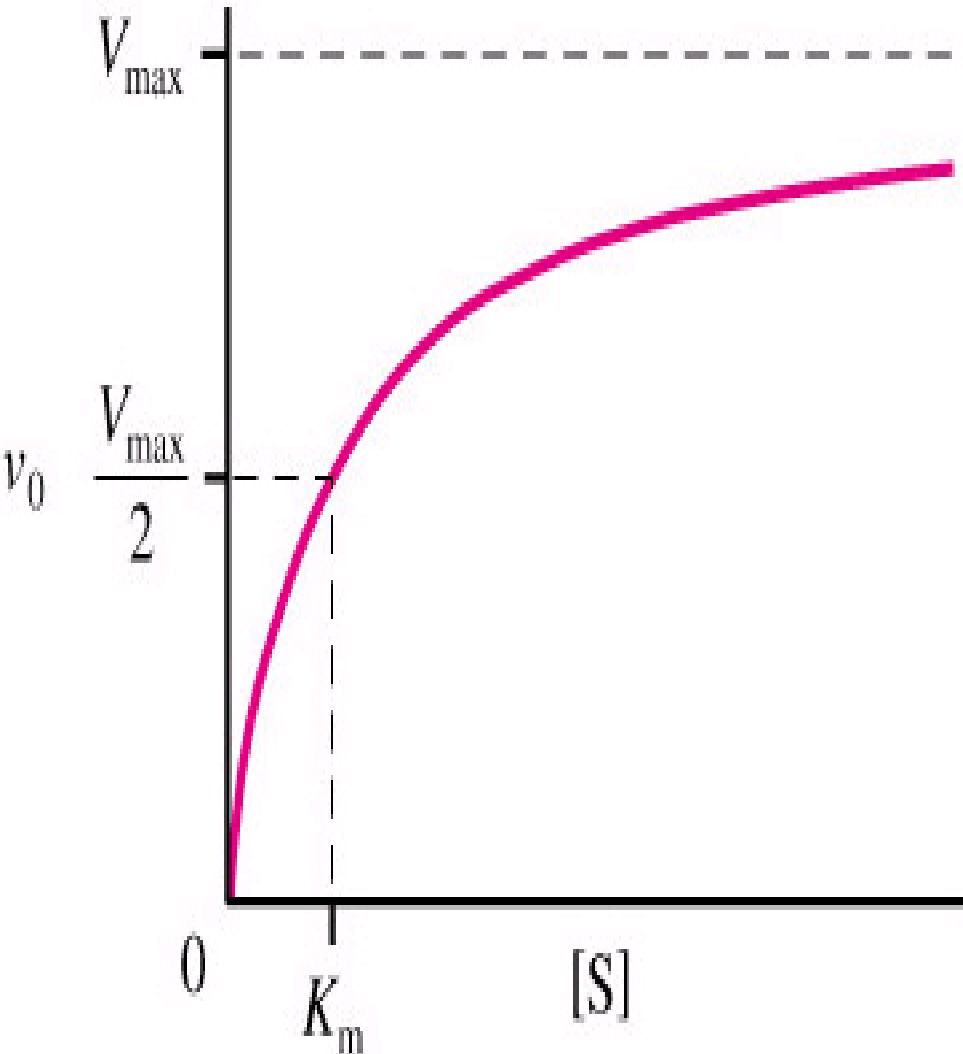
10. $E.S/ES = (k_{21} + k_{23})/k_{12} = K_m = K_{eq}$

$K_m = k_{21} + k_{23}/k_{12}$ —Michealis/Menten Sabiti

11. $E_t = ES + E$

$E = E_t - ES$

Michaelis-Menten



$$V_0 = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

- $V_{\max}$
- K_m
- k_{cat}
- k_{cat}/K_m

12. $[Et - ES] \cdot S/ES = K_m$

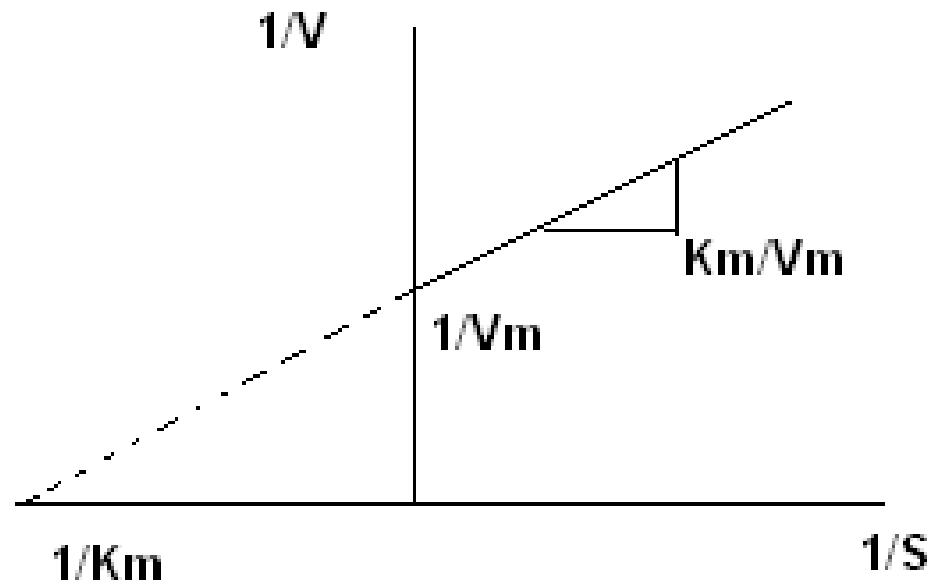
13. $V = V_m \cdot [S] / [K_m] + [S]$

14. $1/V = 1/V_m + 1/S \cdot K_m/V \rightarrow$ Lineweaver Burk
Denklemi

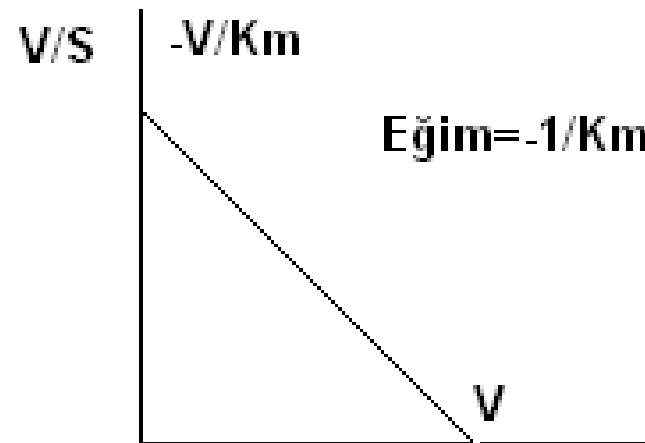
15. $V_m = V \cdot K_m/S + V$

$V = V_m - K_m \cdot V/S \rightarrow$ Eadie Hofstee Bağlantısı

$V/[S] = -V/K_m + V/K_m$



LİNEWEAVER BURK EĞRİSİ



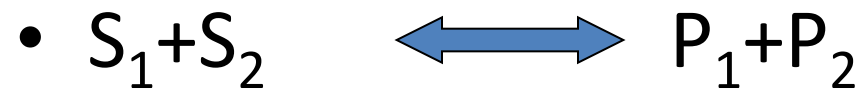
EADİE HOFSTEE BAĞINTISI

İki substratlı enzimatik tepkimelerde E-S ilişkisi: İki

S'nin E'ye bağlanabildiği enzimatik tepkimeler için, iki model öne sürülmüştür;

- S_1 ve S_2 substrat, P_1 ve P_2 ise ürünleri göstermektedir.

E



1-) Tek substrat tek ürün(uni-uni) reaksiyonunun gösterilişi:

S

Ü

E

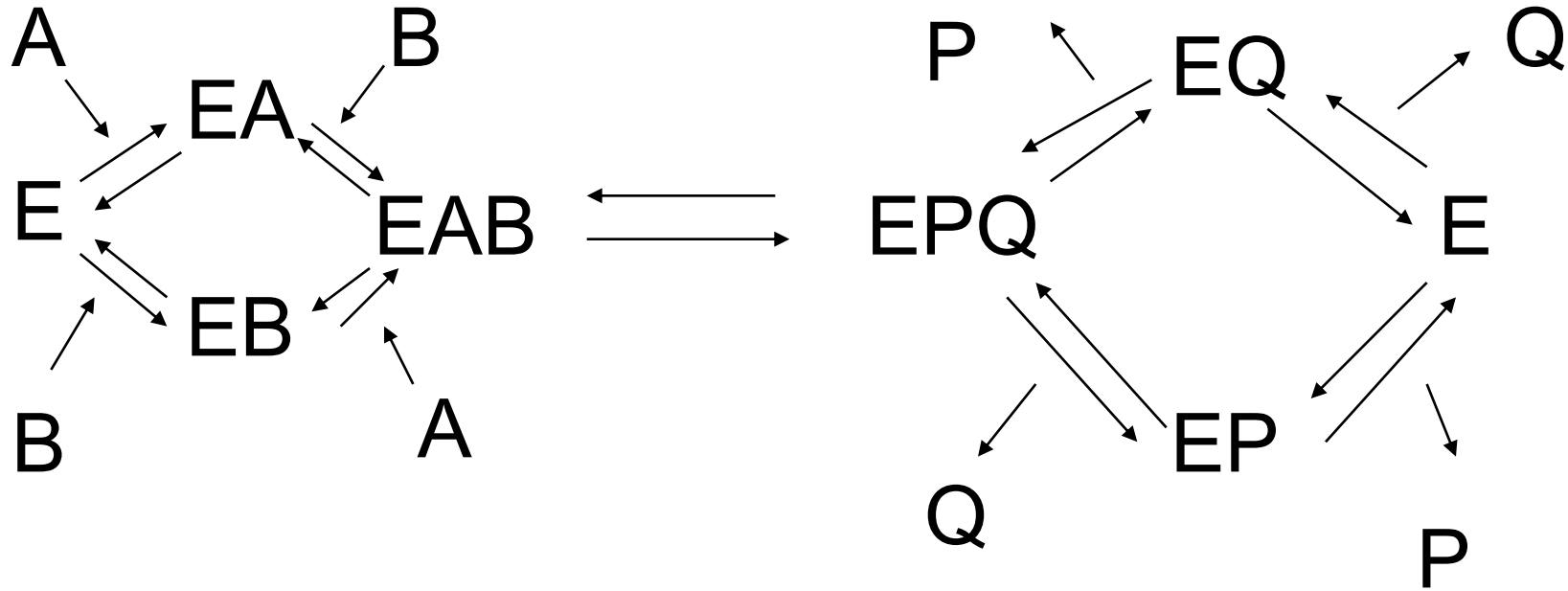
ES

(ES $\rightleftharpoons$ EÜ)

E

4-) Ternary (üçlü) kompleks:

a-) Gelişi güzel (Randomly (EAB,EPQ)):



b-) Düzenli (Ordered) (EA,EB,EP,EQ):



VİTAMİNLER

VİTAMİNLER

■ **Vitaminler**, özel hücresel fonksiyonların yerine getirilmesinde vücudun eser miktarda gereksinim duyduğu organik bileşiklerdir.

■ Vita (hayat) ve amin kelimelerinden kurulmuş olan vitamin kavramı ilk olarak 1911 yılında tiaminin izole edilmesiyle kullanılmaya başlanmıştır.

- Vitaminler gerekenden çok veya az kullanıldığı zaman bazı bozukluklar ortaya çıkar.
- Uzun süre ihtiyacın altında vitamin alınması durumunda spesifik olmayan bazı belirtiler görülür. Buna hipovitaminoz denir.
- Birden çok vitaminin noksanlığına bağlı olarak meydana gelirse buna, polihipovitaminoz denir.

- Noksanlık durumu ölüme yol açacak kadar ilerlemişse avitaminoz denir.
- Birden fazla vitamine bağlı olarak noksanlık gerçekleştiğinde ise, poliavitaminoz denir.
- A ve D vitaminleri aşırı miktarda alındığı zaman, hipervitaminoz denilen toksikasyon belirtileri görülür.

Vitaminlerin Vücut İçin Önemi

- **Vitaminler**, hayvan yaşamının devamı ve normal büyüyüp gelişmesi için gerekli organik maddelerdir. Hayvanlar bu maddeyi yapamadıkları için dışarıdan almak zorundadırlar. Bazı vitaminler çok küçük miktarda dahi olsalar etkindirler.

- **Vücutta vitamin eksikliğine bağlı olarak birçok hastalık bulunur. Bunlar azlığında da çokluğunda da hastalık yapma özelliğine sahiptirler.**
- **Vitaminler süt üretimi için gerekli olduğu gibi, bizzat sütün yapısını oluşturdıkları için de rasyonlarda (yemlerde) bulunması zorunlu besin maddelerindedir; **Örneğin;** süt yağının sentezi için **Biyotine** (H Vitamini) gerek vardır.**

VİTAMİNLERİN SINIFLANDIRILMASI

1. A) Suda Eriyenler: B kompleks vitaminler ve C vitamini

B) Yağda Eriyenler: A, D, E, K vitaminleri

2. A) Koenzim Görevi Yapanlar: B Kompleks Vitamin ve K Vitamin

B) Koenzim Görevi Olmayanlar: A, D, E, C Vitaminleri

C) Vitamin Benzeri Maddeler: Mezoinozit, Karnitin, Flavonoidler, Esansiyel Yağ Asitleri(F Vit)

Suda ve Yağda Çözünen Vitaminler

Suda çözünenler

- ❖ Direkt kana geçerler
- ❖ Serbest taşınırlar
- ❖ Vücut sıvılarında dolaşırlar
- ❖ Fazlası böbrekler tarafından uzaklaştırılır
- ❖ Toksik düzeylere nadiren ulaşırlar
- ❖ Sık ve küçük dozlarda alınmalıdır (1-3 gün)

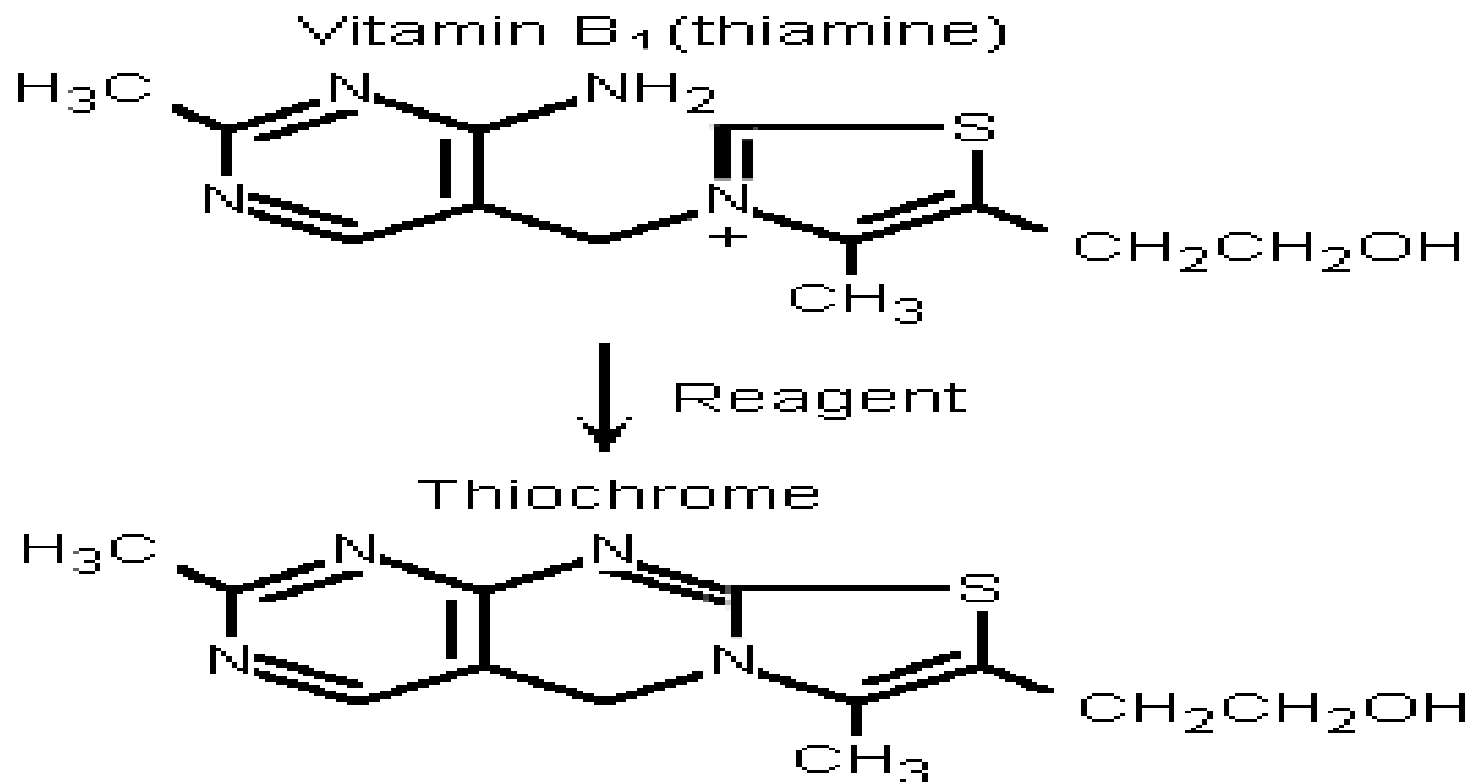
Yağda çözünenler

- ❖ Önce lenfe sonra kana geçerler
- ❖ Taşınimleri için protein taşıyılara gereksinim vardır
- ❖ Hücrelerde yağ ile birlikte depo edilirler
- ❖ Fazla miktarda alındıklarında toksik düzeylere ulaşırlar
- ❖ Periyodik dozlarda alınmalıdır

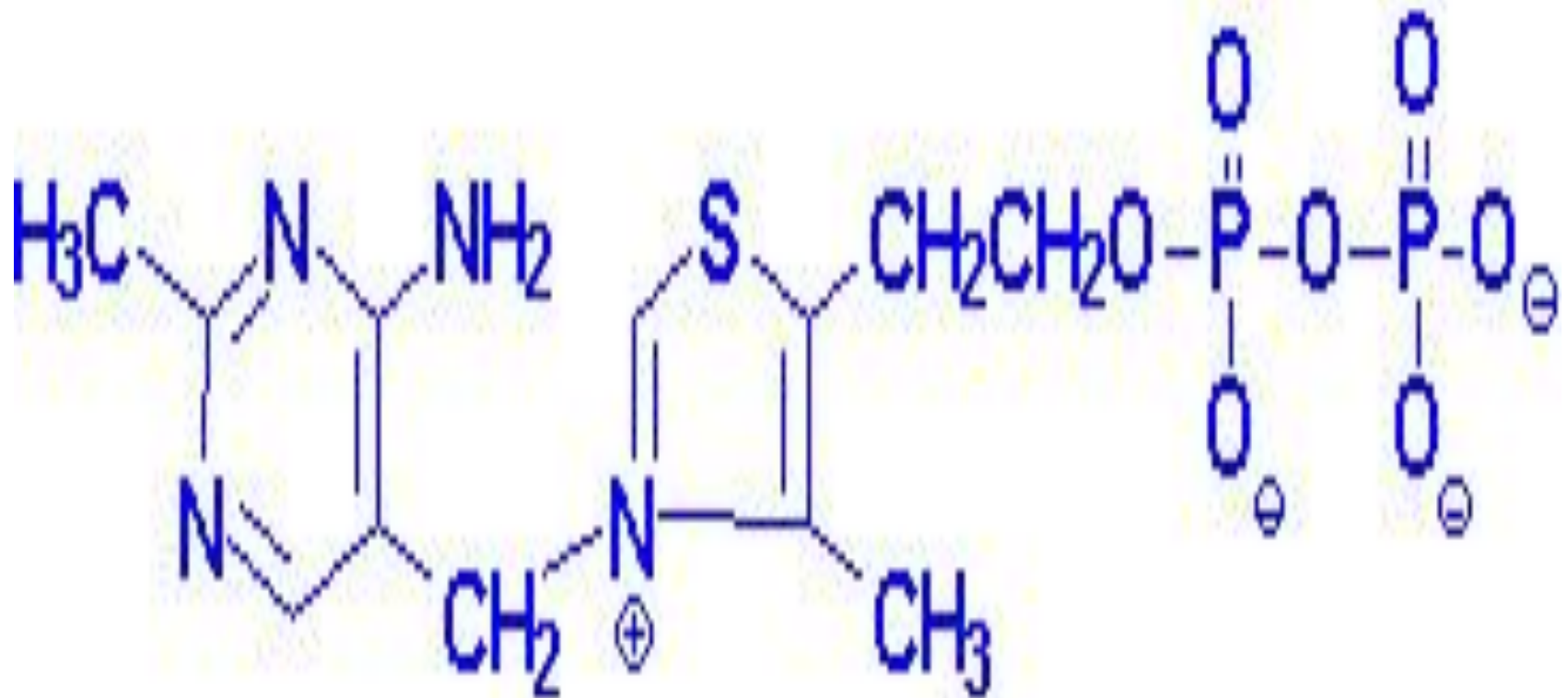
VİTAMİN	KOENZİM ŞEKLİ
Tiamin (B1)	Tiamin Pirofosfat (TPP)
Riboflavin (B2)	FMN, FAD
Niasin (Nikotinamid)	NAD, NADP
Pantotenikasit (B5)	Koenzim A
Pridoksin (B6)	Pridoksal Fosfat (PP)
Biotin	Biositin
Folik Asit	Tetrahidrofolik Asit
Kobalamin (B12)	Metilkobalamin Deoksiadenozil kobalamin

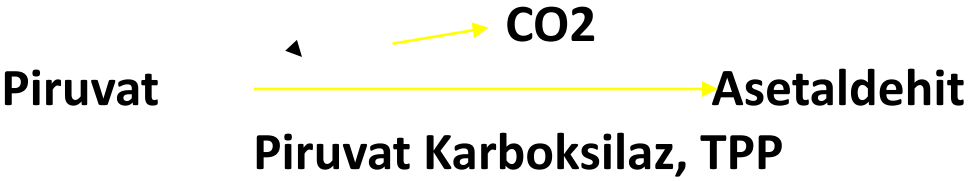
VİTAMİN B₁ (Tiamin, Antiberiberik vitamin, Anöyirin)

- **Yapısı:** Metilen köprüsü ile bağlanan Tiazol ve pirimidin halkalarından oluşmuştur.
- **Koenzim Şekli: Tiaminpirofosfat (TPP)**



- **Tiamin pirofosfat (TPP)**





Transketolaz reaksiyonu



- **Kaynak:** Saflaştırılmış tahıl taneleri, yağsız et, balık, süt, kurutulmuş bira mayası, buğday kepeği
- **Eksiklik Durumları:**

B₁ vitamini eksikliği insanlarda ve hayvanlarda iki büyük gruba ayrılan semptomlara neden olur.

1-Kardiovasküler bozukluklar (nefes darlığı, göğüste sıkışma, taşikardi vb.)

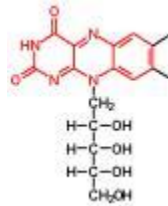
2-Sinirsel bozukluklar (Aşırı duyarlılık veya duyarlılık eksikliği, ayaklarda yanma, nevritler, kas zayıflığı ve kas ağrıları,kramplar ve felç)

- *Beriberi,**
- *Wernicke Korsakoff (Wernicke ansefalopatisi ; ataksi , oküler kaslarda paraliz, Korsakoff psikozu ; amnesia, (hafıza kaybı)).**
- *Chastek hastalığı (tilkilerde)**
- *Opisthotonus (güvercin ve tavuk)**
- *Yıldızları seyretme hastalığı (aslan)**
- *Deri ve baş mukozasında siyanoz(tavuk)**
- *Lakrimasyon (buzağı)**

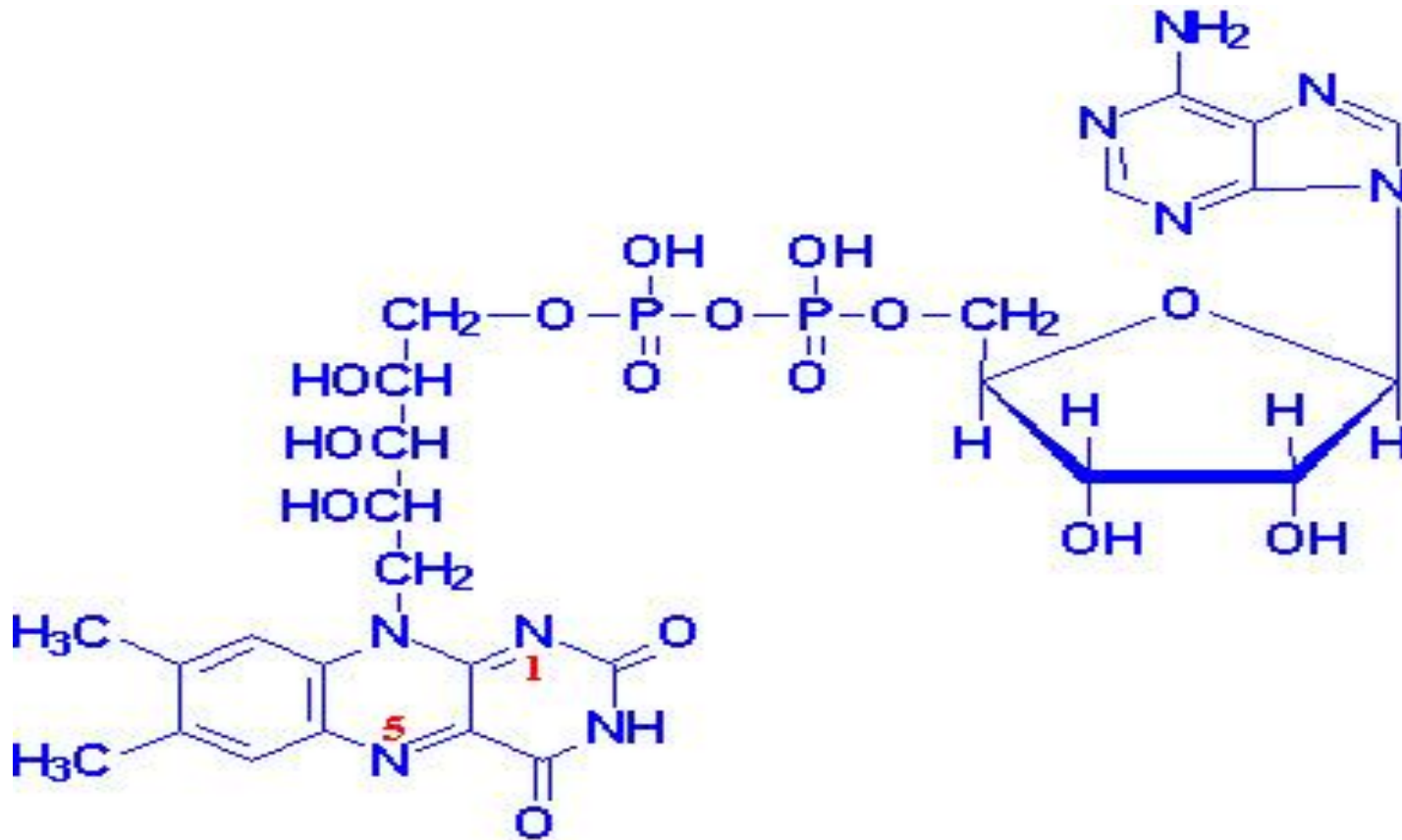
- Kandaki laktat ve pirüvat seviyelerindeki artış tiamin eksikliğinin işaretidir. Transketolaz aktivitesinin ölçümü ile tiamin eksikliğini doğrulayabilir.**

VİTAMİN B₂ (RİBOFLAVİN)

Yapısı: Şeker olan ribitole bağlı heterosiklik izoalloksazin halkasından oluşmuştur.



FAD



■ azotlar 1 & 5 hidrojen taşırsa FADH₂

- **Koenzim Şekli**

FAD (Flavin+Ribitol+Riboz + Adenin+2P)

- **FMN (Flavin+Ribitol +P)**
- **Flavin aracılı reaksiyonlar 1e- veya 2e- kabul edebilirler**
- **Flavin içeren enzimler (flavoproteinler)**
- **Dehidrogenazlar**
- **Oksidazlar**
- **Oksigenazlar**

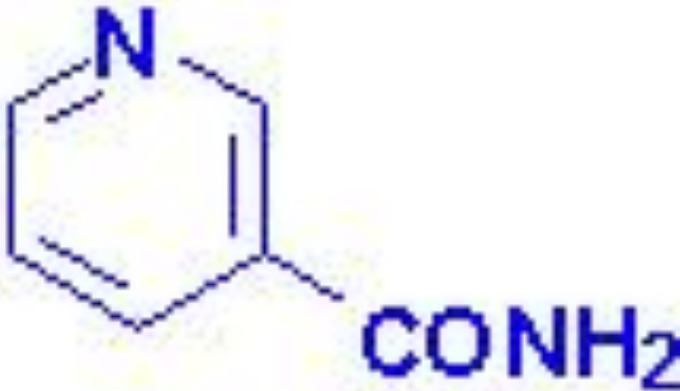
Ör. α -aminoasit oksidaz, ksantin oksidaz, aldehit dehidrojenaz, sitrat döngüsündeki süksinat dehidrojenaz

- **Kaynak=** Karaciğer, maya, buğday kepeği, yeşil lifli sebzeler, süt, yumurta
- **Isıya dayanıklı, ışıktan çabuk bozulur.**
- **Hormonlar (tiroid hormonu, ACTH), ilaçlar (Ör. Klorpromazin) gibi bazı faktörler, riboflavinin aktif hale geçişini engeller.**
- **Eksiklik Durumları:** Ağrılı boğaz, faringeal ve oral mukoza membranlarında hiperemi ve ödem, stomatitis, glossitis (mor ve pürüzsüz dil), dermatitis, ağız kenarları ile ciltte kuruma ve çatlamlar.
- **UV ile bozunur, sıcaklıktan etkilenmez**

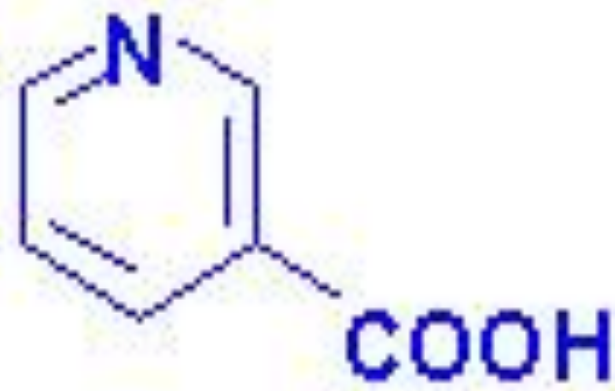
NİYASİN

(Pellegraya karşı koruyucu faktör, PP vitamini)

Nicotinamide



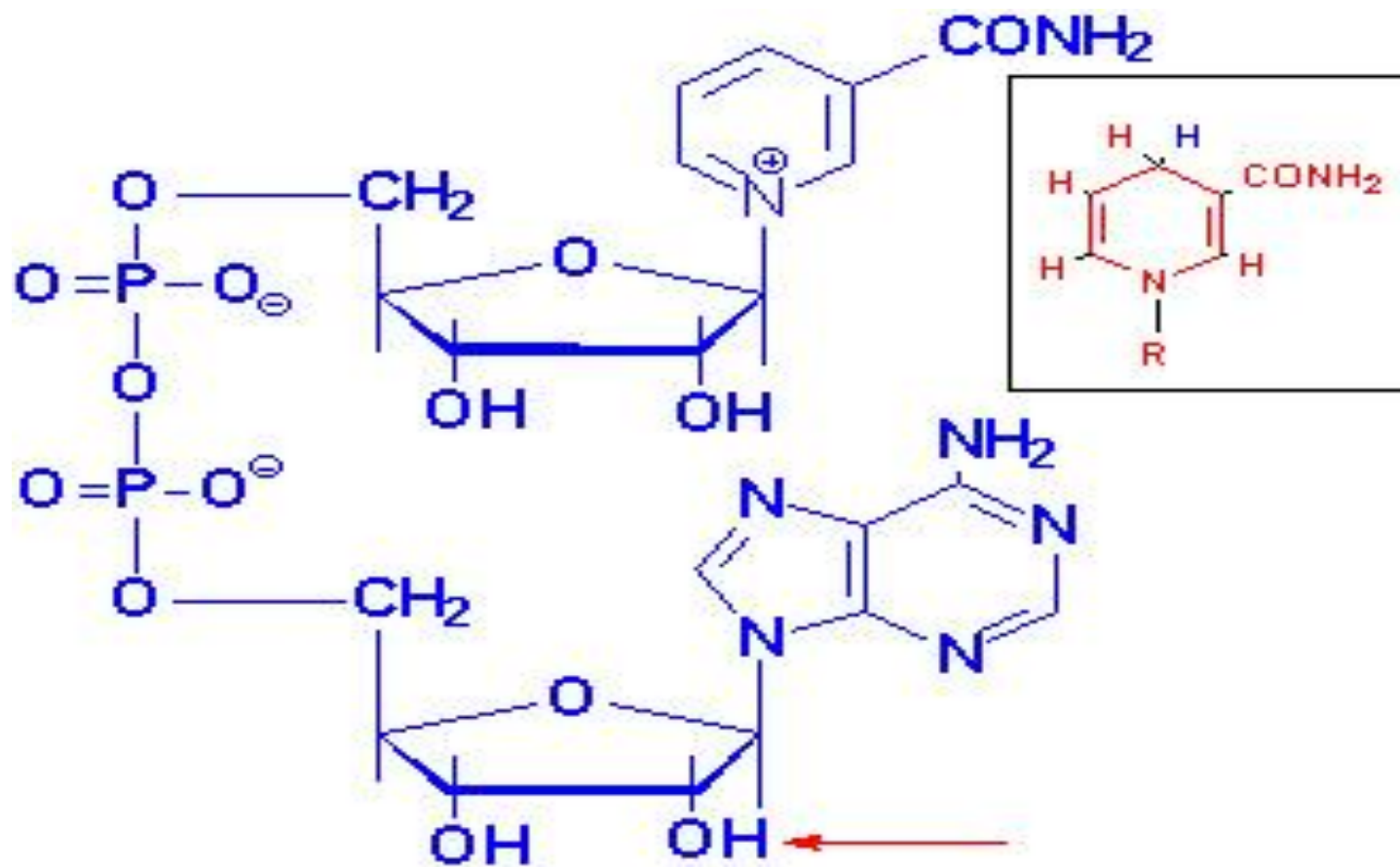
Nicotinic Acid



Yapısı: Piridinin monokarboksilik asit türevidirler.

Koenzim Şekli: NAD (Nikotinamid+Adenin+2 Riboz+2P)

NAD⁺.



- **Kaynak:** Yerfıstığı, bira mayası, buğday unu, balık yağı, süt, karaciğerde organizmada triptofandan sentezlenebilir.
- **Eksiklik Durumları:**
- **3D Sendromu(Pellegra)** Semptomlar; dermatit, diare, demanstır. Kilo kaybı, sindirim bozuklukları, dermatit, depresyon veya demansiyayı içerir. Köpeklerde ise **Kara Dil Hastalığı** gözlenir.

- Eksikliğinin oluşabilmesi için diyetle hem niyasin hem de triptofan bakımından yetersizlik olması gerekir. Aşırı miktarda mısır tüketen toplumlarda görülür.
- Mısır triptofan bakımından fakirdir, hem de niyasinin kullanamayan formunu (niyasidin) içerir. Süpürge darısına bağımlılık da pellegra nedenidir. Yüksek leösin miktarı triptofandan NAD sentezindeki kilit enzimi (kinolinat fosforilazil transferazı) kısıtlar. Yine triptofandan NAD sentezinde vit. B₆ koenzim olarak görev yapar. Vit. B₆ eksikliğide niyasin eksikliğini güçlendirir.

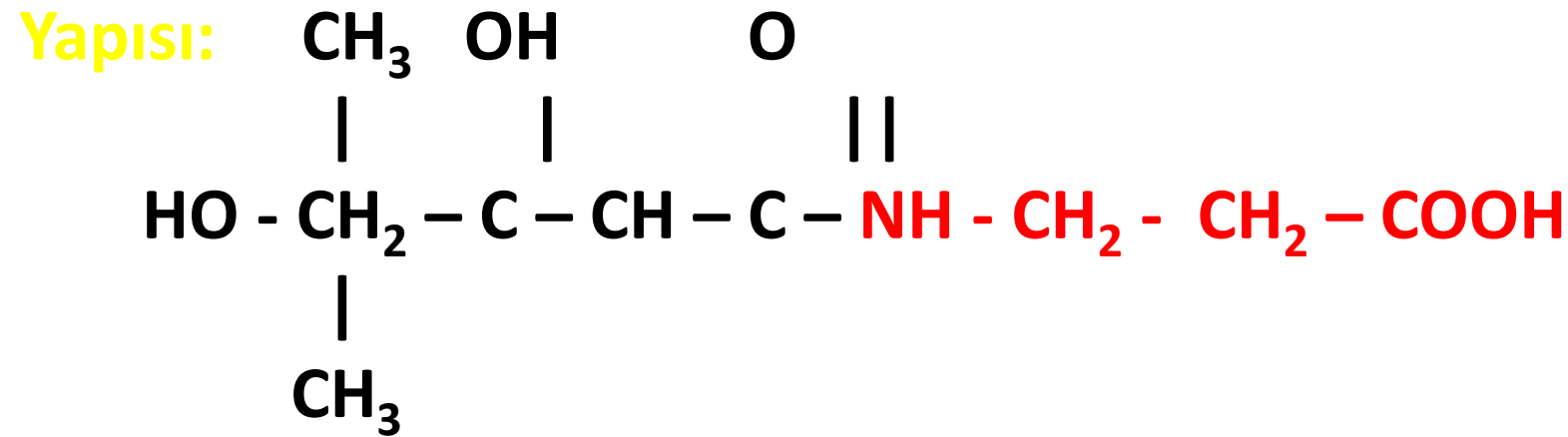
***Triptofan emiliminin azaldığı Hartnup hastalığında**

***Malign karsinoid sendrom;triptofan metebolizmasının serotonine sapması**

SEROTONİN:Triptofandan sentezlenir. Serotonin damarların, solunum ve sindirim kanallarının düz kasları üzerinde etkiye sahiptir. Serotonin doza bağlı olarak vazokonstriktör ve vazodilatör etki eder. Ayrıca bronş kasları tonusunun ve bağırsak peristaltığının regülasyonunu sağlar. Uyku/uyanıklık ritminide düzenler. Fazlalığı serebral aktivitenin artmasına neden olurken eksikliği depresif etki gösterir.

****Niyasin VLDL sentezini azalttığı için insanlarda tip 2 hiperlipidemi tedavisinde kullanılır.**

PANTOTENİK ASİT (B5)

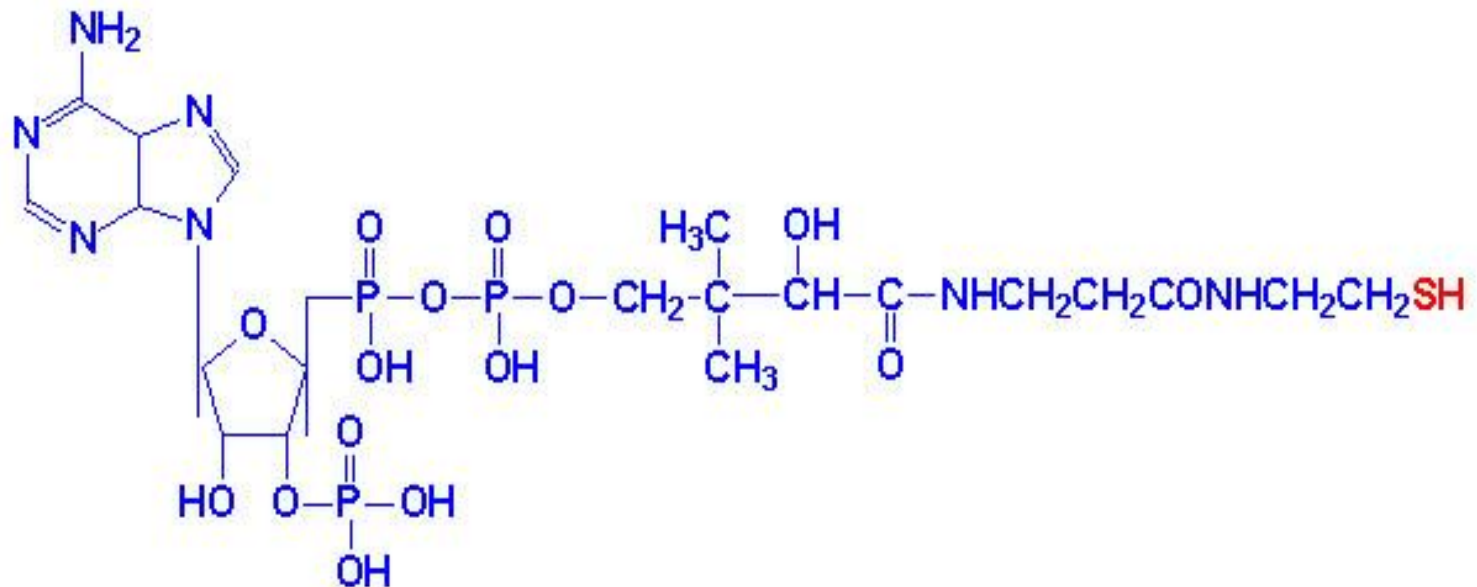


Pantoik asit

β - alanin

Koenzim Şekli: CoA molekülünün yapısına girer CoA açıl ve asitil gruplarının taşınmasında rol oynar. Yağ asitlerinin, steroidlerin ve asetil CoA'nın sentezinde önemlidir.

Coenzyme A



Kaynak: Süt, et, karaciğer, böbrek, yumurta, buğday, pirinç ve diğer kuru sebzelerde bulunur. Sıcaklıkla bozunur.

Eksiklik durumları: Gıda maddelerinde yaygın dağılım göstermesi özellikle hayvansal dokularda tam taneli hububat ve baklagillerde bol bulunmasından dolayı yetersizlik durumları nadirdir. Deneysel olarak hayvanlarda pantotenik asit yetersizliği sindirim kanalı bozuklukları, gastrit, enterit ve cilt lezyonlarına neden olur.

- Sinir sisteminde fonksiyon bozuklukları, Burning feet sendromu
- Köpeklerde arka ekstremitelerde spastik yürüyüş ('goose stepping' kaz adımları)



Pantotenik Asit noksanlığı sonucu 21 günlük bir civciv embriyonu'nun baş kısmında meydana gelen anormallikler.



Tavukta pantotenik asit yetersizliğine bağlı soluk (depigman-tasyon) ve dağınık tüyler.

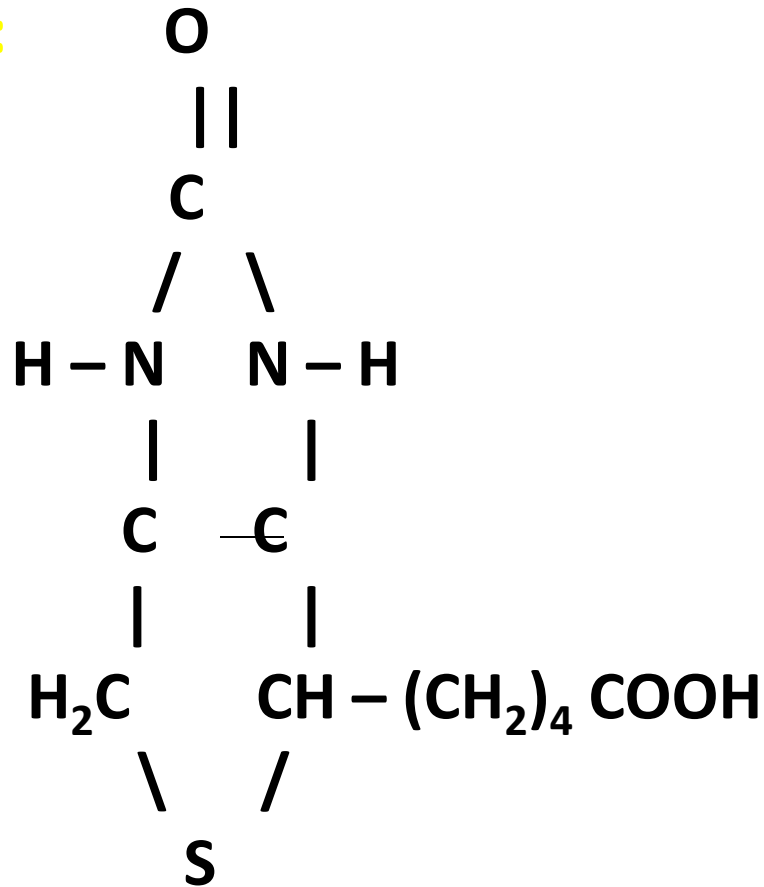


Tavukta pantotenik asit yetersizliği tablosunun dış g r n     n   oluşturan    elerden bazıları: Gaga k   eleri ve g  z kapaklarında, kısmen de ayak parmaklarında değişimler.

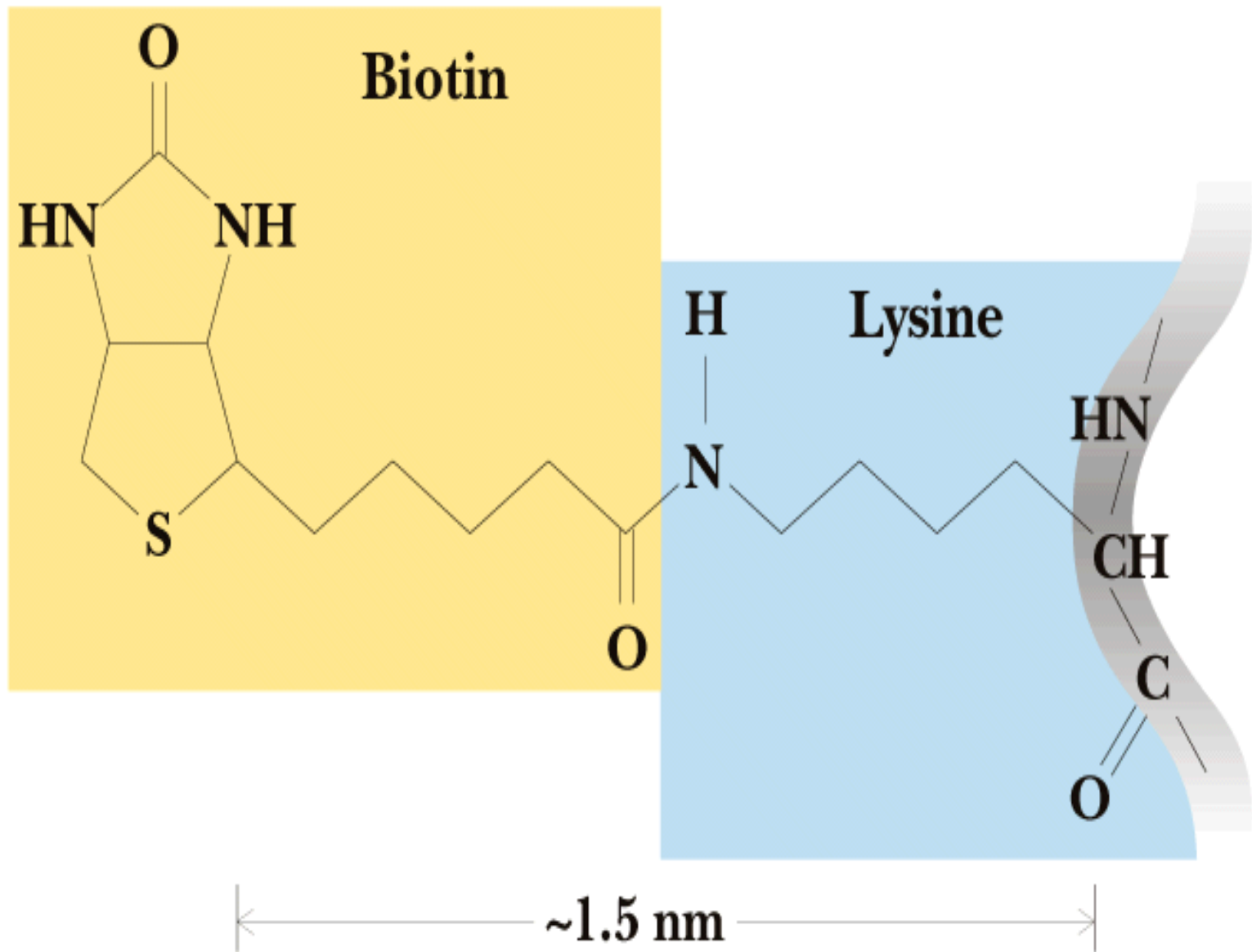


BIYOTİN (H VİTAMİNİ)

Yapısı:



- **Koenzim şekli:** Biyositin (Biotin-lizin konjugatı). Karboksil grubu transferi reaksiyonları ve ATP bağımlı karboksilasyon reaksiyonlarının koenzimidir.



The biotin-lysine (biocytin) complex

- **Kaynak:** Karaciğer, süt ve yumurta sarısında en fazla olmakla birlikte tüm besinlerde bulunur. İnsanlarda biyotin gereksiniminin büyük bir bölümü intestinal bakteriyel sentez ile karşılanır.
- **Eksiklik durumu:** Çiğ yumurta tüketimi biyotin yetmezliğine yol açabilir. Yumurta beyazında biyotin ile çok sıkı bağlanarak emilimini engelleyen ısıya dayanaksız bir protein olan avidin bulunur. Semptomlar depresyon, hallusinasyon, kas ağrısı ve dermatitisi içerir.



Tavukta biotin yetersizliği : Gaga köşelerinde, göz kapaklarında, ayak tabanı ve parmaklarında kabuk bağlanması ve çatlaklar ile seyreden dermatit.





Biotin yetersizliği : Dişi hindilerde perosis. Bacaklarda kalınlaşma ve dışa doğru çarpıklık. Gastroknemiyus kirişi çoğunlukla medial kondilin üzerine kayar (sağda normal bacak). Bu tür belirtilerde biotin yetersizliğinin yanısıra çoğunlukla kolın, manganez veya diğer mikro besin maddelerinin de yetersizliği rol oynar.

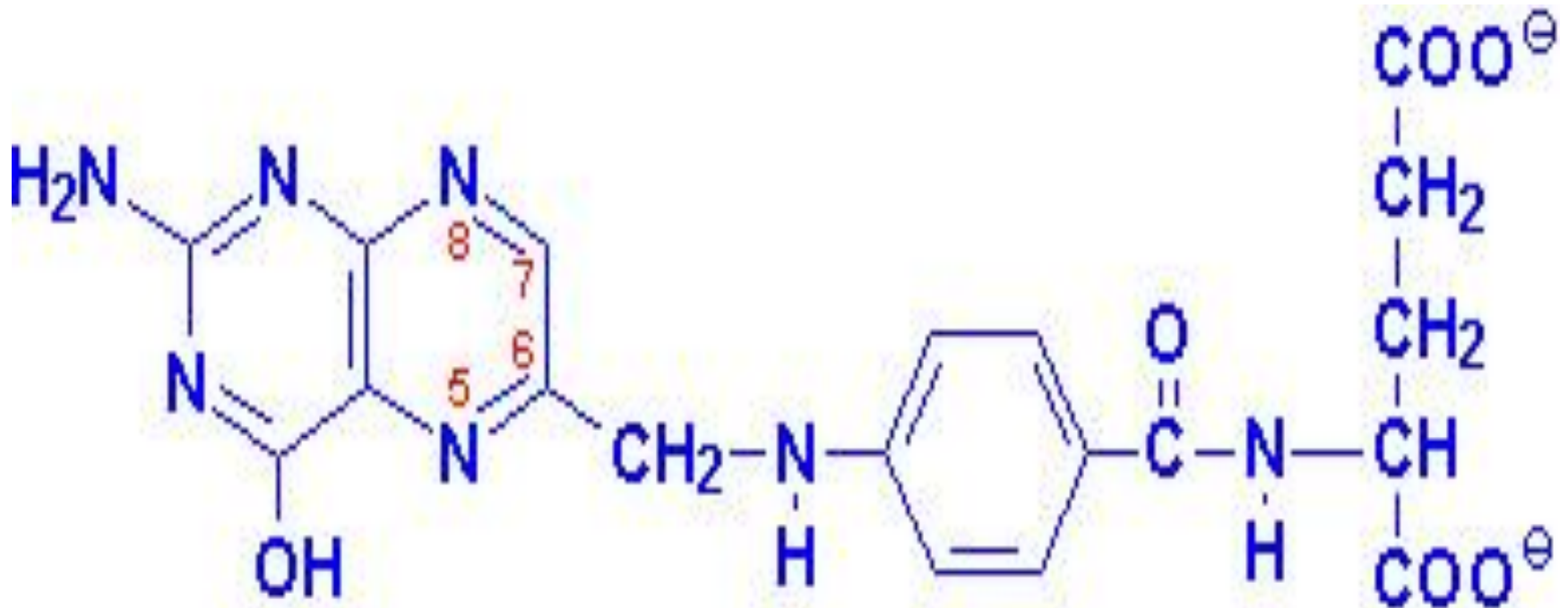


Vizonda, yetersiz biotin alımından ileri gelen şiddetli kıl dökülmesi.

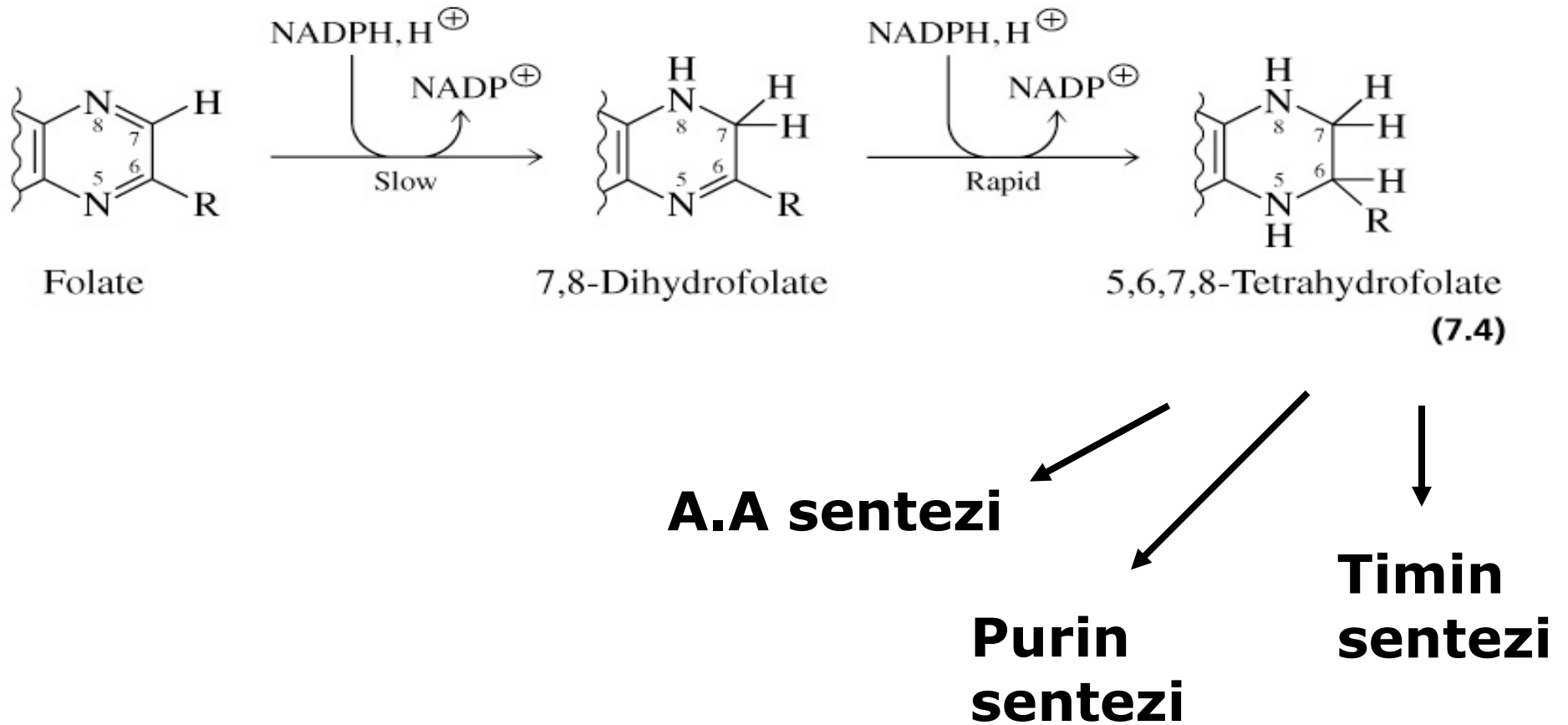


FOLİK ASİT

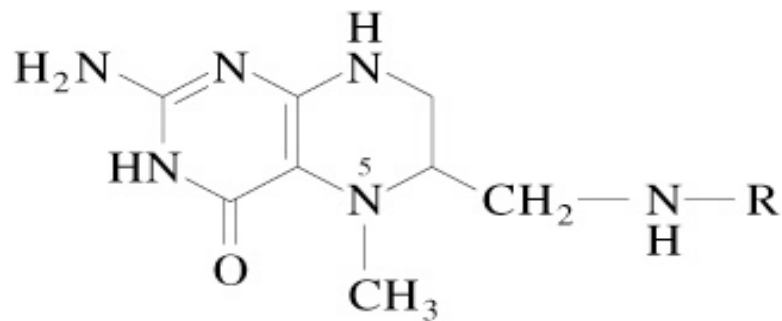
Yapısı: para-amino benzoik asit (PABA), glutamik asit ve pteridin bazından oluşur.



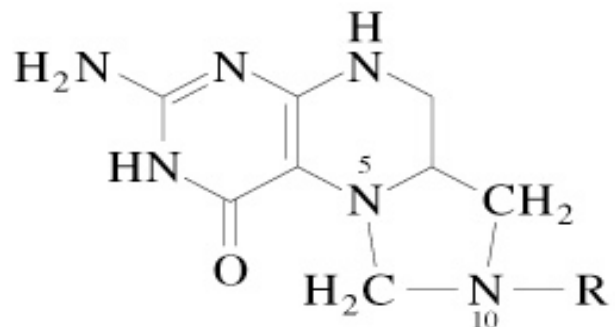
Koenzim şekli: Tetrahidrofolattır. Folat redüktaz enzimi tarafından Tetrahidrofolik asite redüklenir. Bir karbonlu ünitelerin (metil, metilen, formil, formimino) taşıyıcısıdır. Metotreksat gibi ilaçlar folat redüktazı inhibe eder.



THF in 1 C türevleri



5-Methyltetrahydrofolate

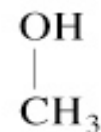


5,10-Methylenetetrahydrofolate

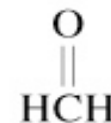


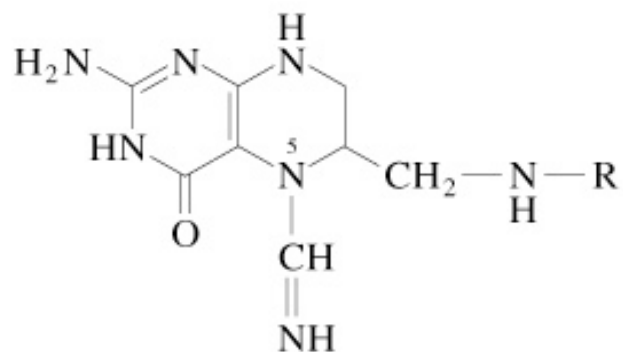
Oxidation level

Methanol

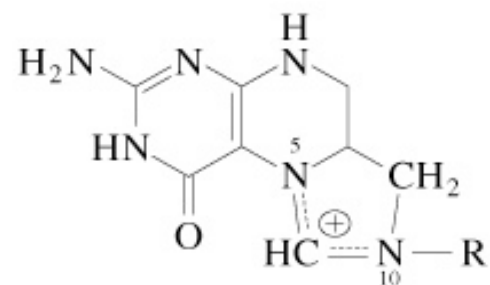


Formaldehyde



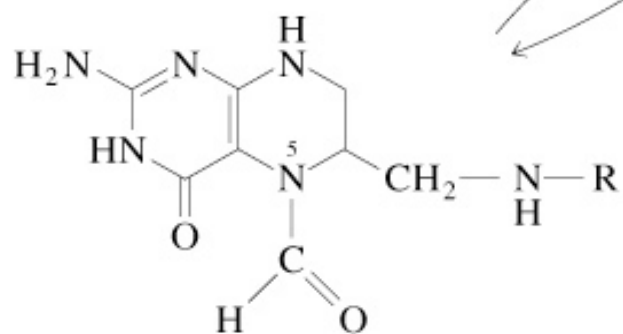
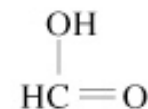


5-Formiminotetrahydrofolate

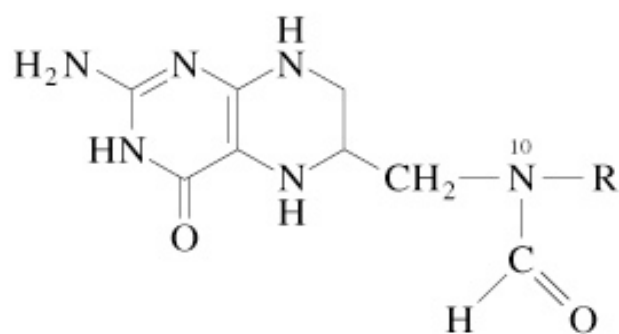


5,10-Methenyltetrahydrofolate

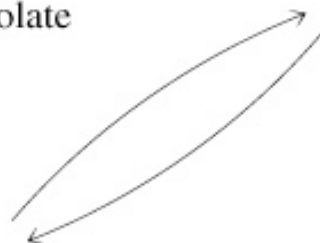
Formic acid



5-Formyltetrahydrofolate



10-Formyltetrahydrofolate



Kaynak: Ispanak gibi yeşil bitkiler, karaciğer,süt, tahıl ürünleri, hububatlar, maya

- *Mikroorganizmalar folik asit sentez edebilirler. Mikroorganizmaların gelişmesi için folik aside ihtiyaç duyarlar. Sulfonamidler PABA ile yarışır. Yapıya sulfonamidler girince folik asit sentezlenemez ve mikroorganizmalar ölür.**
- *Uzun süre ağız yoluyla alınan sulfonamidlerin bakteriyostatik etkileri yanında, insanlarda folik asit noksanlığı meydana getirir. Çünkü insanlar için gerekli olan folik asit sentez eden bağırsak bakterilerinin büyük kısmının zarar görmesidir**

Eksiklik durumları: **Büyümede yavaşlama **Megaloblastik anemi

Tetrahidrofolik aside bağlı enzimler pürin ve timin sentezine katılır. Eksikliğinde DNA sentezi yavaşlar.

Megaloblastik anemi, kan hücrelerinde dolaşımda erken şekillenmesi görülür. Eksiklik durumunda mitoz oranı artar.

- **Antibiyotik kullanımı ,alkolizm,ince bağırsak bozuklukları Folik aside olan ihtiyacı artırır.**
- **Embriyonik dönemde nöral tüp defektlerini önler.**
- **Ağız boşluğu mukozası ile diyareye yol açan mide-barsak sistemi bozuklukları diğer folik asit yetersizliği semptomlarıdır.**
- *** Histidinin parçalanması sırasında ara basamak olarak oluşan formiminoglutamik asit (figlu), folik asit eksikliği halinde tam olarak glutamik asit ve formiminotetrahidrofolik aside dönüşemez ve idrarla atılır. Folik asit eksikliğinin erken teşhisinde bundan yararlanılır ve histidin yükleme testi yapılır.**

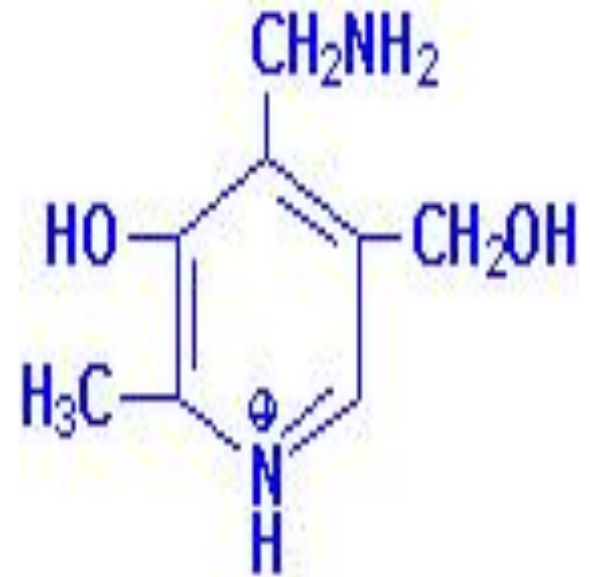
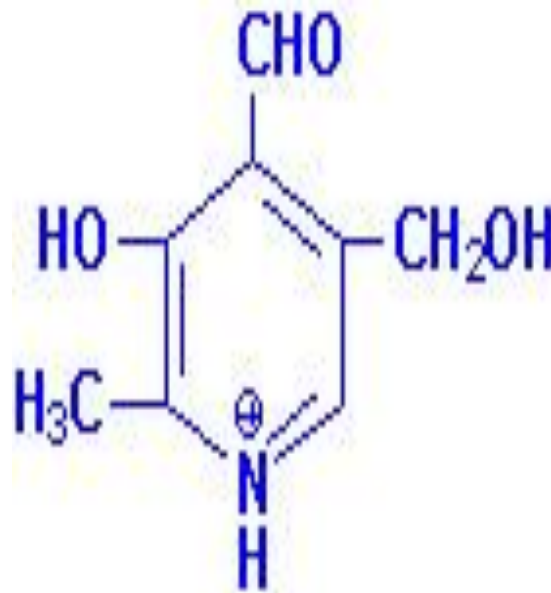
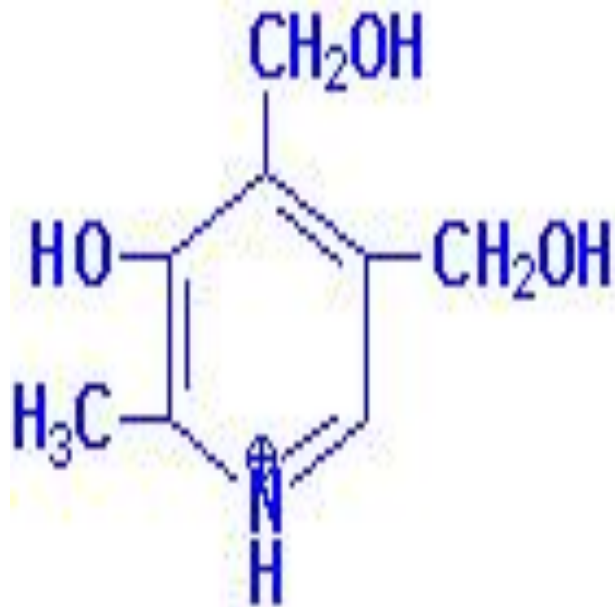


Vitamin B₆ (Piridoksin)

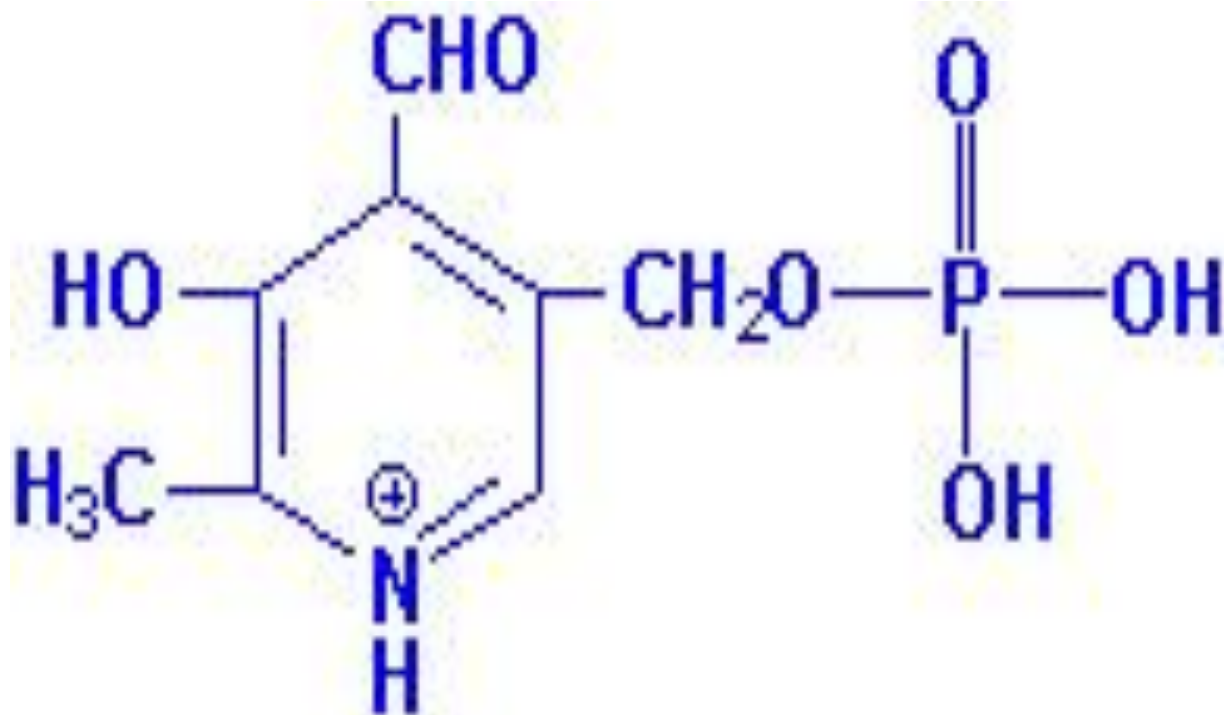
Piridoksin

Piridoksal

Piridoksamin



- **Koenzim Şekli: Piridoksal fosfat.**



- **Aminoasitlerin dekarboksilasyon, transaminasyon ve dezaminasyon reaksiyonlarına giren bütün enzimler koenzim olarak piridoksal fosfata ihtiyaç duyarlar.**
- ***Transaminazlar reversibl reaksiyonla amino gruplarını, amino asitlerden alfa-keto asitlere aktarırlar.**
- ***Decarboksilazlar amino asitlerden, histamin, hidroksitiramin, serotonin, gamma-aminobütirik asit, etanolamin ve taurin gibi biyogen aminler oluştururlar.**
- **Triptofandan NAD sentezinde gereklidir.**
- **Amino asitlerden su ve H₂S ayrılması reaksiyonlarında gereklidir.**
- **Glikojenolizisde etkilidir. Glikojen yıkımında görevli fosforilaz enzimine ait etki mekanizmasının tamamlayıcı bir kısmıdır.**
- **Kaynak:** Buğday, mısır, yumurta, karaciğer, çeşitli et, maya, avakado, muz ve sebzelerde bulunur.

- **Eksiklik Durumları:** Enfeksiyon durumlarında, hamilelikte laktasyonda, alkoliklerde, antitüberkülotik ilaç olan izoniyasid pridoksine olan ihtiyacı arttırır. İzoniyasid piridoksal ile hidrazin oluşturarak B₆ vitamini eksikliğini uyarabilir.
- Eksiklik durumları nadirdir. Ratlarda ve maymunlarda deneysel olarak vit. B₆ eksik diyetle beslenirlerse dermatitis ve neuro patolojik değişiklikler gelişir. Nörolojik semptomlar neuro transmiter olan α - amino bütürik asit (GABA)'nın sentezindeki azalma nedeniyledir.



Göz kapaklarında B₆ vitamini yetersizliğine bağlı iltihaplı ödem (tavuk)



B6

Kanatlıda B₆ vitamini yetersizliği: kaba, yetersiz tüylenme, zayıflık ve hareket bozuklukları.

Lipoik Asit(Tioktik Asit)

- **Çeşitli bitki ve hayvansal organizmalarda çok az miktarda bulunur. Piruvatın, asetil CoA'ya aktarılmasında görev yapan enzimin koenzimidir.**
- **Hayvanlar lipoik asit sentez edebilirler**
- **Lipoik asit enzimde lizin aa nin ϵ -amino grubuna amid bağıyla bağlı olarak bulunur**



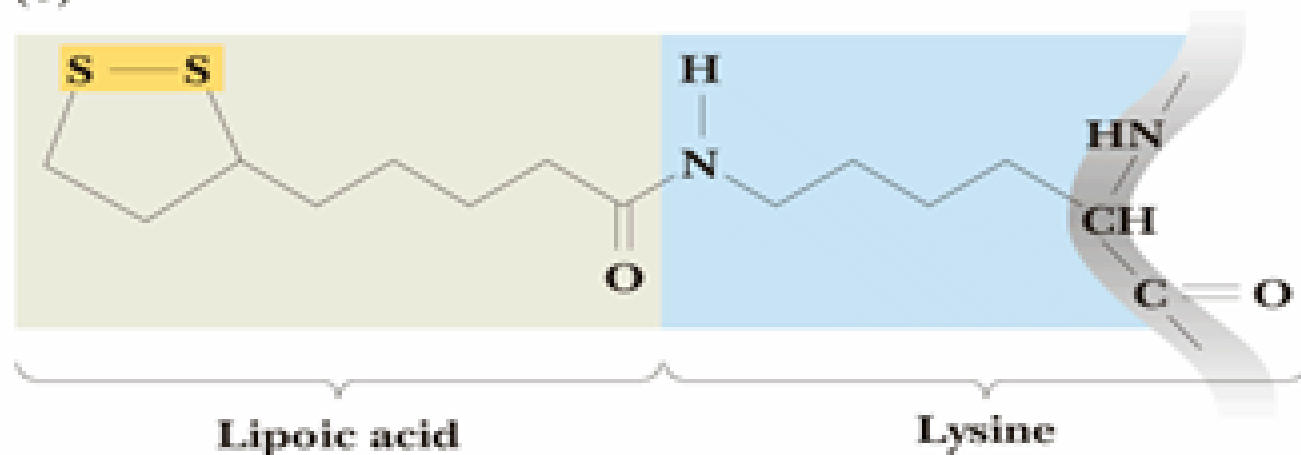
Lipoic acid, oxidized form

(b)



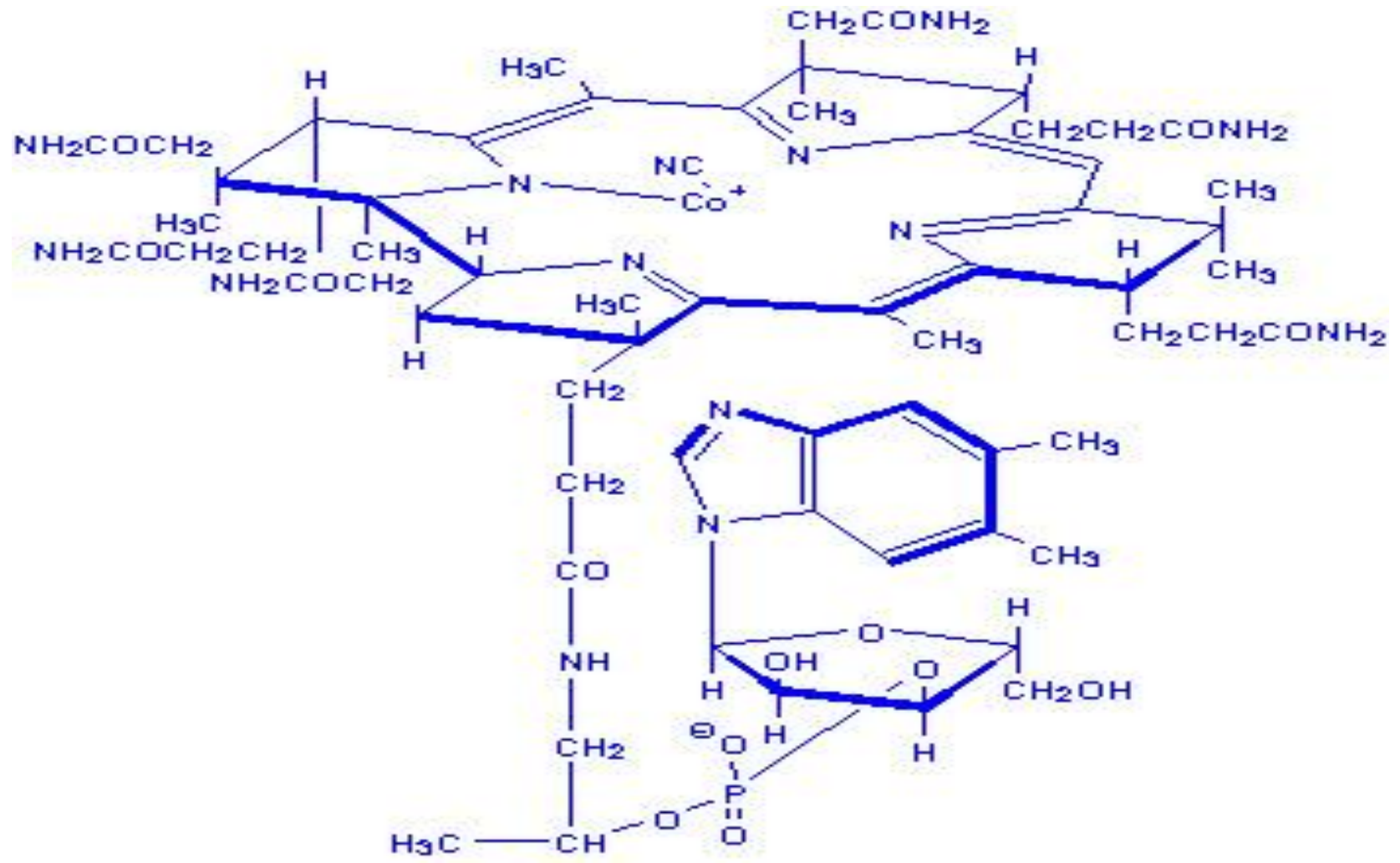
Reduced form

(c)



Lipoamide complex

Siyano kobalamin

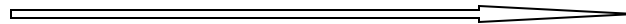


- **Yapısı:** Porifirin halkasına benzeyen bir corrin halka türevidir. Merkezde Co^{+3} vardır. Co 6 koordinasyon bağı yapar. Co bağlı R grubu CN ise siyanokobalamin olur.
- $\text{R}=\text{OH}$ ise hidrosikobalamin
- $\text{R}=5'$ dezoksiadenozil ise dezoksiadenozil kobalamin
- $\text{R}=\text{CH}_3$ ise metil kobalamin.
- **Koenzim Şekli:** 5' dezoksiadenozil kobalamin ve metil kobalamindir.

5' dezoksiadenozil kobalamin

Metilmalonil CoA

Süksinil CoA

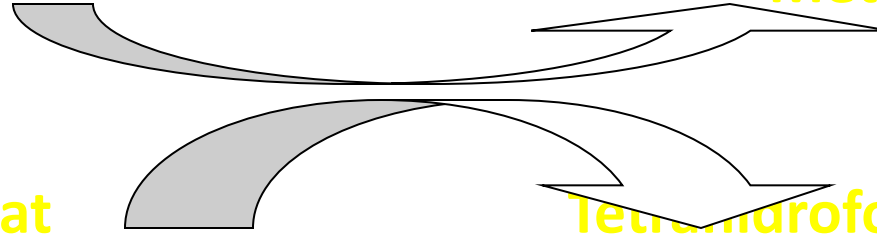


Propiyanatın sitrat siklusu üyelerinden birine dönüşüm yolunda anahtar bir reaksiyondur ve glukoneogenez olayında önemlidir.

metiyonin sentetaz

Homosistein

Metiyonin



metil kobalamin

Bu reaksiyon ile metiyonin depoları elde edilmiş olur ve pürin, pürimidin ve nükleik asit sentezine katılmak üzere serbest tetrahidrofolat sağlanmış olur.

- **Kaynak:** Bitkilerde bulunmaz, gastrointestinal sistemdeki mikroorganizmalarda sentezlenir. Karaciğer, süt, yumurta ve tavuk gibi hayvansal gıdalarda bulunur.

- **Eksiklik Durumları:** B₁₂ eksikliği et yiyenlerde nadirdir, ancak eksikliği vejetaryen olanlarda görülür. Emiliminde midenin HCl salgılayan gastrik perietal hücrelerinden sentezlenen intrinsik faktör önemlidir. IF-B₁₂ kompleksi tripsin, pepsin, kimotripsin gibi proteazlara dayanıklıdır. IF-B₁₂ kompleksi ileumdan emilir. IF eksikliğine bağlı olarak vit. B₁₂ emilemez ve **pernisiyöz anemi** oluşur. Homosistinüri metil malonik asidüri görülür. Uzun süren eksiklik durumlarında sinirsel bozukluklarda (omurilik nöronlarının eksen silindrinde dejenerasyon) şekillenir. Bu bozuklukların insanlarda B₁₂ vitamini verilmesiyle giderilmesi güçtür.
- **Pernisiyöz anemi:** Normal IF'ün yetersiz sekresyonundan dolayı vit. B₁₂ 'nin emilememesi sonucu oluşan bir megaloblastik anemidir.





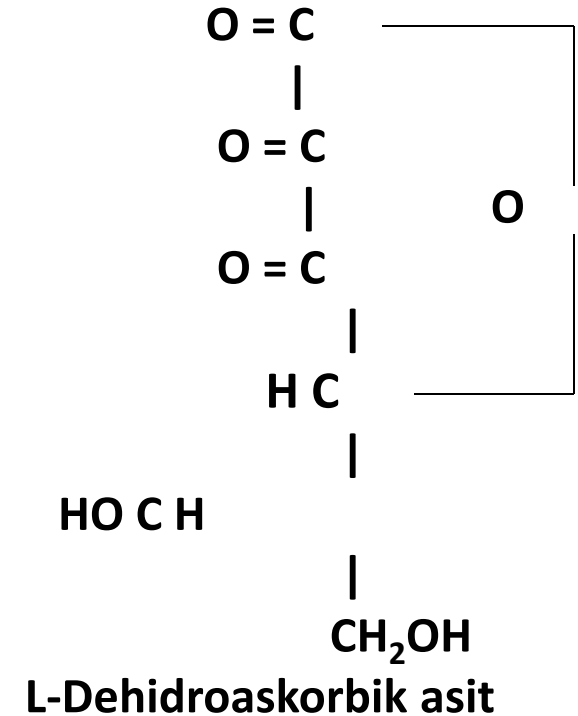
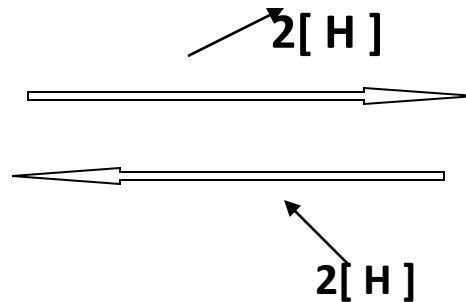
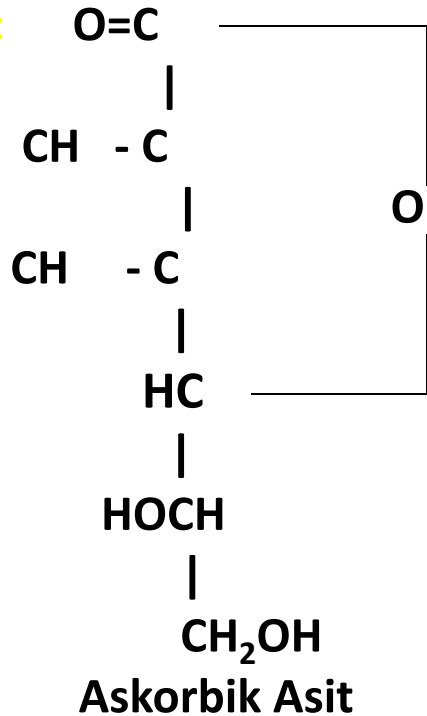




Pilie B₁₂ vitamini noksanlığı: Ayak parmaklarında bükölme, gelişme noksanlığı, tüylerde kabarıklık.

Vitamin C (Askorbik Asit)

Yapısı:



Glukoz $\Rightarrow$ Glukuronik asit $\Rightarrow$ L-Gulonik asit $\Rightarrow$ L-Gulonolakton

L-Gulonolakton
oksidaz

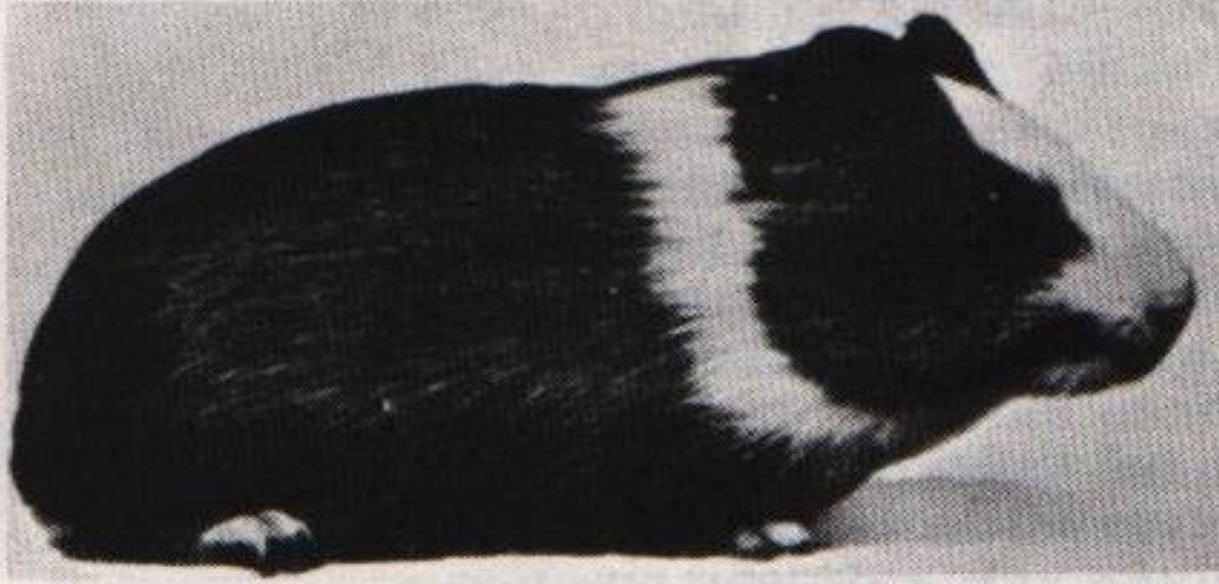
L-Askorbik asit

3-Keto L-Gulonolakton

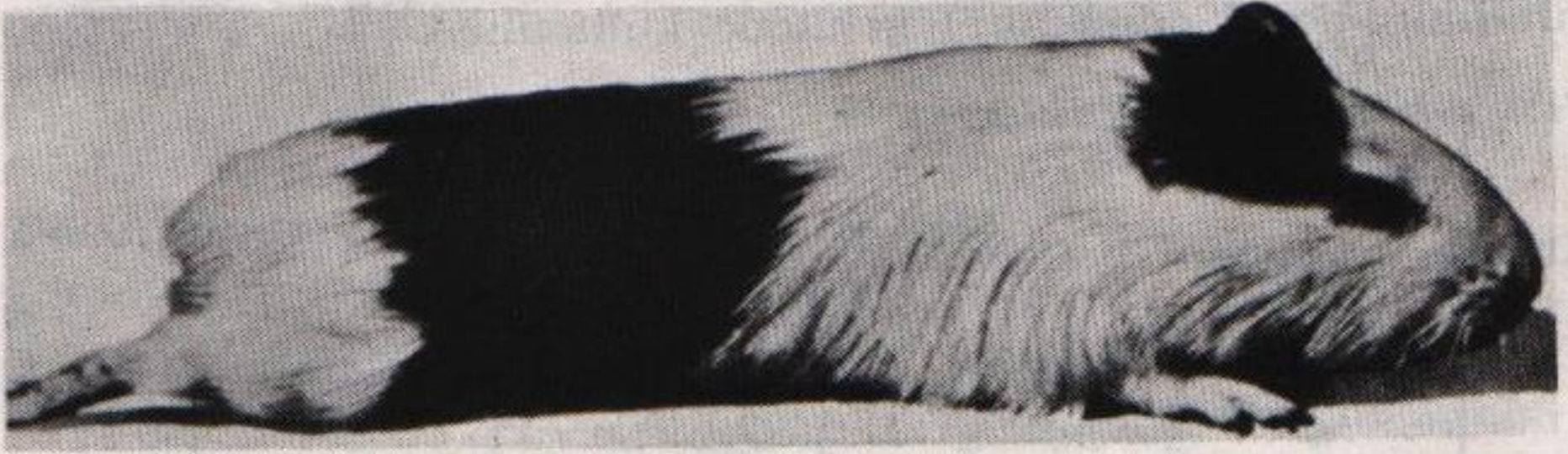
- Memelilerde karaciğerde, bu enzimi bulunduran kuşlar, kurbağa ve sürüngenlerde böbrekte vit. C sentez edilir. İnsanlar, primatlar ve kobaylar bu enzime sahip olmadığından vit. C' yi sentez edemezler.
- Vit. C kuvvetli bir indirgendir. Antioksidan özellikli bir maddedir.
- Kollajen sentezinde prolin ve lizinin hidroksilasyonlarında görevlidir.
- Gebelik, laktasyon, stres, ateşli hastalıklar gibi durumlarda vücudun ihtiyacı artar.
- Tetrahidrofolik asit sentezi askorbik aside bağlıdır. Askorbik asit eksikliğinde sekonder tetrahidrofolik asit eksikliği oluşur.
- Demir emilimi vit. C varlığında belirgin olarak hızlanır.
- Epinefrinin tirozinden sentezinde dopamin β -hidroksilaz basamağında gereklidir.
- Safra asit oluşumunda 7α -hidroksilaz başlangıç basamağında görevlidir.

- **Kaynak:** Yeşil sebzeler, meyveler, domates, turunçgiller, karaciğer, süt.
- **Eksiklik Durumları:** Skorbüte bağlı olarak deri altında, diş etinde, iç organlarda kanamaya meyil artar.
- Kollogen metabolizmasının bozulmasıyla kemik yapımı ve büyümesinde değişiklikler, dişlerin gevşemesi ve düşmesi, deride sertlik ve çatlaklıklar görülür.
- Danalarla domuz yavruları ilk 10 hafta yeterli miktarda C vitamini sentez edemezler. Ayrıca belirli stres faktörlerinin etkisi ile (ısı, soğuk, enfeksiyöz ve paraziter hastalıklar, diyetik dengesizlikler) gelişmiş evcil hayvanlarda C vitamini ihtiyacı artar. Tavuklarda gelişme, yumurtlama ve yumurta kabuğu niteliğinde bozukluklar ortaya çıkar.

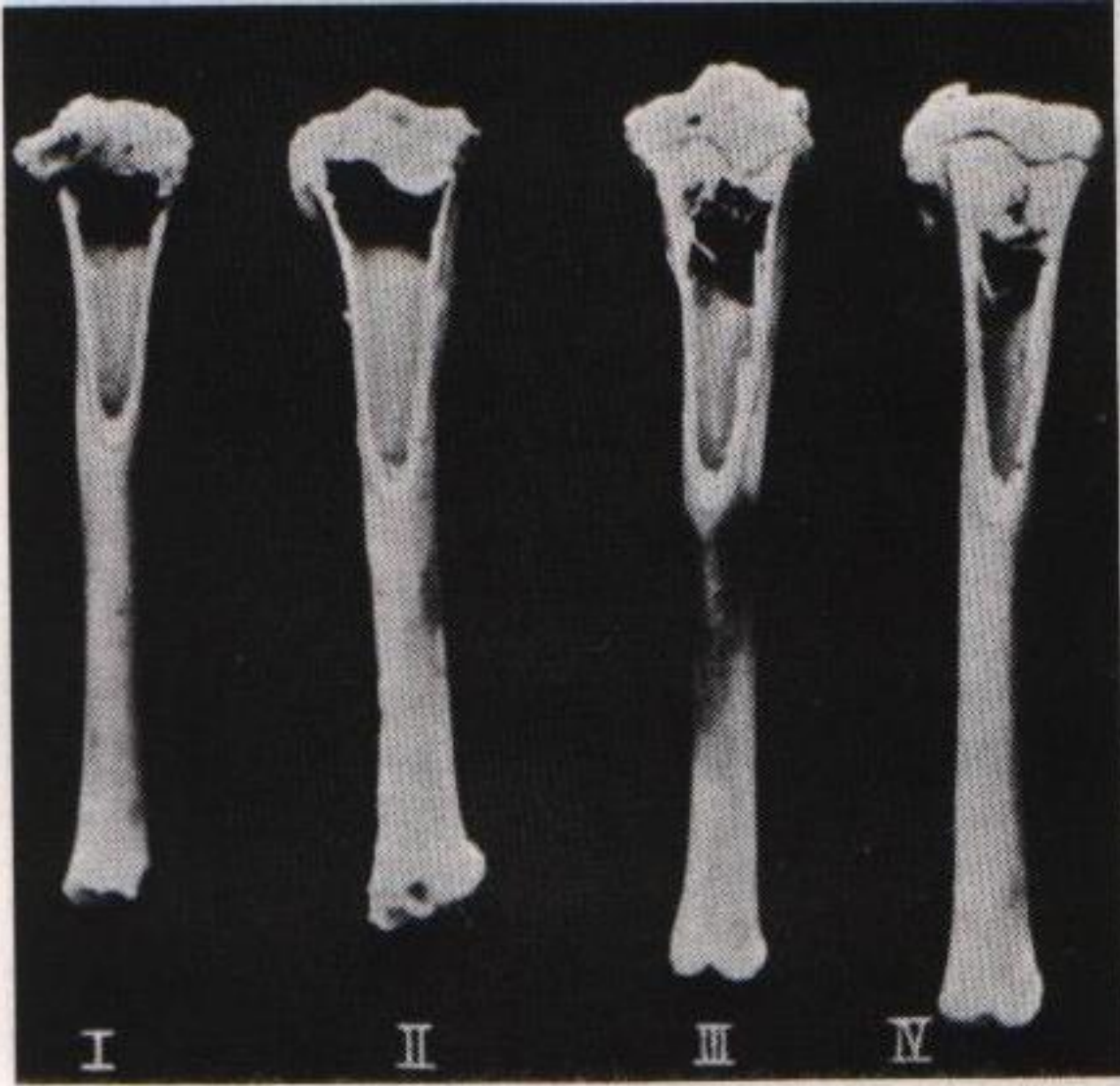




Normal beslenmiş bir kobay



C-hipovitaminozlu bir kobay: Atrofik ayak kaslarının yükünü hafifleten karın üzeri duruş.



C vitaminini kaval kemiği ossifikasyonu ve gelişimi üzerindeki etkisi (kobay).

VİTAMİN A

(Retinol, Epitel Koruyucu Vitamin)



***Retinoller olarak bilinirler. Retinol , retinal, retinoik asit olmak üzere üç formda bulunur.**

***Provitaminler**

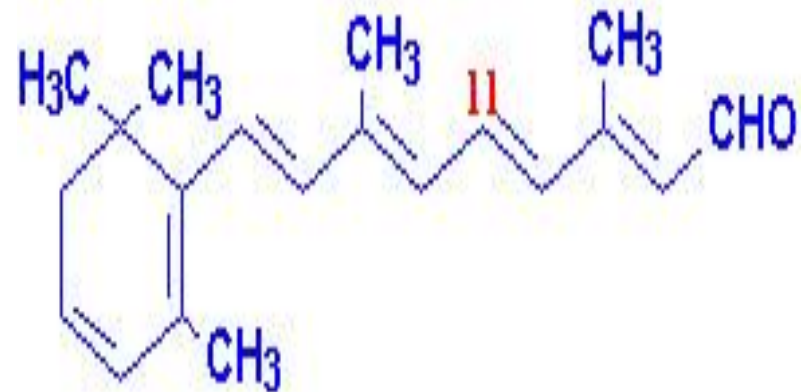
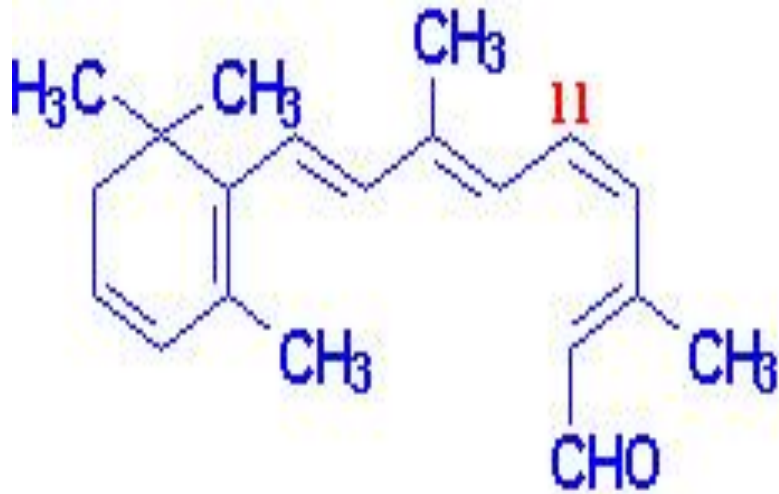
Alfa karoten

Beta karoten

Gamma karoten

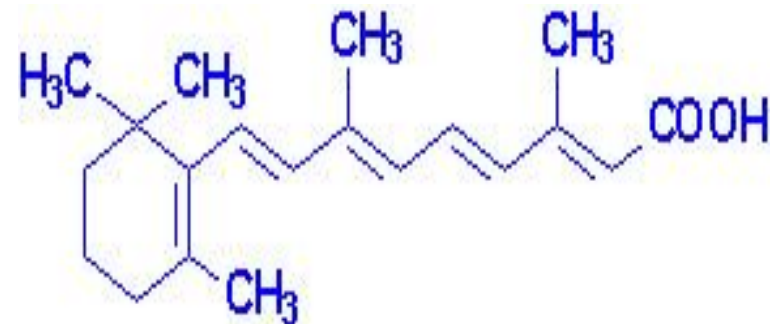
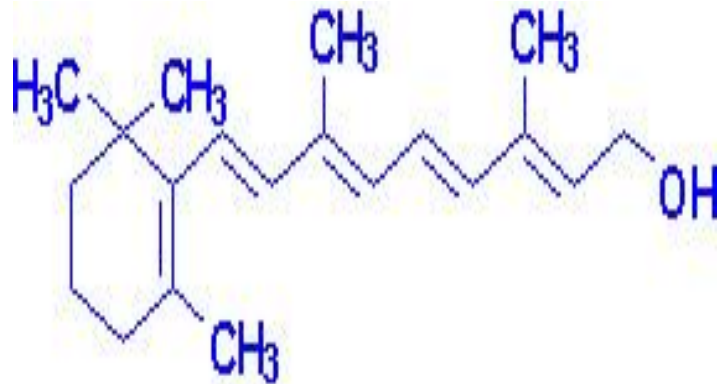
***Sebzelerde bulunan β karoten oksidatif parçalanma ile Vitamin A'ya dönüşür. Dönüşen barsak mukozası başta olmak üzere karaciğer ve meme bezlerindedir.**

All-trans-retinal



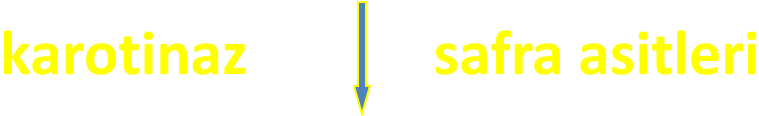
11-cis-retinal

- **Retinol**



Retinoic Acid

- **β -karoten (besin) sebze**



- **retinal**

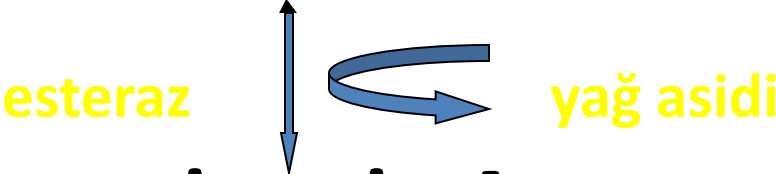


- **retinol**

- **retinoik asit**



- **Vitamin A-ester (retinol)** (hayvansal besinler)



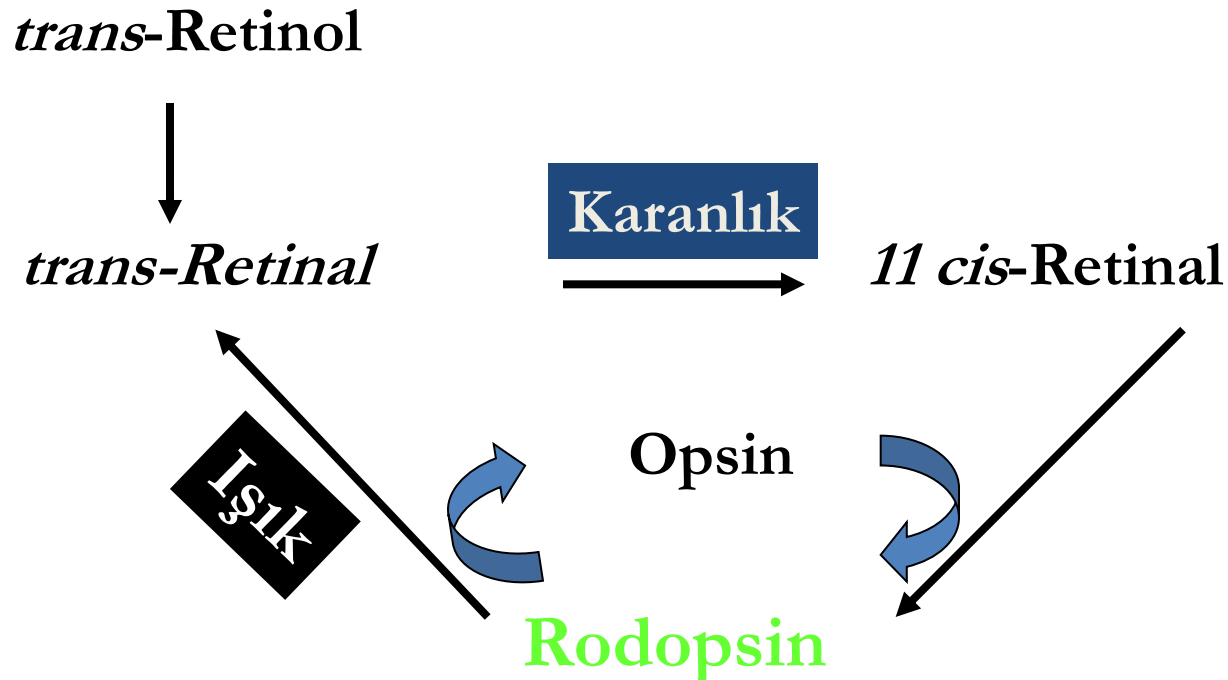
- **vitamin A**

- Retinolün büyük kısmı yağ asitleri ile ester oluşturur şilomikronların yapısına katılır.
- Vitamin A şilomikronun yapısına katılır karaciğere gelir ve lipoglikoprotein olarak depolanır. Gerekğinde hidrolize olup retinol bağlayıcı proteine bağlanır. (RBP)

Kaynak: Yeşil yapraklı bitkiler, mısır gluten unu, havuç, patates, kayısı, ıspanak ve turp yaprakları, mısır, domates ve domatesten elde edilen ürünler, karaciğer, yumurta sarısı, balık yağı, süt, böbrek, tereyağ

Fonksiyonları

- * **Görmedeki rolü:** Retinal görme pigmenti olan rodopsinin bir komponendir.



***Organizmadaki rolleri**

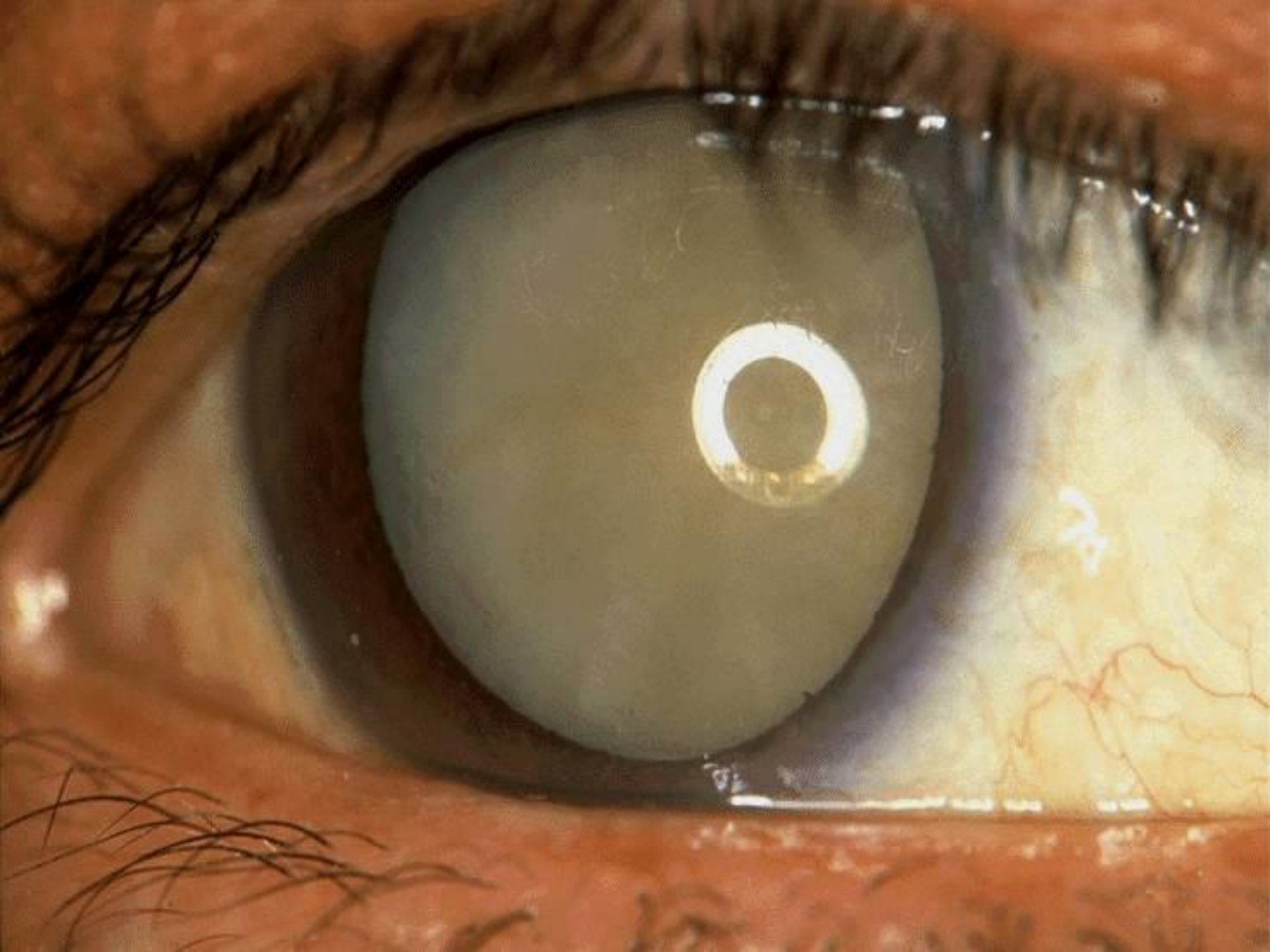
Retinoik asit glikoprotein sentezine katılır. Epitel hücrelerinin büyüme ve farklılaşmasını artırır. Epitel dokunun yapısının korunması için gereklidir.

- 1. Üreme (sperm ve yumurta üretimi)**
 - 2. Solunum sistemi (mukus salgılanması)**
 - 3. Sindirim sistemi (sindirim sistemi mukozasının korunması)**
 - 4. Boşaltım sistemi (keratinleşmenin önlenmesi)**
 - 5. Ayrıca Vitamin A büyümede önemlidir . Normal kemik gelişimi, serebrospinal sıvı basıncının ayarlanması ve deride anormal değişimleri önler.**
- Antoksidan etkiye sahip bir vitamindir. Düşük oksijen basıncında serbest, peroksitradikallerinin dokularda yakalanmasında rol oynayarak antikanserojen aktiviteye sahiptir. B-karoten düşük O_2 basıncında etkili olduğundan daha yüksek O_2 basıncında etkili olan vit. E'nin antioksidan etkisini tamamlar.**

- **Eksiklik Durumları:**
- Gece körlüğü oluşur.
- Büyümede gerileme
- Göz retinası ve kornea'da yapısal bozulmalar, göz sinirlerinde yapısal ve fonksiyonel bozukluklar
- Daha ileri eksiklik durumlarında muköz sekresyonda azalma, göz, akciğer, gastrointestinal ve genito üriner kanallara ait epiteliyal dokularda keratinizasyon oluşur. Göz dokusunun bozulması olan kseroftalmi (korneanın ve konjunktivanın kuruması körlüğe neden olur.
- **Fazlalık Durumları:** Deride kuruluk, hepatik büyüme, eklem ağrısı.

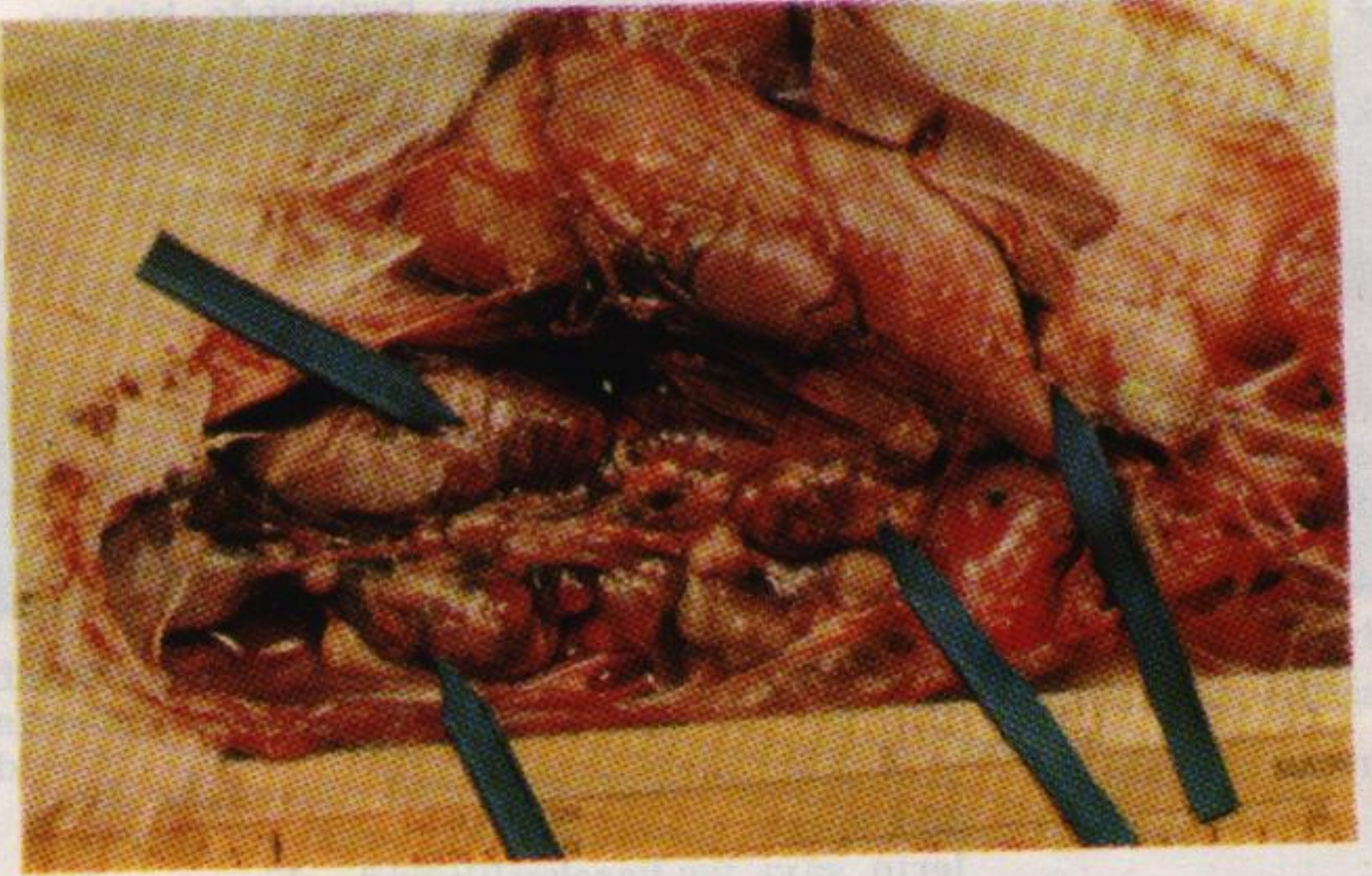


Arctostaphylos
pyramidalis





Tavukta A vitamini eksikliği; ağız ve yemek borusu mukozasında hiperkeratoz.



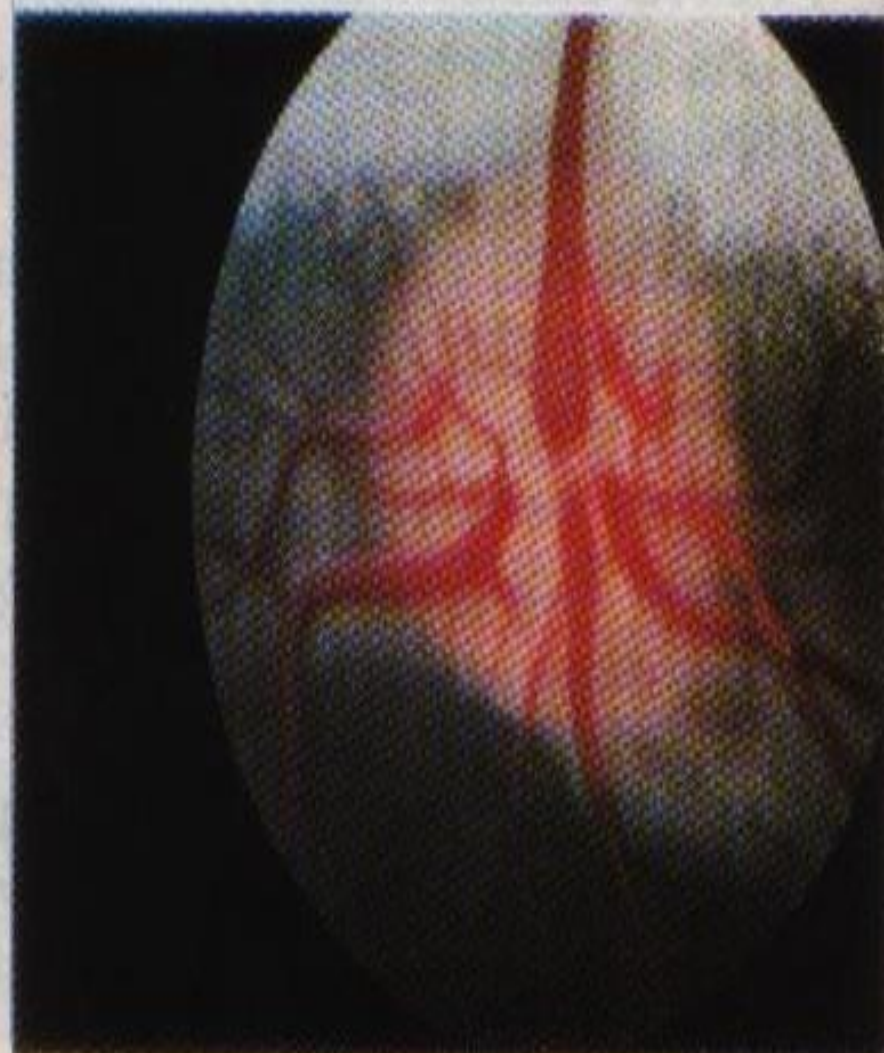
Tavuğun iç organlarında A vitamini yetersizliğine bağlı kireç birikimleri. Oklar belirgin olarak görülen kireç birikimlerine işaret etmektedir.



«A vitamini noksanlığı nedeniyle doğumdan önce ölmüş bir buzağı».



Sağlıklı bir danada Nervus opticus girişi ile etrafındaki retina bölümünü içeren gözdibi.



Papilla nervi optici, danada A vitamini yetersizliği teşhisine yardımcı olur.



A vitaminince zayıf rasyonla beslenen buzağılarda meydana gelen körlük. Gözlerin bilhassa fırlamış olması dikkati çekmektedir.

A vitamini yetersizliğinde İnsan ve tavukta gözlerde yapısal bozukluklar

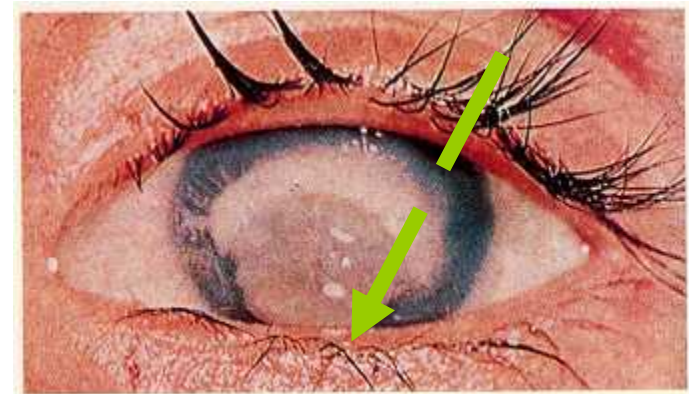


Fig. 3 Keratomalacia in a young child.

**Genç bir çocukta görülen
kerotomalasiz**





Fig. 4 Follicular hyperkeratosis resulting from vitamin A deficiency resembles "gooseflesh" but can be distinguished from it because the bumps do not disappear when the skin is rubbed. These lesions commonly appear on the lateral surface of the arm and extensor surface of the thigh.



VİTAMİN D (Antiraşitik Vitamin)

- **Prekursorleri**

- 1. Ergosterol (vitamin D₂ olarak bilinen ergokalsiferolün prekursoru – bitki, maya ve mantarlarda bulunur)**
- 2. 7-dehidrokolesterol (vitamin D₃ olarak bilinen kolekalsiferolün prekursoru – hayvanlarda bulunur)**

- **Ergosterol (Bitkilerde bulunan bir sterin)**



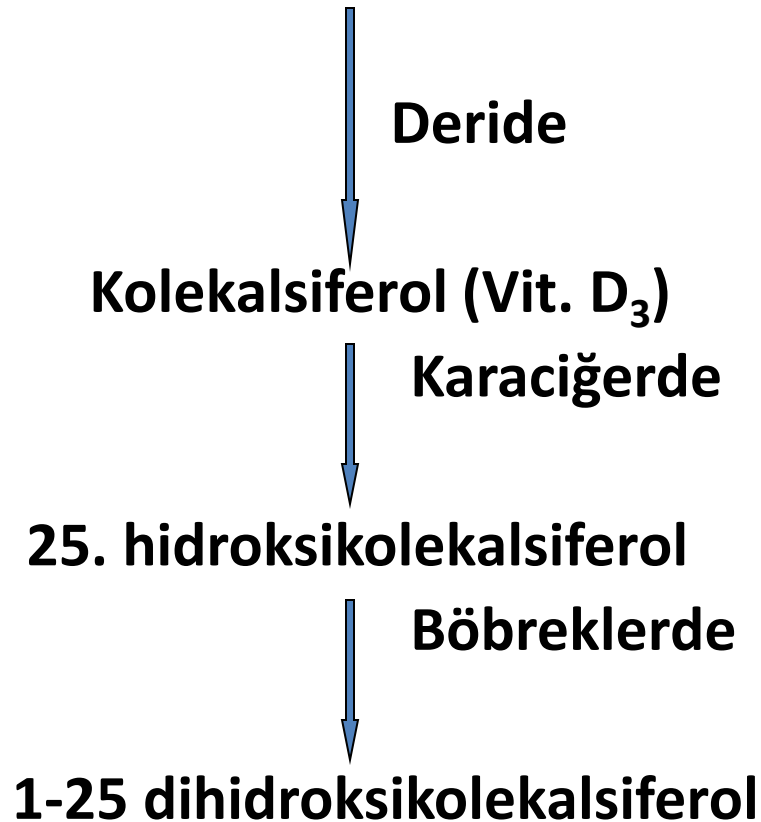
Ultraviyole

Işınlardan

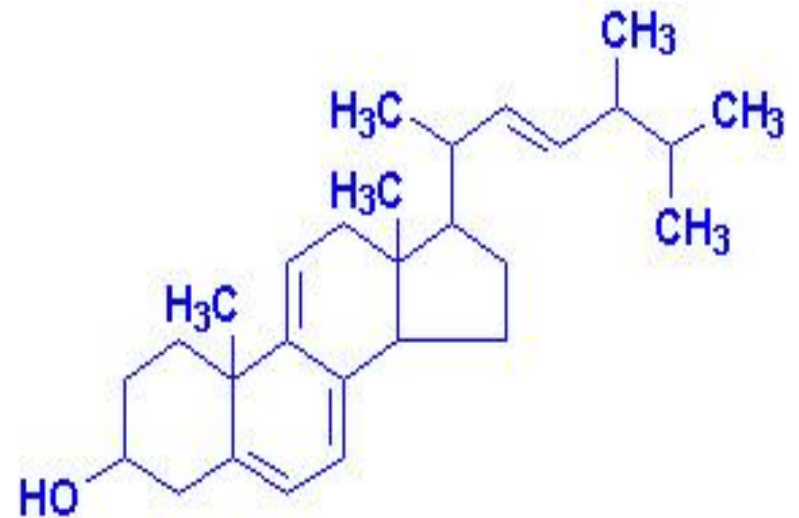
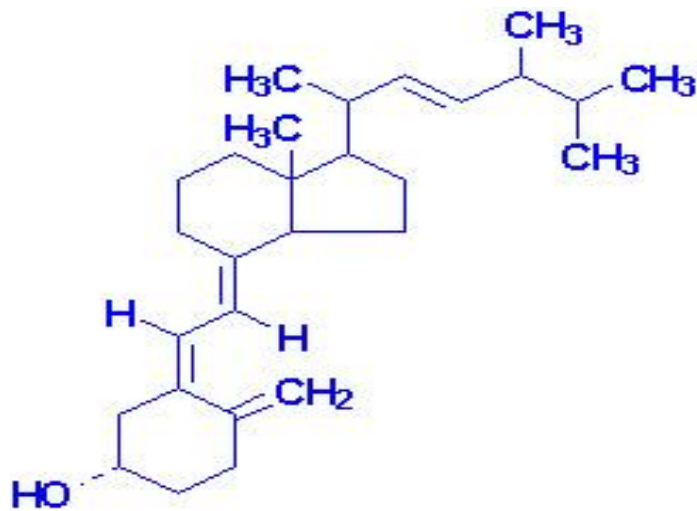
Etkisiyle

Ergokalsiferol (Vit. D2)

- **7-dehidro kolesterol (Hayvanlarda bulunur)**

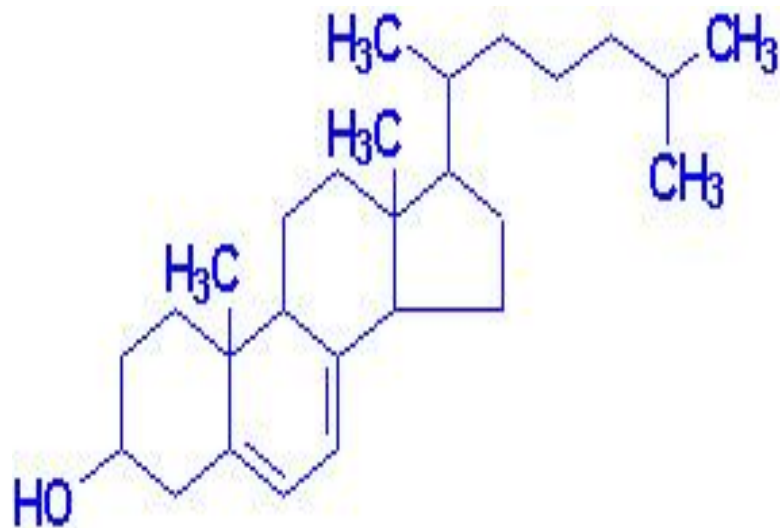


Ergosterol

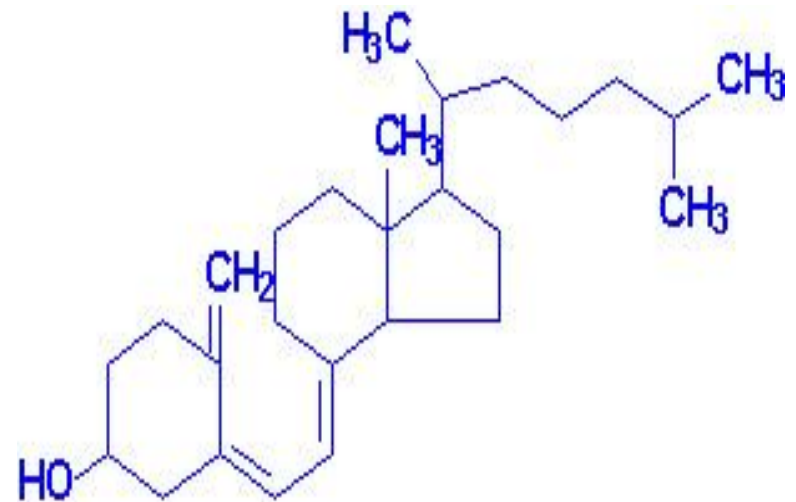


Vitamin D₂

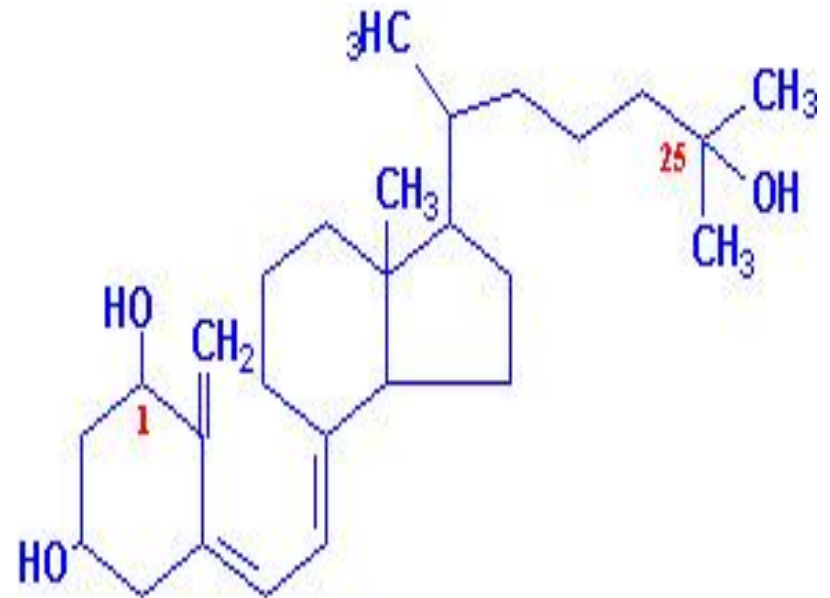
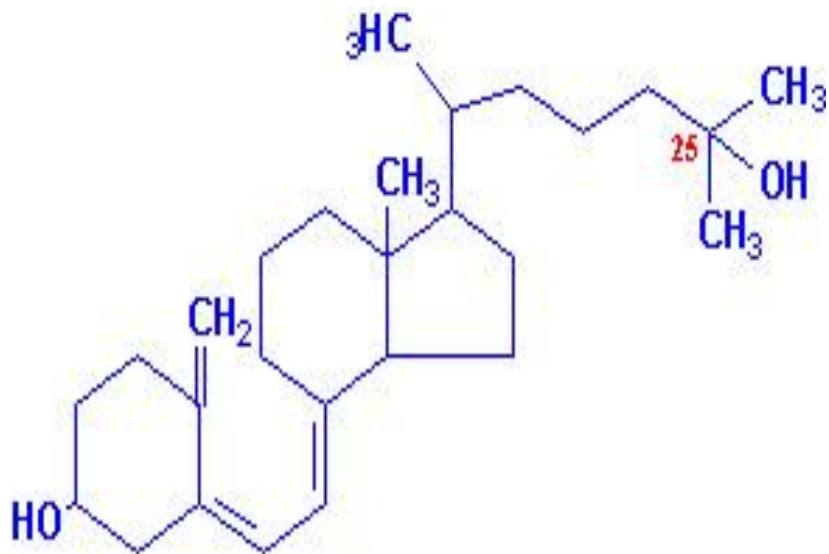
7-Dehidrokolesterol



Vitamin D₃



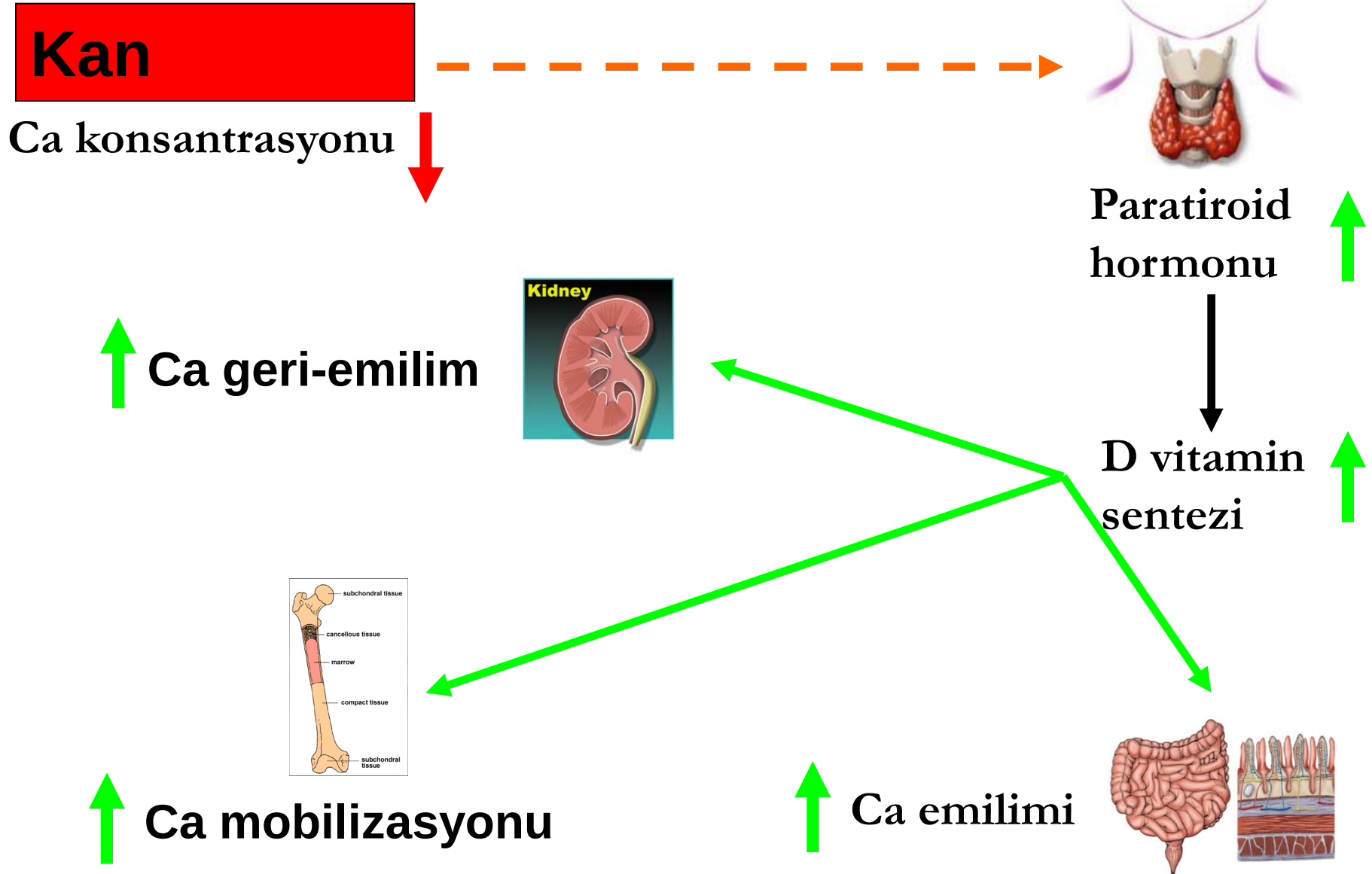
25-hidroksikolekalsiferol



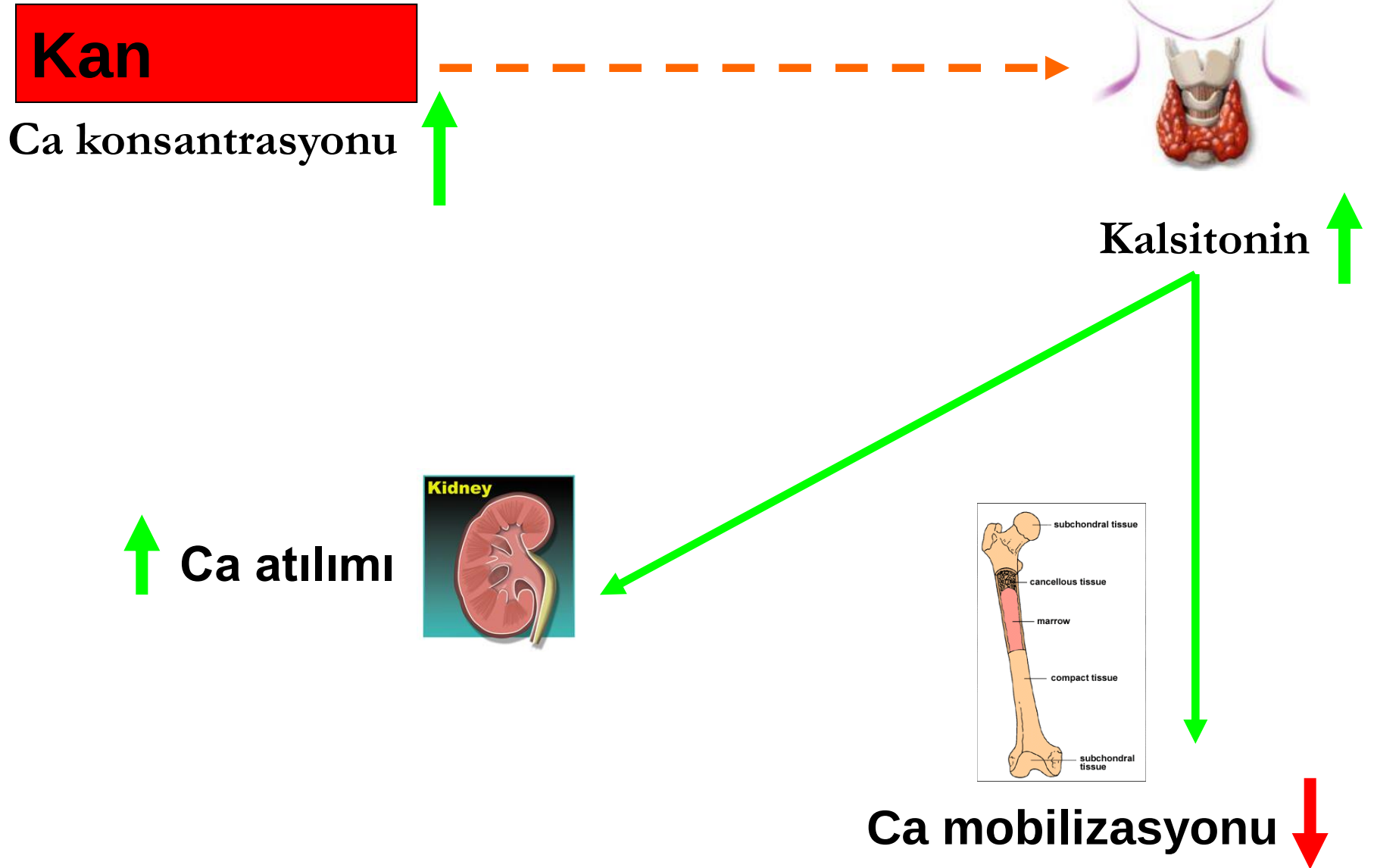
1,25-dihidroksikolekalsiferol

- **En etkili vit. D metaboliti olan 1-25 dihidroksikolekalsiferol (kalsitrol) d r. Kalsitrol h cre  ekirdeğinde DNA ile etkile erek bağırsak mukozasında Ca bağlayıcı protein sentezini uyarır ve Ca' un bağırsaklardan emilimini hızlandırır.**

Ca Metabolizmasının Kontrolü



Ca Metabolizmasının Kontrolü



- **Kaynak:** Balık yağı, karaciğer, yumurtada provitamin hali bulunur. Diyetle ilgili eksiklik durumları gözlenmez. Çünkü insan ve hayvanlarda vitamin D'nin ön maddesi olan kolesterol sentezlenir.
- Güneş ışığından (pencere camından geçmez) yeterince yararlanılmadığı durumlarda, böbrek yetmezliğinde vitamin D eksikliği görülür.
- Parahormon eksikliği durumunda oluşan hipofosfatemide ve hipokalsemide vitamin D konsantrasyonunu etkiler.



- **Eksiklik Durumları:** Ca yeteri kadar bağırsaklardan emilemediği için Ca eksikliğinden dolayı kemiklerde mineralizasyon gerçekleşmez. Çocuklarda raşitizm, yetişkinlerde osteomalazi görülür.
- **Fazlalık Durumları:** Toksikasyon, iştah kaybı, bulantı, kusma, sersemlik gibi belirtilerle görülür. Hiperkalsemi şekillenir ve buna bağlı olarak arterler ve böbreklerde Ca birikir.









Karakteristik bir ra itizm semptomu olan «g l  elengi» (kaburgalardaki  ıkıntılar) (tavuk g   s kemi i).



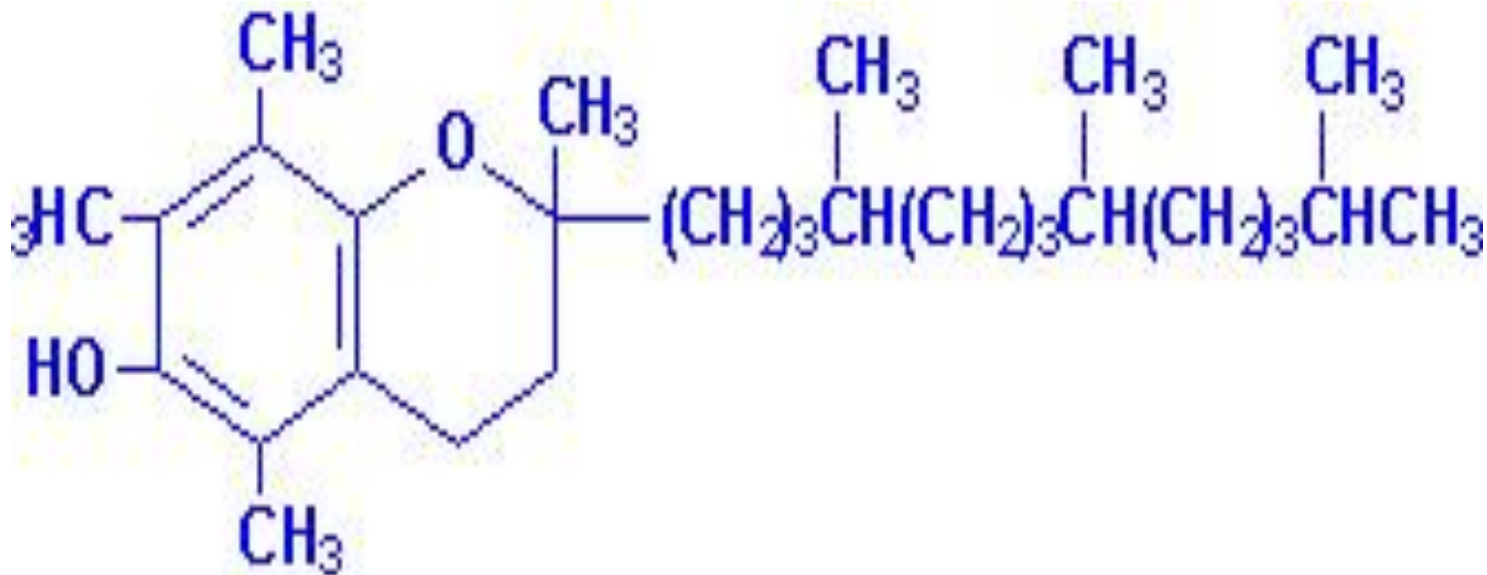


Raşitizm

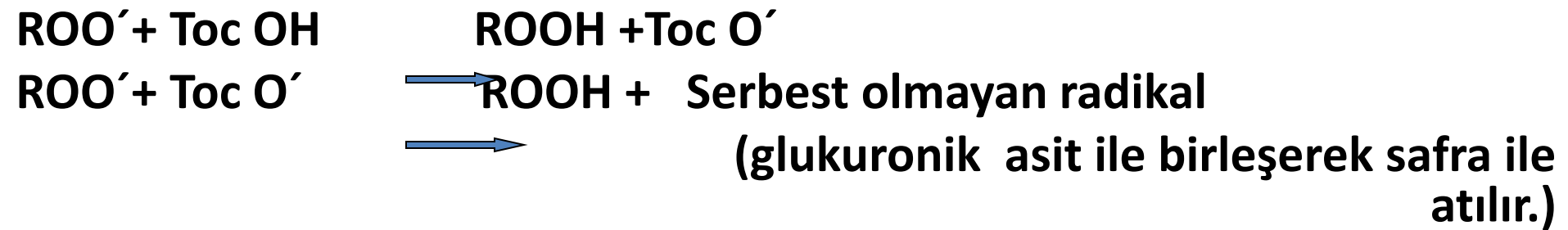


VİTAMİN E (Tokoferoller)

- Toko iskeletinden türemişlerdir. Etkin olan şekli α tokoferoldür. α -; B-; γ -; δ -tokoferol ve tokotrienellor vitamin E'nin doğal formlarıdır.
- α -Tokoferol



- “antisterilite vitamini” “antidistrofik vitamin” “fertilite vitamini” “kısırlığı önleyici vitamin” olarakta isimlendirilir.
- Kusurlu yağ Emilimi Vitamin E yetmezliğine yol açar. Çünkü tokoferol diyetle yağda çözülmüş olarak bulunur. Yağ sindirimi sırasında açığa çıkar ve emilirler. Lipoprotein lipaz içeren dokulara ve karaciğere şilomikronların yapılarına katılarak götürülürler. VLDL ile karaciğerden uzaklaştırılırlar ve dolaşımda taşınırlar. Adipoz dokuda depolanırlar.
- Vitamin E çok önemli doğal bir antioksidandır. Hücreler ve hücreler membran fosfolipidlerinde bulunan poliansatüre yağ asitlerini peroksidasyona karşı korur. Tokoferoller, fenolik bir hidrojeni peroksidasyona uğramış bir poliansatüre yağ asitindeki serbest peroksit radikaline aktarabilir ve böylece antioksidan etki gösterir.



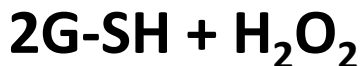
- Tokoferoller yüksek O_2 basıncına maruz kalan lipid yapılarında ör.eritrosit membranları ve solunum sistemi membranlarında yoğunlaşırlar.
- Vitamin E selenyum ile sinerjetik olarak çalışır. Selenyum glutatyon peroksidazın yapısında bulunur. Bu enzim eritrositlere zarar veren H_2O_2 'yi ortamdan uzaklaştırır.

Okside Olan

redükte olan

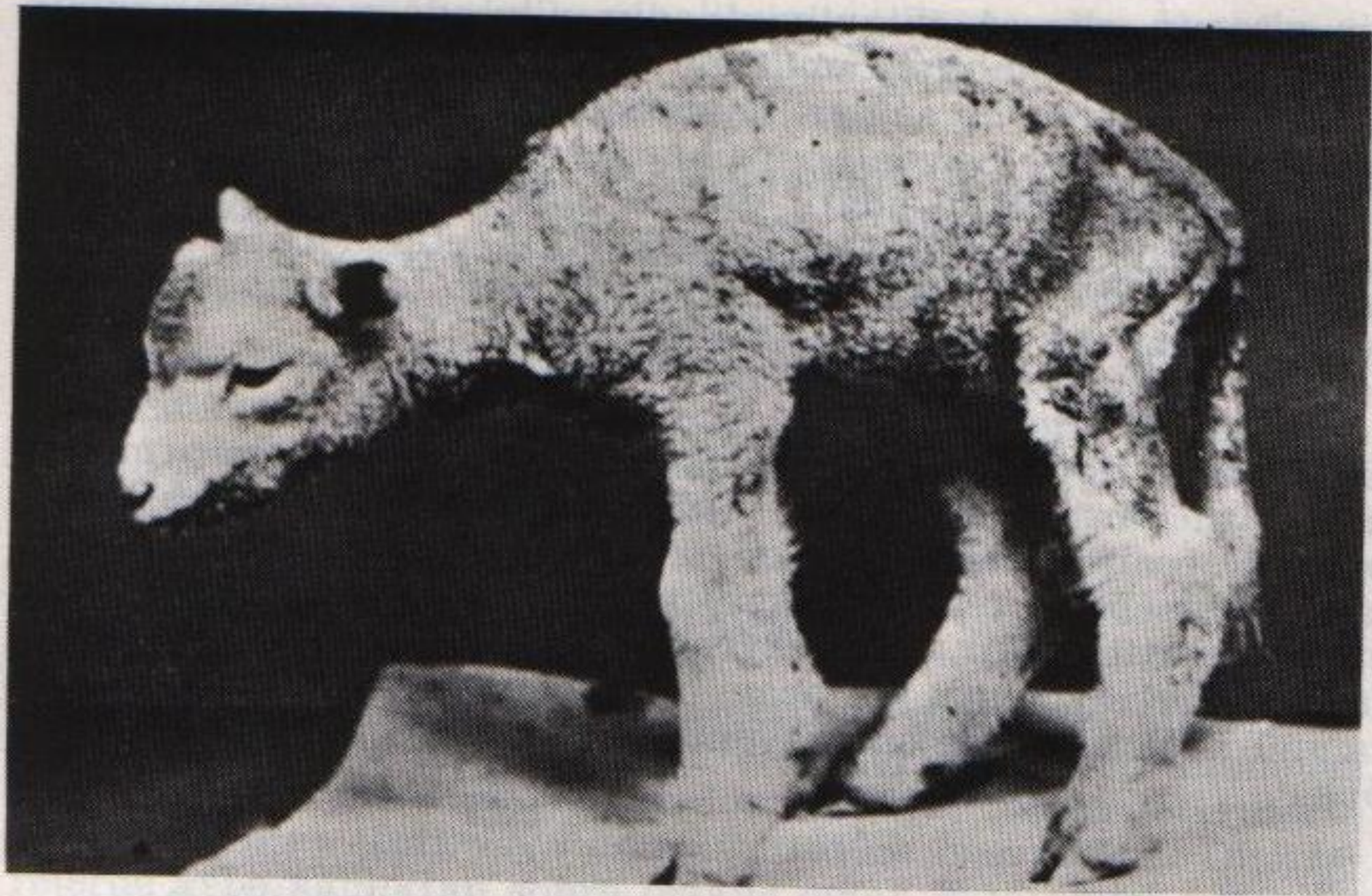


glutatyon reduktaz



glutatyon peroksidaz

- **Kaynak:** Bitkisel yağlarda çok bulunur. Tahıl embriyoları (başta buğday),tohum yağları,yeşil yapraklı bitkiler,yumurta ve ağız sütünde,karaciğer, süt ve süt ürünlerinde boldur.
- **Eksiklik Durumları:**
 - Zaman zaman gelişme sorunları
 - Uterusta yapısal dejenerasyon
 - Embriyonun damar sisteminde dejenerasyon ve anemi
 - Antikor üretiminde sorunlar
 - Yeni doğanlarda E vitamini eksikliğine bağlı anemi görülebilir. Eritrosit yaşam süresi kısalır.
 - Poliansatüre yağ asitlerinin fazla alınımı E vitamini ihtiyacını arttır.O₂ ile temas (O₂ çadırlarındaki gibi) ve yetersiz lipit emilimine yol açan hastalıklar sonucu vitamin E eksikliği oluşabilir, nörolojik bozukluklar görülür.
 - E vitamini kalp hastalığı gelişmesine karşı koruyucu etki gösterir.

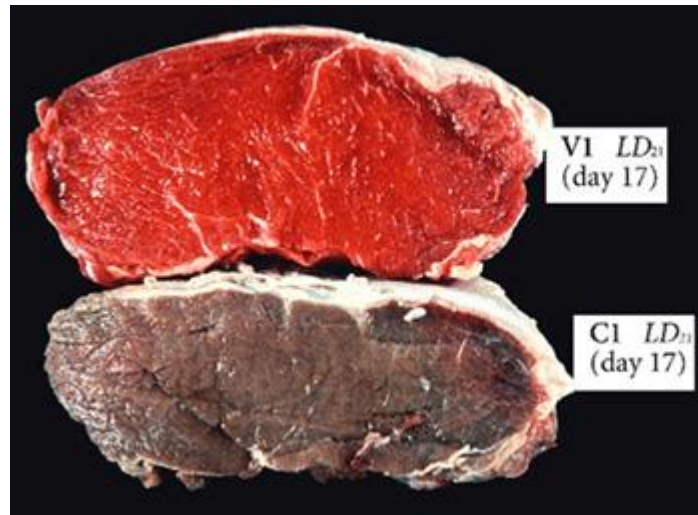


Yeni doğan bir kuzuda E vitamini yetersizliğine bağlı kas zayıflığı ve canlılık eksikliği.









Effect of vitamin E
on meat quality

Feeding with vitamin E
Red colour

Feeding without vitamin E
Rancidity, water loss
Grey colour

Deli civciv hastalığı (ensefalomalasia)





Klinik bir ansefalomalasi tablosu: «Crazy chick disease.»



Vizonda «yellow fat disease = sarı yağ hastalığı».

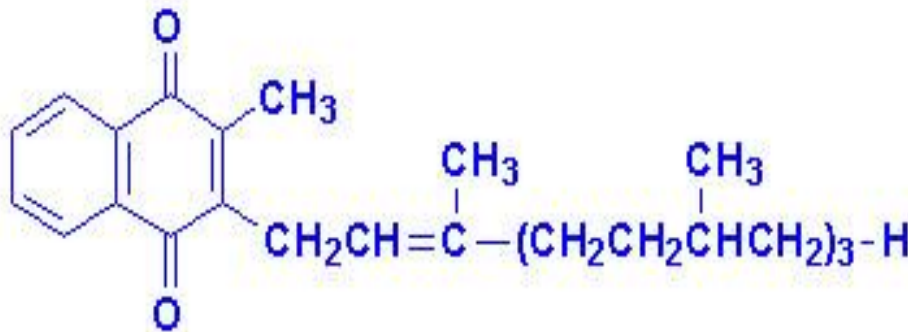


Civcivde E vitamini yetersizliğine bağlı ansefalomalasi: Küçük beyinde hiperplazi ve hemoraji. Resmin üst bölümünde sağlıklı bir mukayese hayvanının beyni görülüyor.

(Antihemorojik Vitamin)

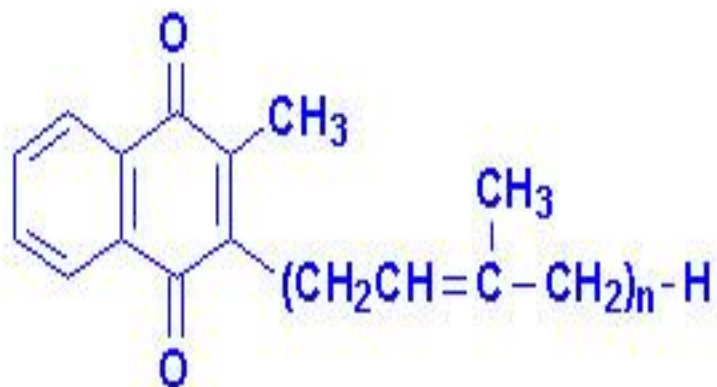
- **Aktif form 2-metil 1-4 naftakinondur.**
- **Fillokinon (K_1) bitkilerde, menakinon (K_2) insan ve hayvanlarda, menadiyon (K_3) suni olarak bulunur.**

Vitamin K₁



- **Vit. K emilimi normal yağ emilimini gerektirir. Yağ emilimindeki bozukluk vit. K yetmezliğine neden olur. Vit. K safra tuzlarının varlığında emilime uğrar. Şilomikronların yapısına katılarak dolaşıma katılır. Menadiyon suda çözünebildiğinden safra tuzlarının yokluğunda bile emilime uğrar.**

Vitamin K3



- Karaciğerde depolanımı kısıtlıdır.
- Vitamin K karaciğerde inaktif prekürsör proteinler olarak sentezlenen kanın pıhtılaşma faktörlerinden II (protrombin), VII, IX, X' un normal düzeylerinin devamlılığı için gereklidir. Vitamin K, prekürsör proteinlerde γ -karboksi glutamat kalıntılarını oluşturan karboksilazın koenzimi olarak görev yapar. Vitamin K' nın koenzim olarak katıldığı reaksiyonda O_2 , CO_2 ve vitamin K'nın hidrokinon (indirgenmiş) formuna ihtiyaç vardır.
- Vitamin K döngüsü vardır ve bu döngü ile indirgenmiş vitamin K yeniden üretilir. Ancak walfarin, dikumarol gibi antikoagulant maddeler bu reaksiyonu inhibe ederek vitamin K döngüsünü bozar. Böylece pıhtılaşma faktörlerinin oluşumu engellenerek pıhtılaşma önlenir.

Kaynak: Karnabahar, ıspanak, lahana, yumurta ve karaciğerde bulunur. Bağırsak bakterileri tarafından sentezlenir.

Eksiklik Durumları: Bağırsak florası tarafından sentezlendiğinden eksiklik pek görülmez. Besinlerle alındığı miktar önemli değildir.

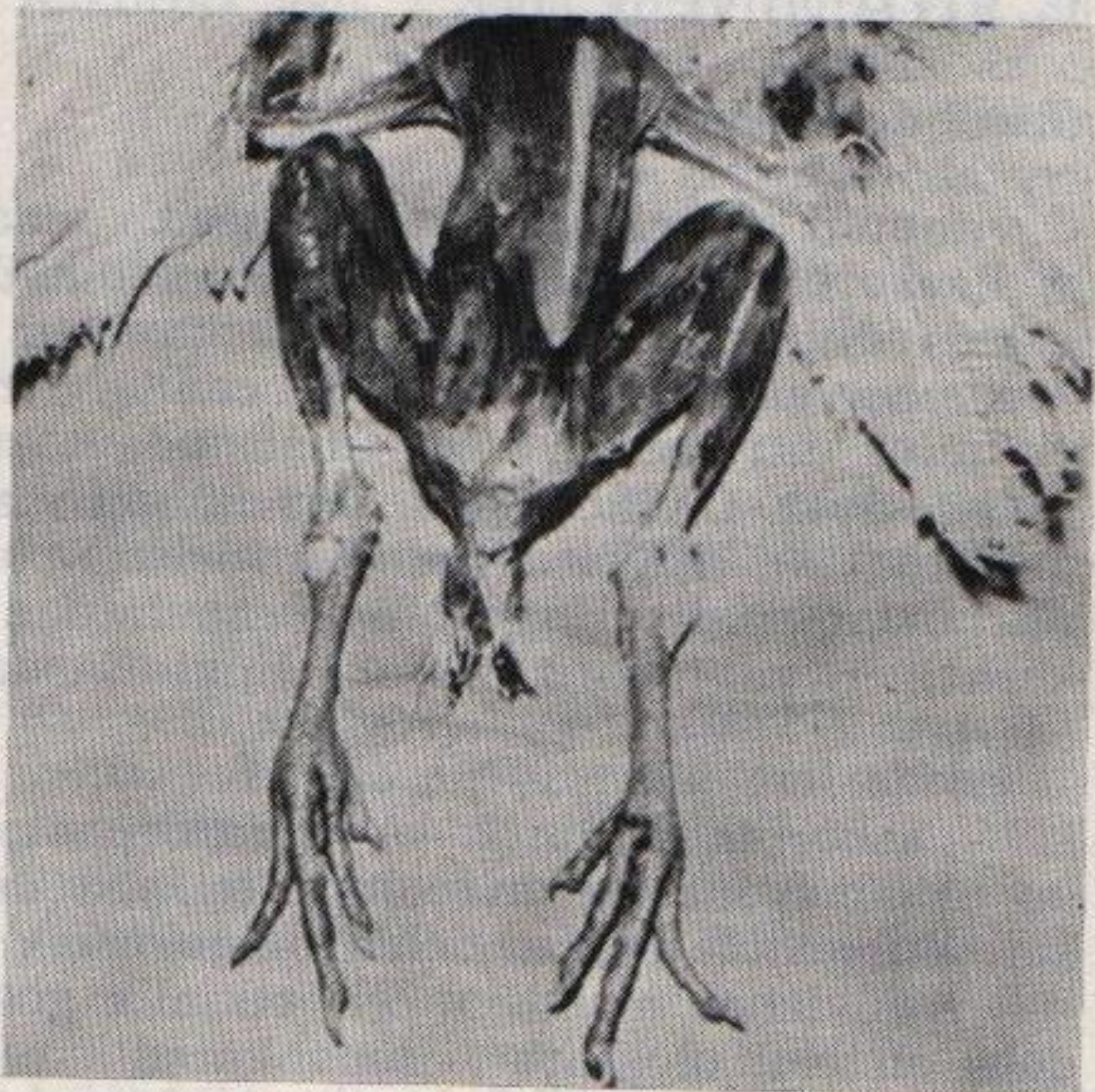
Vitamin K emilimi için safra asitlerine ihtiyaç vardır. Safra asitlerinde bir bozukluk olduğunda vitamin K eksikliği görülür.

Uzun süre antibiyotik kullanımında ince bağırsak bakterilerinde azalma olur ve endojen vitamin K sentezi azalır. Ayrıca yeni doğanlarda bağırsak florası gelişmediğinden vitamin K sentezi yoktur. Bu yüzden yenidoğanlarda hemorajik hastalıklar oluşabilir.



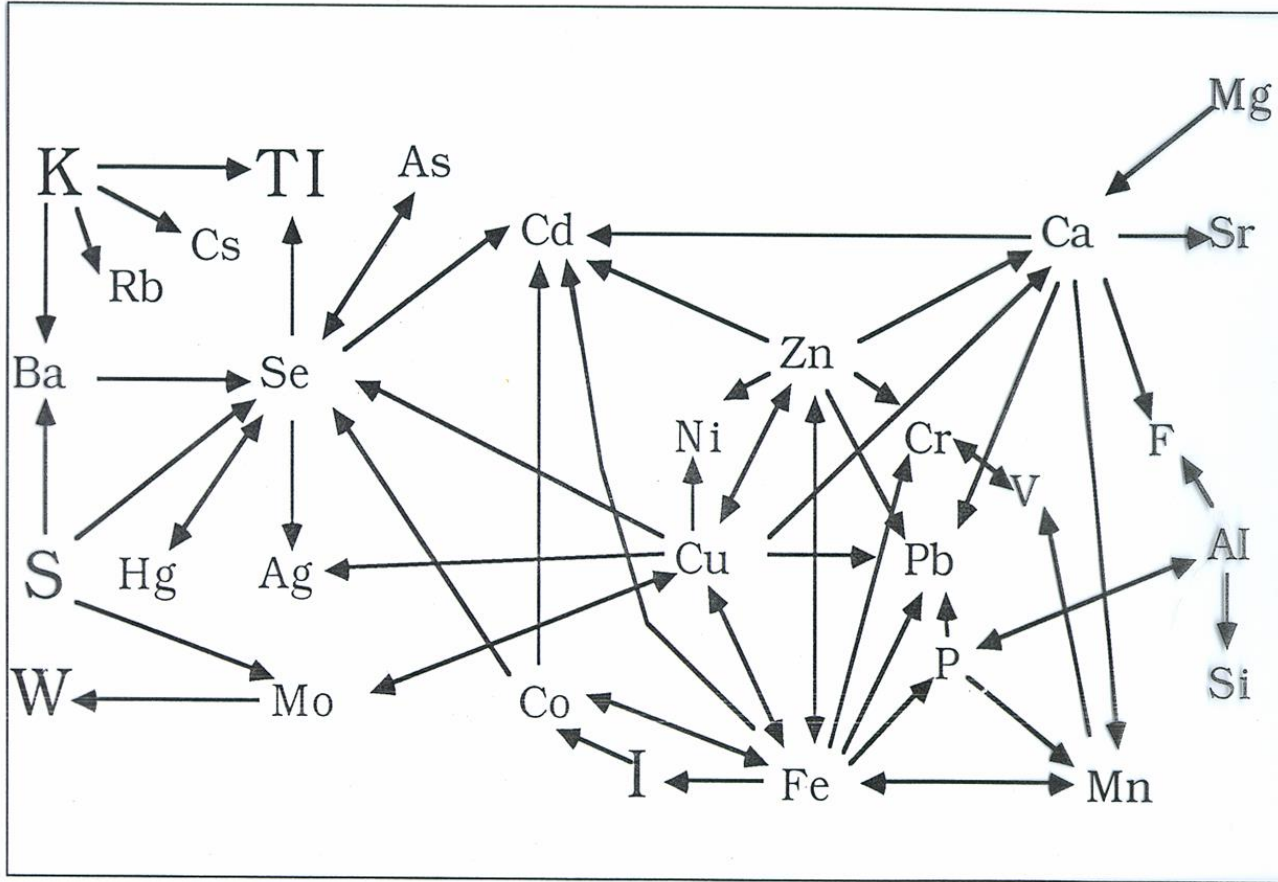
K vitamini yetersizliği sonucu kanatlıda anemik görünüm (deneysel).

**Deri altı
dokularında
kanamalar**



Mineral
Madde

Elementlerin Dünyasına Hoş Geldiniz



Elementler

Group	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Period																				
1	1 <u>H</u>																		2 <u>He</u>	
2	3 <u>Li</u>	4 <u>Be</u>												5 <u>B</u>	6 <u>C</u>	7 <u>N</u>	8 <u>O</u>	9 <u>F</u>	10 <u>Ne</u>	
3	11 <u>Na</u>	12 <u>Mg</u>												13 <u>Al</u>	14 <u>Si</u>	15 <u>P</u>	16 <u>S</u>	17 <u>Cl</u>	18 <u>Ar</u>	
4	19 <u>K</u>	20 <u>Ca</u>			21 <u>Sc</u>	22 <u>Ti</u>	23 <u>V</u>	24 <u>Cr</u>	25 <u>Mn</u>	26 <u>Fe</u>	27 <u>Co</u>	28 <u>Ni</u>	29 <u>Cu</u>	30 <u>Zn</u>	31 <u>Ga</u>	32 <u>Ge</u>	33 <u>As</u>	34 <u>Se</u>	35 <u>Br</u>	36 <u>Kr</u>
5	37 <u>Rb</u>	38 <u>Sr</u>			39 <u>Y</u>	40 <u>Zr</u>	41 <u>Nb</u>	42 <u>Mo</u>	43 <u>Tc</u>	44 <u>Ru</u>	45 <u>Rh</u>	46 <u>Pd</u>	47 <u>Ag</u>	48 <u>Cd</u>	49 <u>In</u>	50 <u>Sn</u>	51 <u>Sb</u>	52 <u>Te</u>	53 <u>I</u>	54 <u>Xe</u>
6	55 <u>Cs</u>	56 <u>Ba</u>	*	71 <u>Lu</u>	72 <u>Hf</u>	73 <u>Ta</u>	74 <u>W</u>	75 <u>Re</u>	76 <u>Os</u>	77 <u>Ir</u>	78 <u>Pt</u>	79 <u>Au</u>	80 <u>Hg</u>	81 <u>Tl</u>	82 <u>Pb</u>	83 <u>Bi</u>	84 <u>Po</u>	85 <u>At</u>	86 <u>Rn</u>	
7	87 <u>Fr</u>	88 <u>Ra</u>	**	103 <u>Lr</u>	104 <u>Rf</u>	105 <u>Db</u>	106 <u>Sg</u>	107 <u>Bh</u>	108 <u>Hs</u>	109 <u>Mt</u>	110 <u>Uun</u>	111 <u>Uuu</u>	112 <u>Uub</u>	113 <u>Uut</u>	114 <u>Uuq</u>	115 <u>Uup</u>	116 <u>Uuh</u>	117 <u>Uus</u>	118 <u>Uuo</u>	

*Lanthanides	*	57 <u>La</u>	58 <u>Ce</u>	59 <u>Pr</u>	60 <u>Nd</u>	61 <u>Pm</u>	62 <u>Sm</u>	63 <u>Eu</u>	64 <u>Gd</u>	65 <u>Tb</u>	66 <u>Dy</u>	67 <u>Ho</u>	68 <u>Er</u>	69 <u>Tm</u>	70 <u>Yb</u>
**Actinides	**	89 <u>Ac</u>	90 <u>Th</u>	91 <u>Pa</u>	92 <u>U</u>	93 <u>Np</u>	94 <u>Pu</u>	95 <u>Am</u>	96 <u>Cm</u>	97 <u>Bk</u>	98 <u>Cf</u>	99 <u>Es</u>	100 <u>Fm</u>	101 <u>Md</u>	102 <u>No</u>

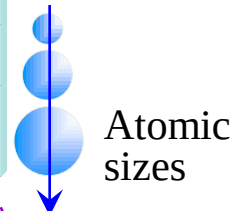
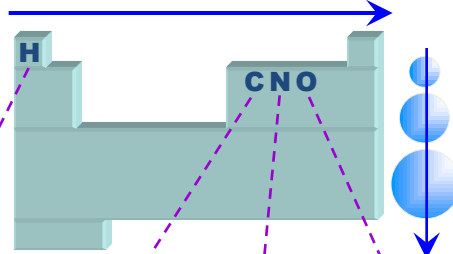
Temel elementler: 99.3% of total atoms	
Hidrojen H (63%)	
Oksijen	O (26%)
Karbon	C (9%)
Azot	N (1%)

Makro Elementler: 0.7% of total atoms	
Kalsiyum	Ca ²⁺
Fosfor	P
Potasyum	K ⁺ (kalium)
Kükürt	S (sülfür
Sodyum	Na ⁺ (natrium)
Clor	Cl ⁻
Magnezyum	Mg ²⁺

İz elementler: < 0.01% of total atoms	
Demir	Fe ²⁺ (ferrum)
İyot	I ⁻
Bakır	Cu ²⁺ (cuprum)
Çinko	Zn
Manganez	Mn
Kobalt	Co
Krom	Cr
Selenyum	Se ²⁺
Molibden	Mo
Flor	F ⁻
Tin	Sn (stannum)
Silikon	Si
Vanadyum	V

Periyodik tablo

Chemical properties



Atomic sizes

${}^1\text{H}$

$1s$

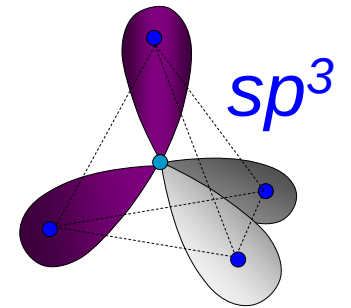
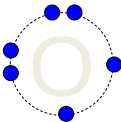
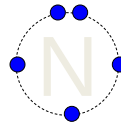
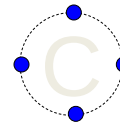
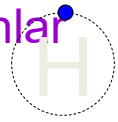
${}^6\text{C}$

${}^7\text{N}$

${}^8\text{O}$

$2s\ 2p$

Dış orbitaldeki elektronlar



Karbon atomunun tetrahedral yapısı

sp^3

İlk atmosferin birleşimi

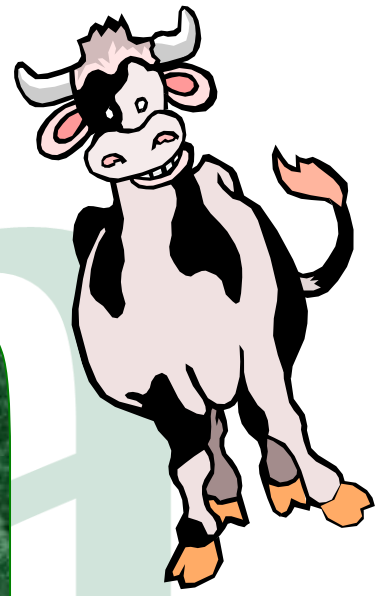
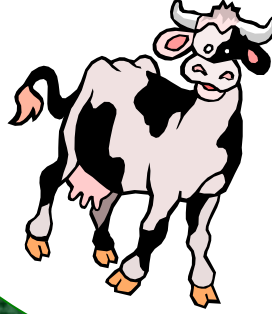
H_2

CH_4

NH_3

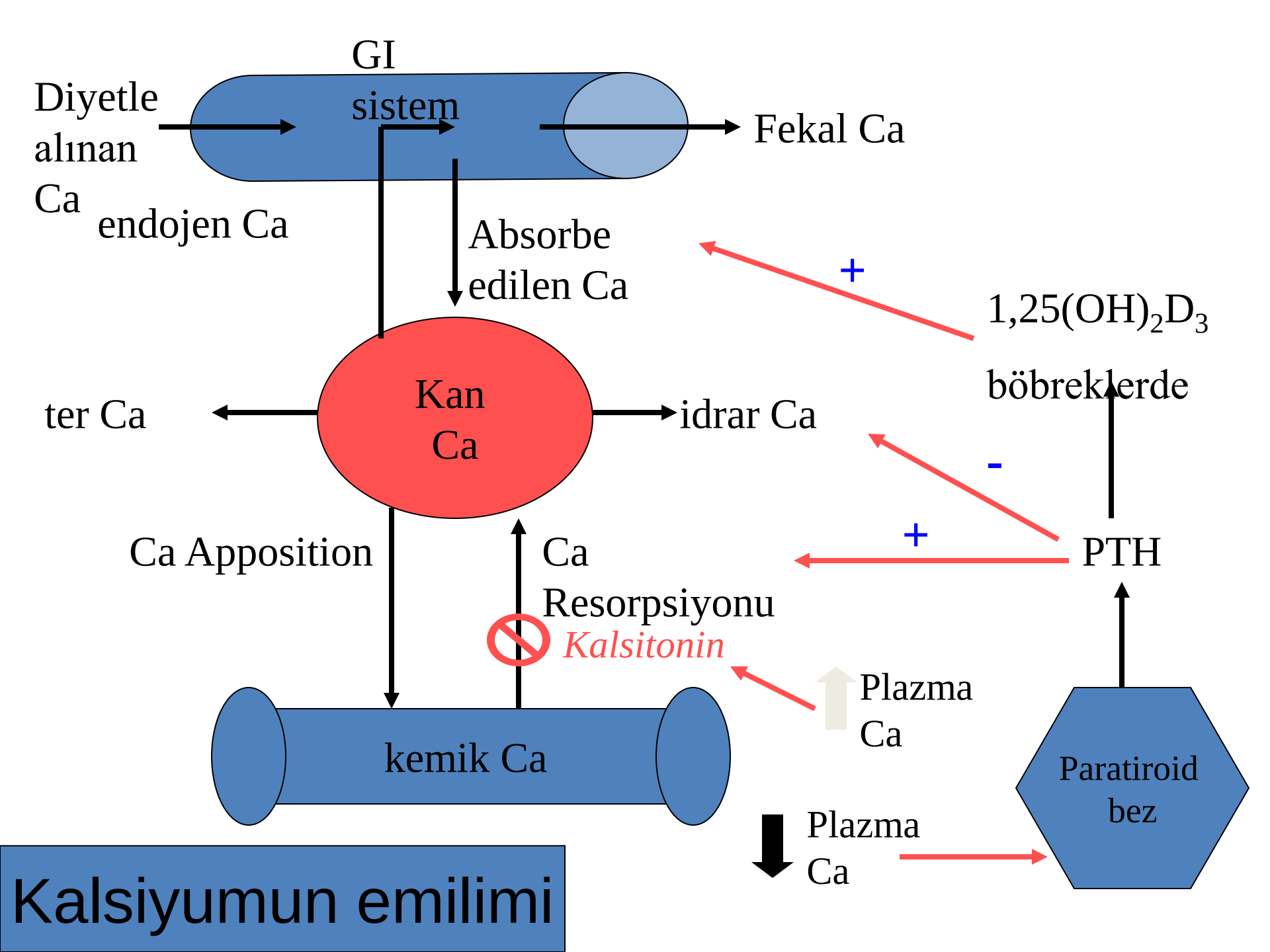
H_2O

Ca



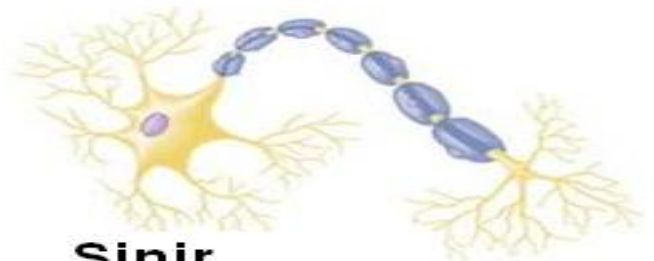
Kalsiyum







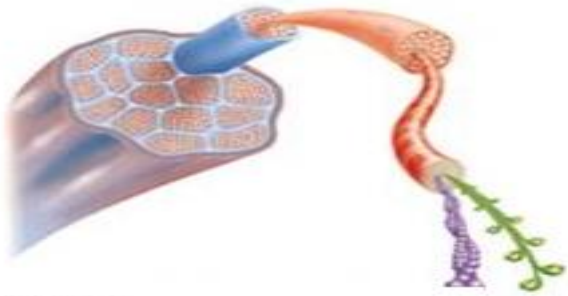
**Kemik
Matriksi**



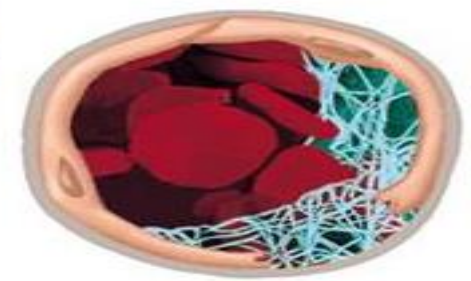
**Sinir
Fonksiyonu**



**Sellular
Metabolizma**



**Kas
Kontraksiyonu**



**Kanın
pıhtılaşm
ası**

Kalsiyum (Ca)

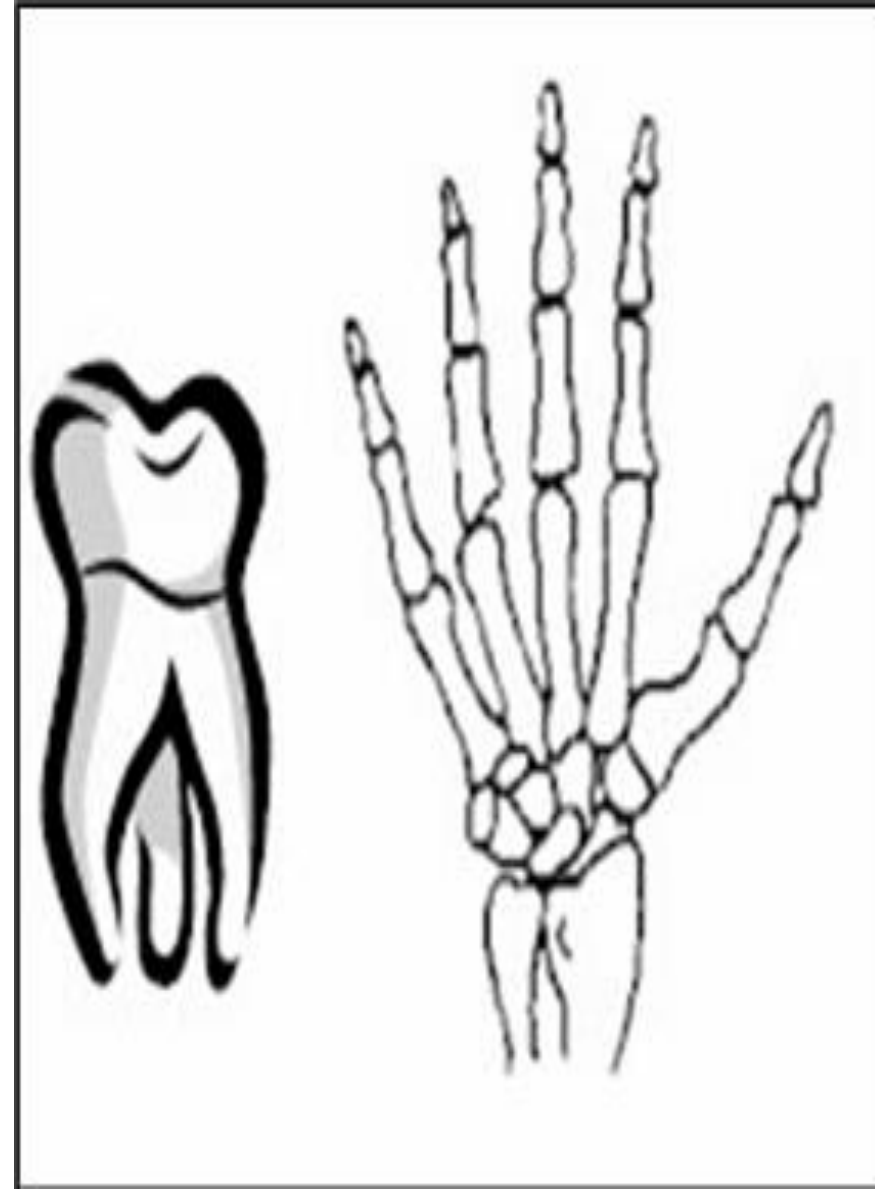
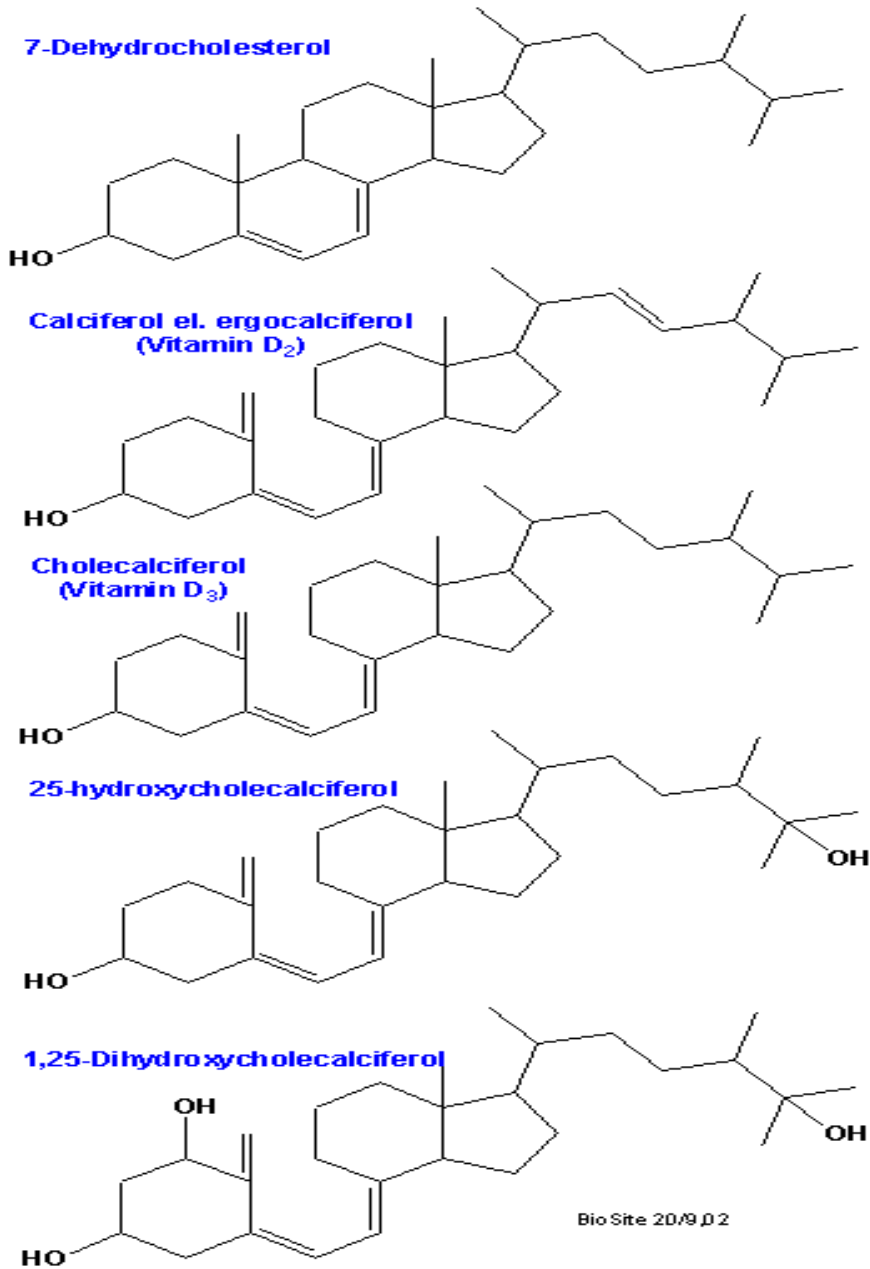
- Organizmada en fazla bulunan minerallerden biridir.
- İskelet yapısında hidroksi apatit olarak bulunur.

Mineralin fonksiyonları

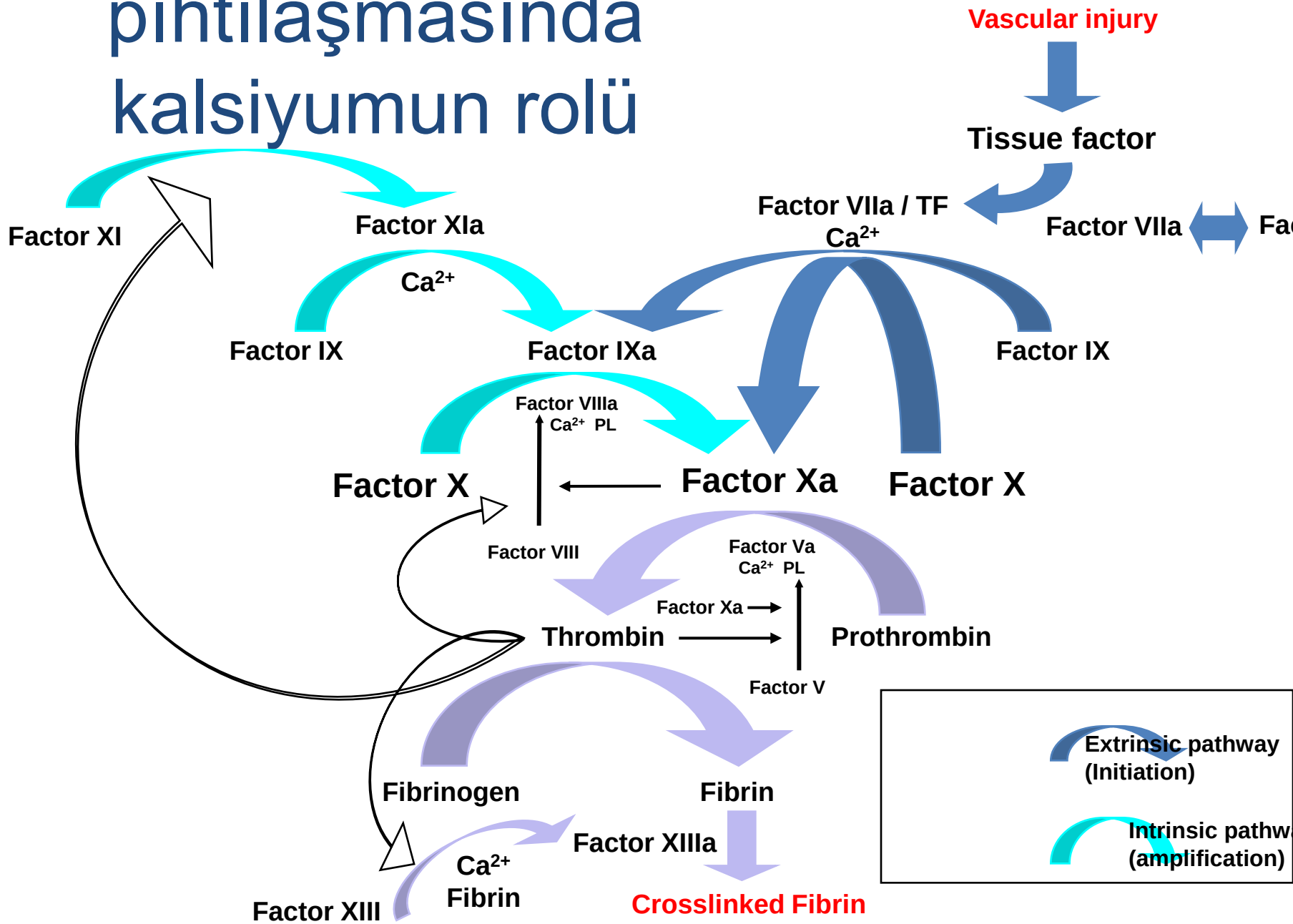
- a) Kemik ve Diş oluşumu
- b) Kanın pıhtılaşması
- c) kas kontraksiyonu
- d) Sinir sistemi
- e) Hücre duvarı geçirgenliği
- f) Enzim aktivasyonu



a) Kemik ve Diş oluşumu

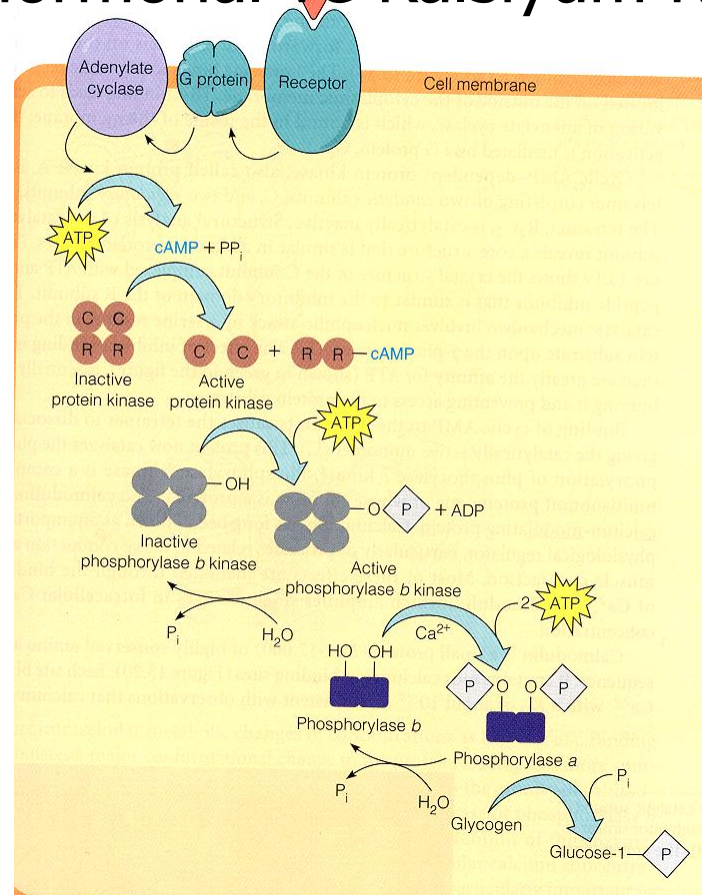


Kanın pıhtılaşmasında kalsiyumun rolü



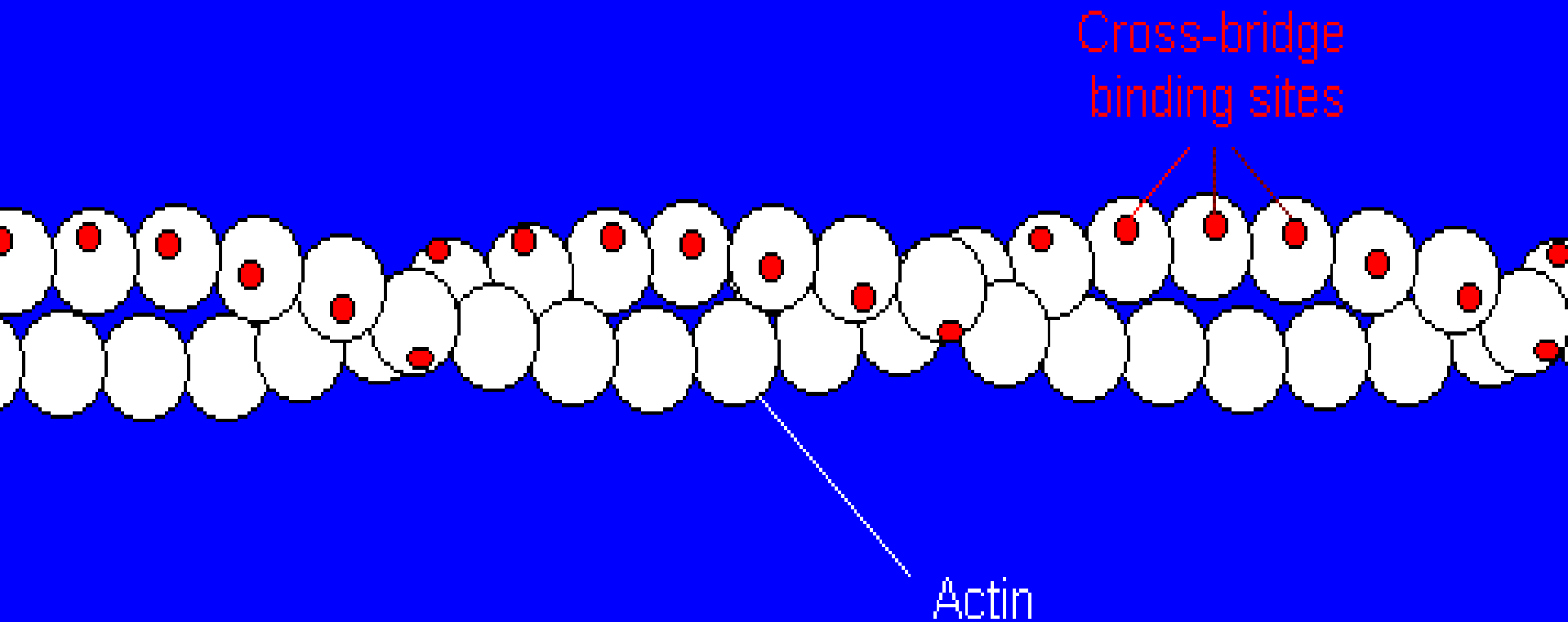
Glikojen yıkımında kaskat reaksiyonu ve kalsiyum

Hormonal ve Kalsiyum Kontrol



kas kontraksiyonu

Cross Bridge Cycle - the Components



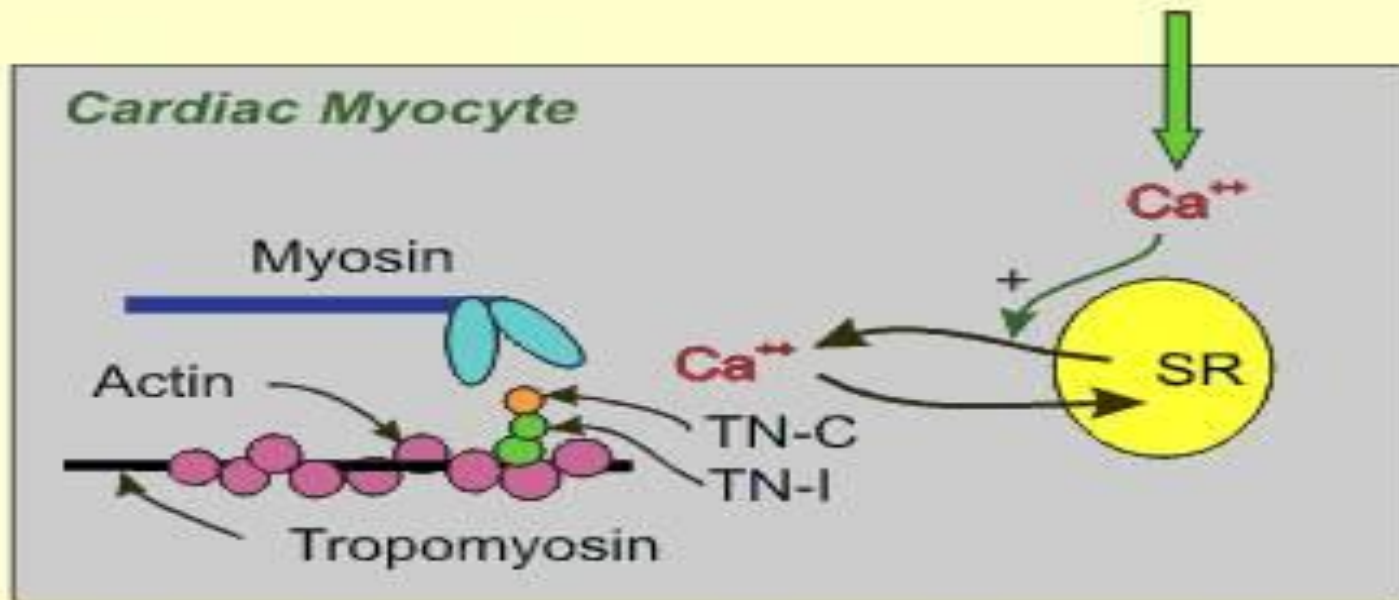
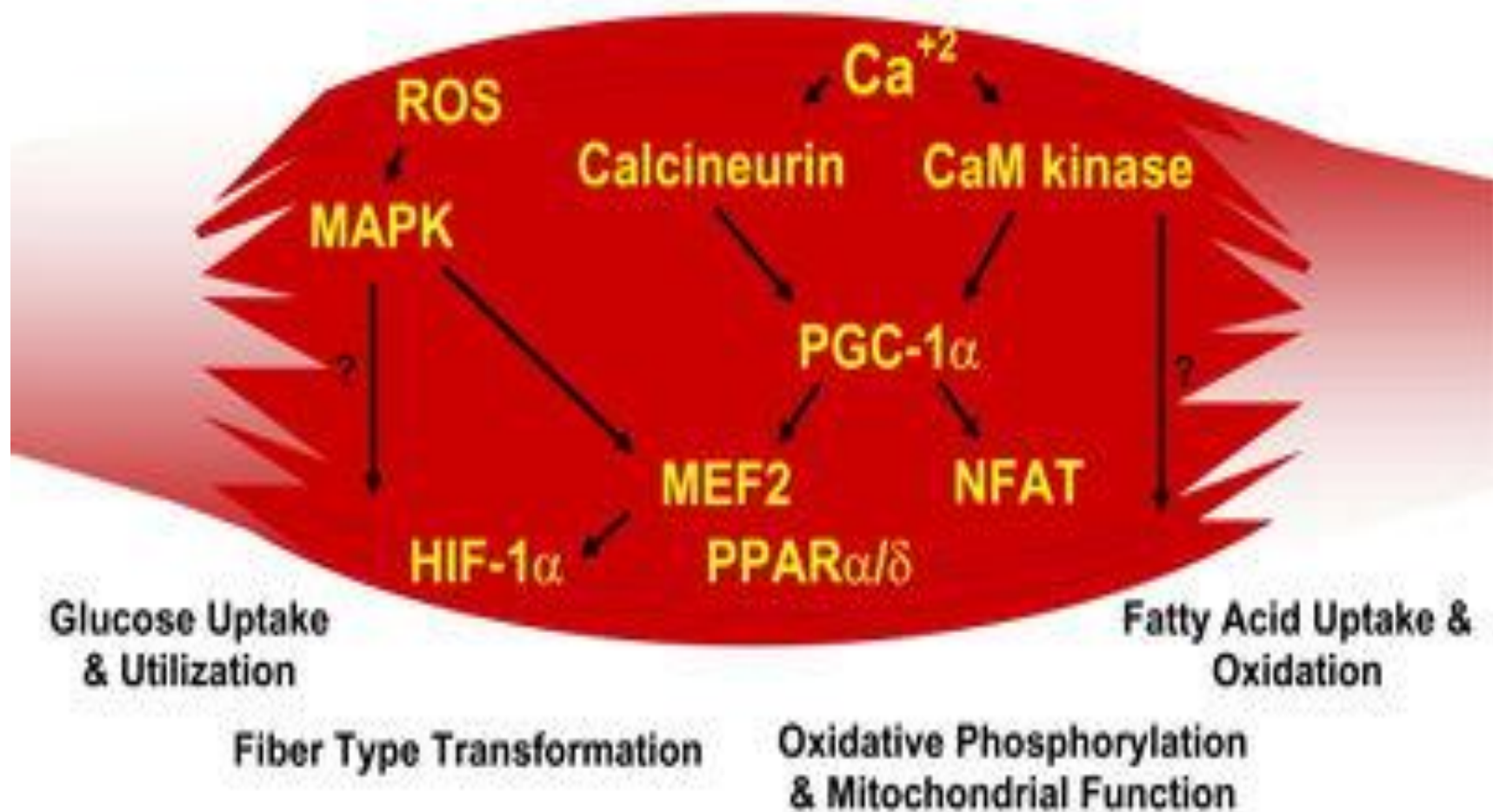


Figure 2. Cardiac myofilaments. Myosin (thick filament) contains two heads having ATPase activity. Thin filament is made up of actin, tropomyosin, and troponin (TN). TN-C binds Ca^{++} released by the sarcoplasmic reticulum (SR). TN-I inhibits actin-myosin binding until Ca^{++} binds to TN-C.

Exercise/Contraction/Hypoxia



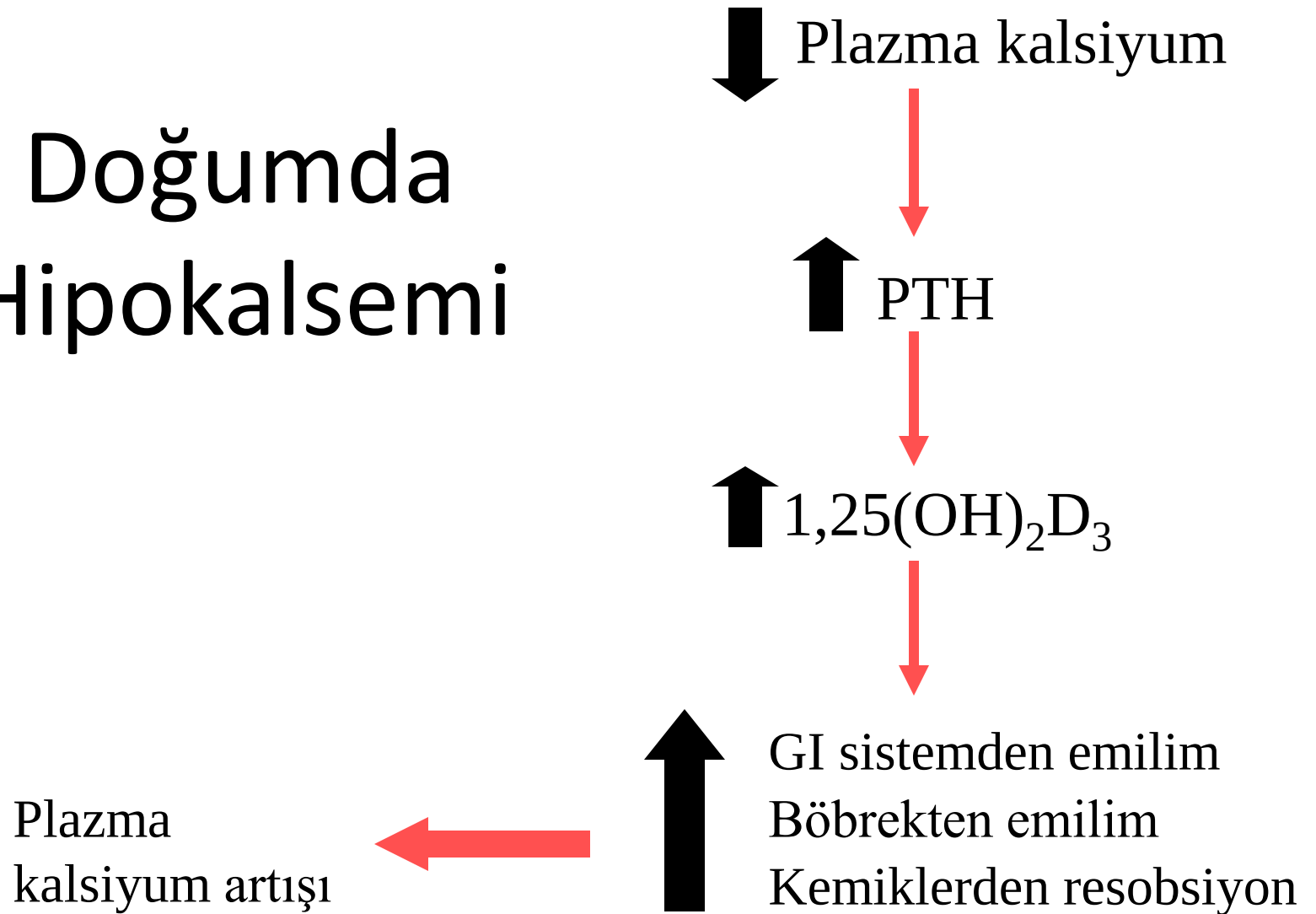
Ca ve P Metabolizmasını Düzenleyen Hormonlar

- Parathormon
- Kalsitonin
- Kalsitrol

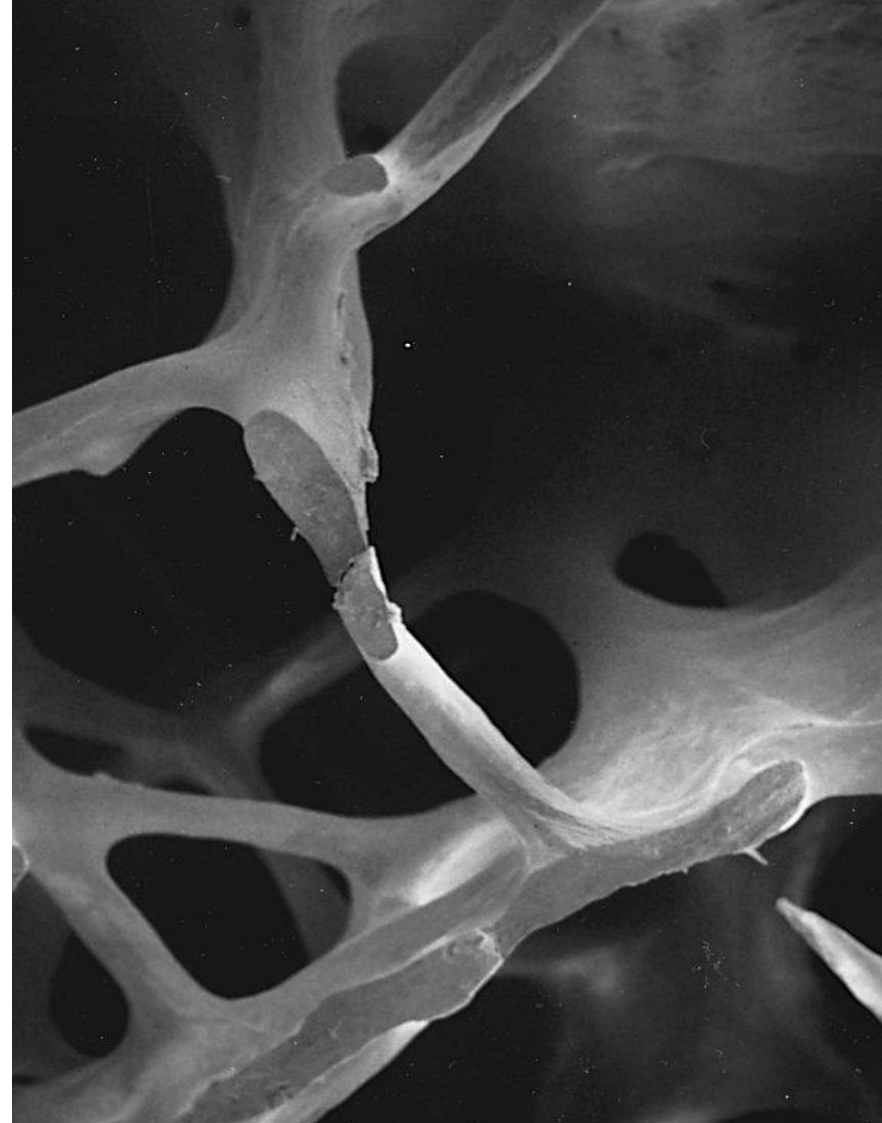
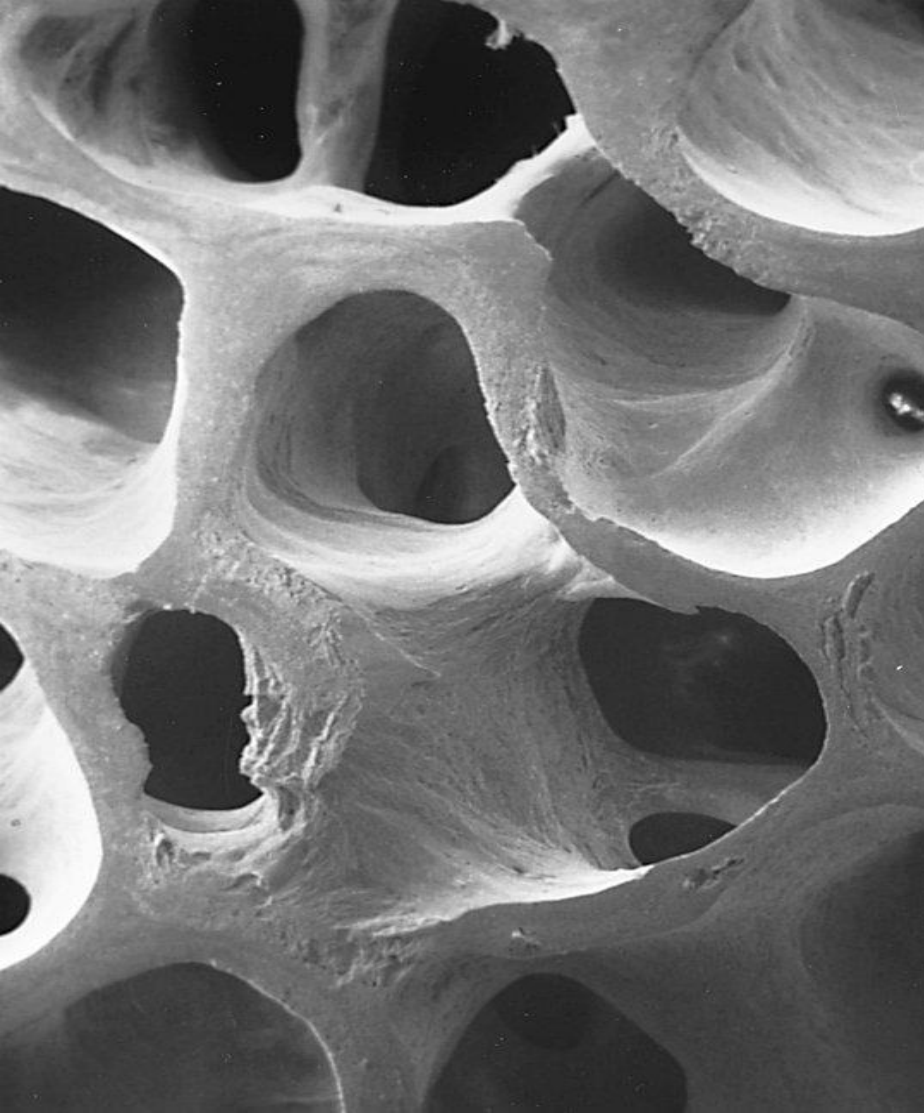
Kalsiyum ve kalmodülin tarafından düzenlenen enzimler

- Adenilil siklaz
- Ca'a bağımlı protein kinaz
- Ca-Mg ATPaz
- Ca-fosfolipide bağımlı protein kinaz
- döngüsel nükleotidfosodi esteraz
- Glikojen Sintaz
- Guanilil siklaz
- NAD kinaz
- Fosfolipaz A₂
- Fosforilaz kinaz
- Fosfoprotein fosfataz 2B
- Pirüvat karboksilaz
- Pirüvat dehidrogenaz
- Pirüvat kinaz
- Miyozin Kinaz

Doğumda Hipokalsemi



Sağlıklı ve osteoporotik kemik yapıları





50 years old



6 inches lost

80 years old

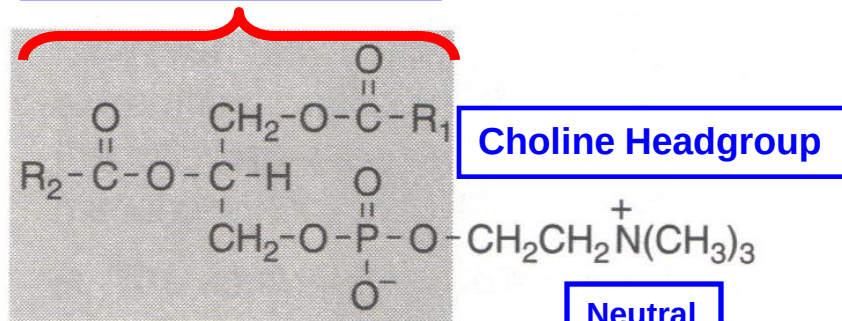
P
Foster



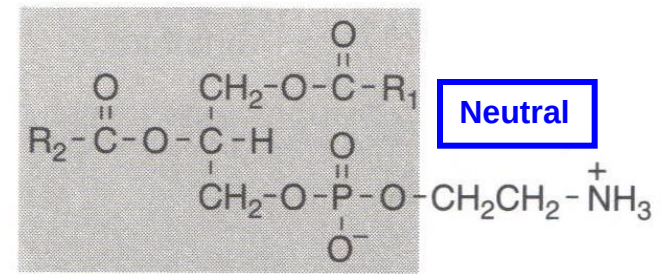
Fosfor

- ❖ Organizmadaki fosforun %80'i kemik ve dişlerin yapısında, kalsiyum-fosfor formunda bulunur.
- ❖ Glikoz, gliserol, monosakkaritlerin emilimi ve fosforlanmasının sonucu olarak bunların renal tübüllardan geri emilerek kana verilmesini sağlar.
- ❖ Yağ asitlerinin transportunda yardımcı olur.
- ❖ Fosfolipitlerin ve nükleik asitlerin yapısına girer.
- ❖ Enerji metabolizmasında ATP olarak enerji sağlanmasında ve depolanmasında yer alır.
- ❖ Kreatin fosfat oluşturarak kas hareketi için enerji sağlar.

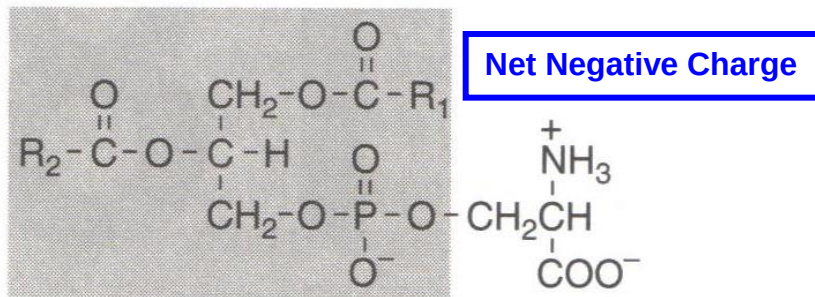
Phosphatidic Acid



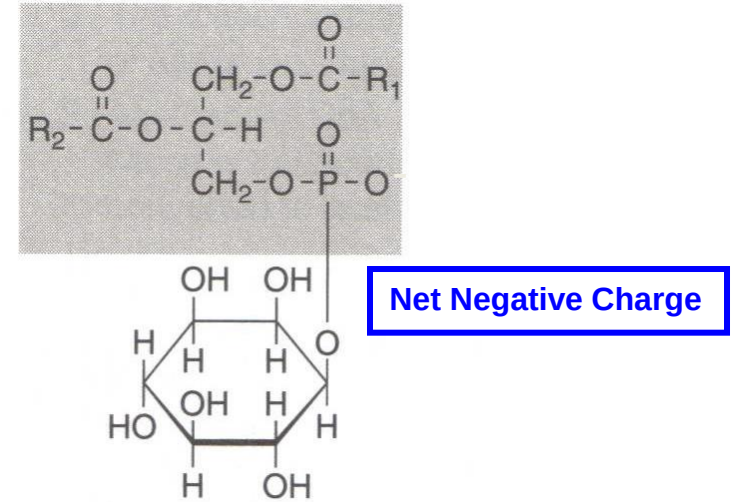
Phosphatidylcholine



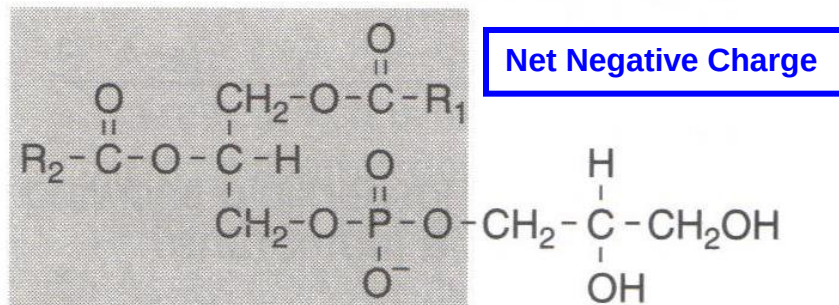
Phosphatidylethanolamine



Phosphatidylserine

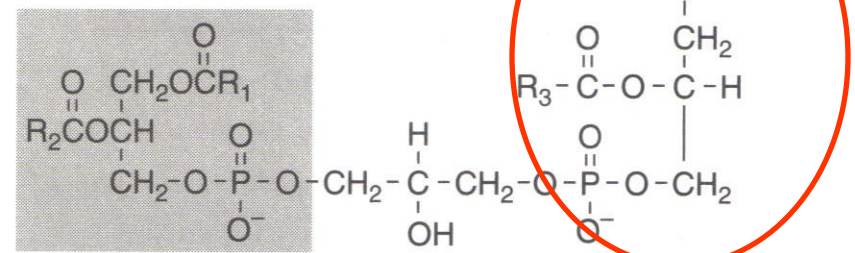


Phosphatidylinositol



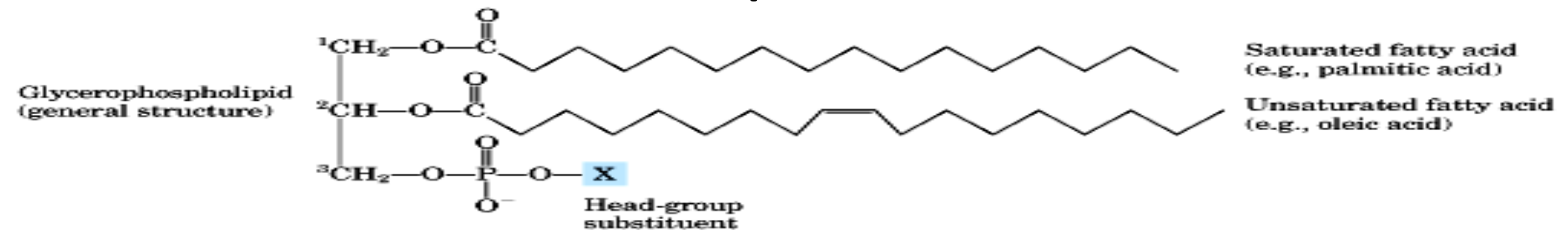
Phosphatidylglycerol

A 2nd glycerol-based phospholipid.



Cardiolipin

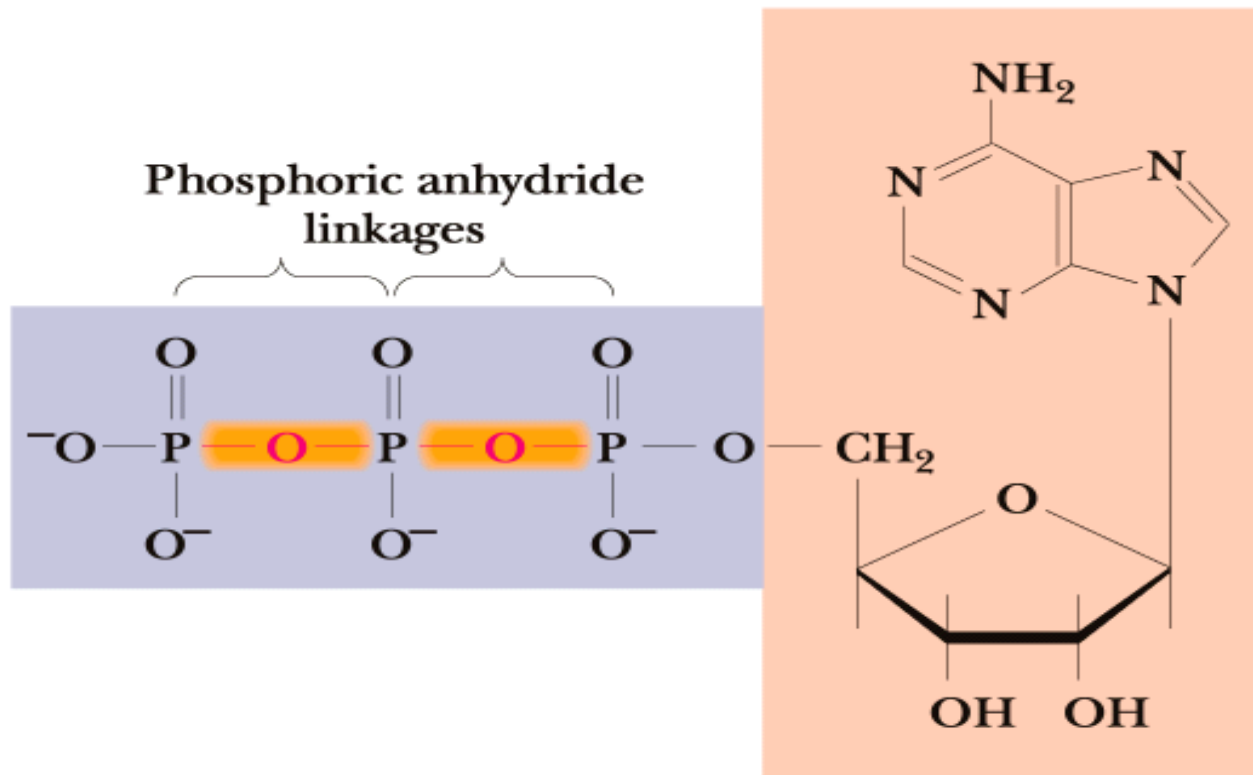
Fosfolipitler



Name of glycerophospholipid	Name of X	Formula of X	Net charge (at pH 7)
Phosphatidic acid	—	— H	—1
Phosphatidylethanolamine	Ethanolamine	— CH₂—CH₂—NH₃⁺	0
Phosphatidylcholine	Choline	— CH₂—CH₂—N⁺(CH₃)₃	0
Phosphatidylserine	Serine	— CH₂—CH(NH₃⁺)—COO[−]	−1
Phosphatidylglycerol	Glycerol	— CH₂—CH(OH)—CH₂—OH	−1
Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate	<i>myo</i> -Inositol 4,5-bisphosphate		−4
Cardiolipin	Phosphatidyl-glycerol		−2

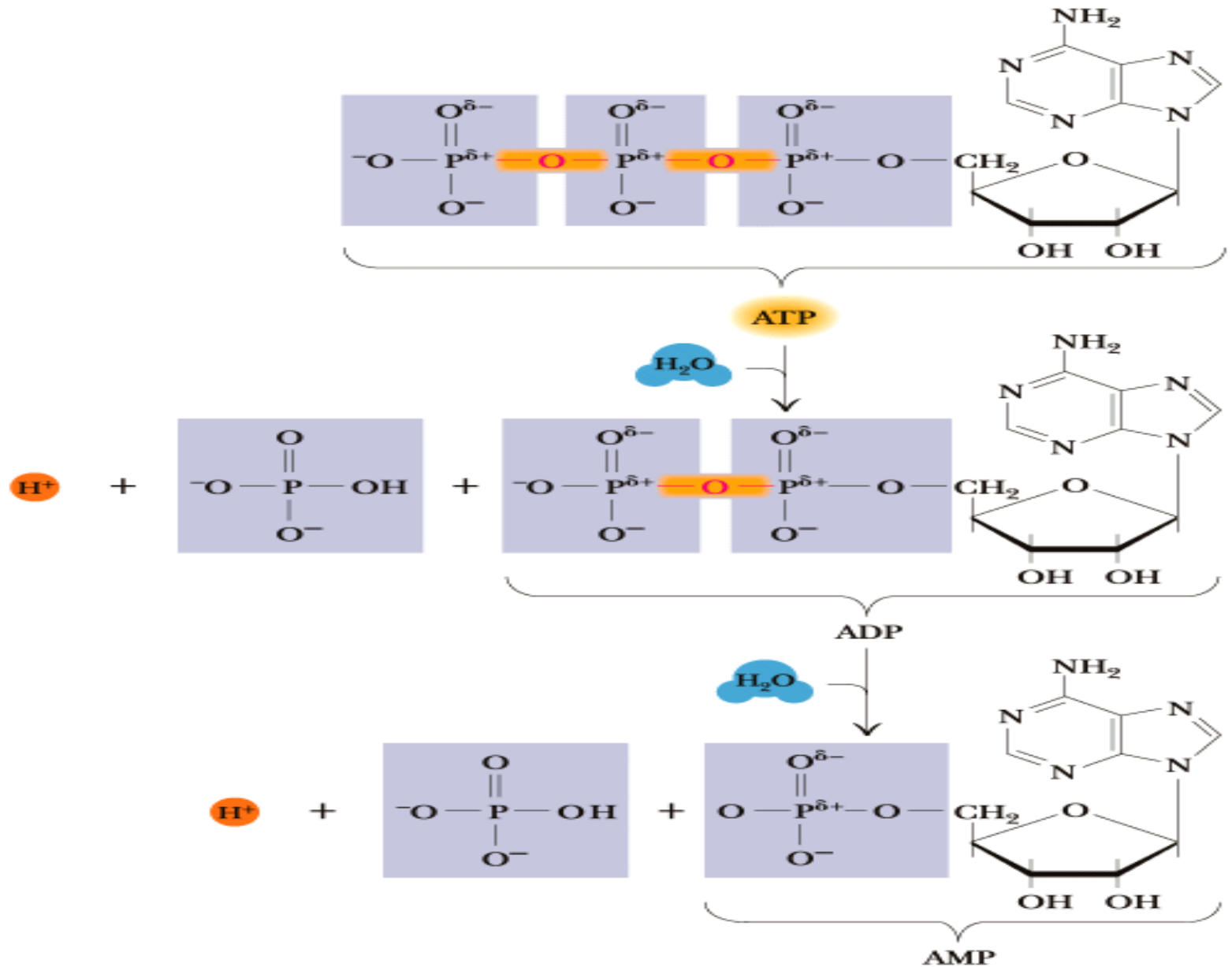
Organizmanın enerji kaynağı “ATP”

Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 3.9



ATP
(adenosine-5'-triphosphate)

ATP, ADP, AMP



Ma

Magnesium



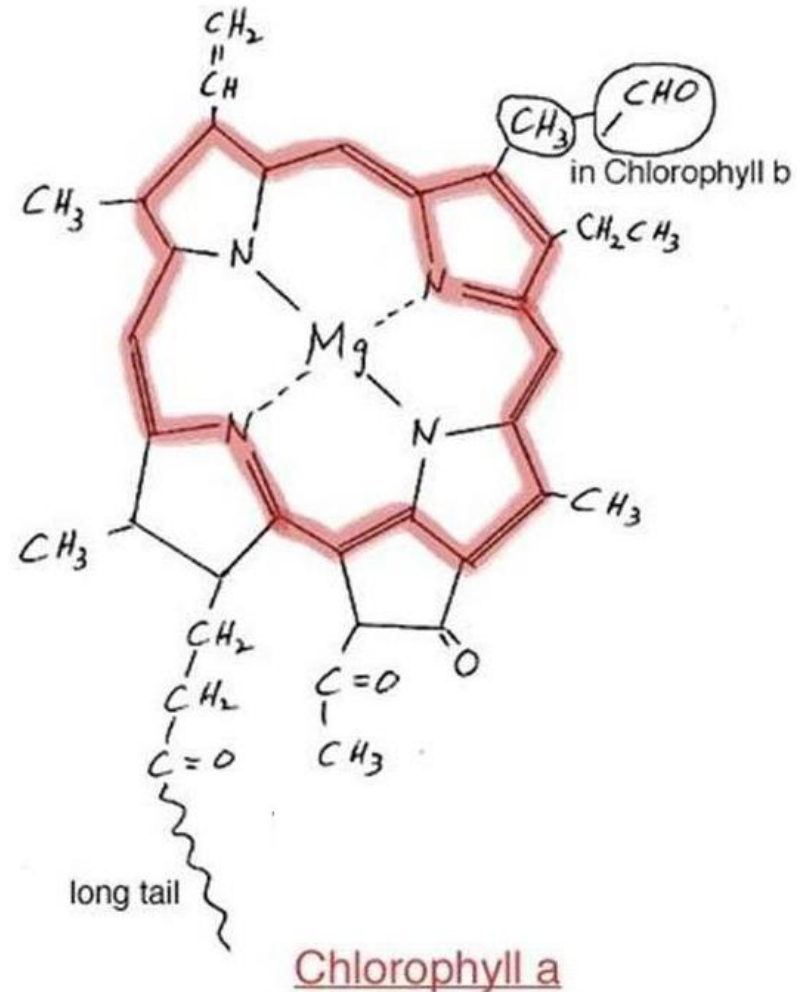
MAGNEZYUM

- Proteinlerin, nükleik asitlerin, nükleotitlerin ve karbonhidratların sentezi için gereklidir.
- Kas kontraksiyonu için gereklidir.
- Protein metabolizmasında iyonize magnezyum, hücre ribozomlarında protein sentezi için koenzimdir.
- Düz kas hareketinde, plazma magnezyum düzeyinin düşmesi vasodilasyona neden olur ve başta düz mide kas hareketi olmak üzere düz kas hareketleri inhibe olur.

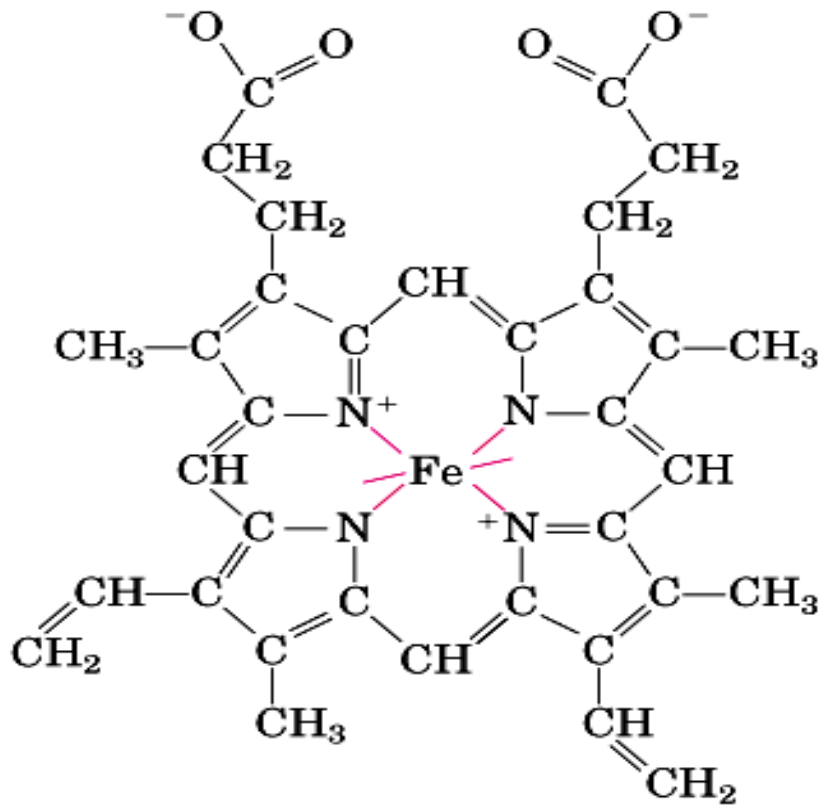
Hemoglobinde demir

Klorofilde magnezyum

- Kana kırmızı rengini veren hemoglobinin yapısında demir bulunurken bitkilere yeşil rengini veren klorofilin yapısında magnezyum bulunmaktadır.

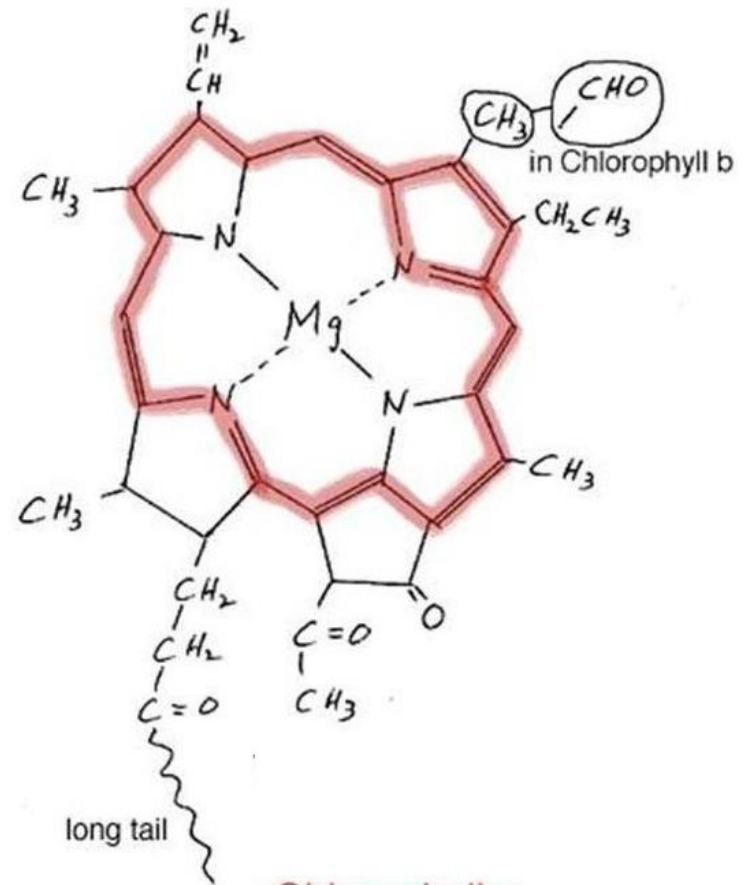


Ama içerdikleri halka yapısı aynıdır



(b)

Hem



Chlorophyll a

Klorofil-a

Çayır Tetanisi



US and Canada cattle death losses due to bloat are 0.5%



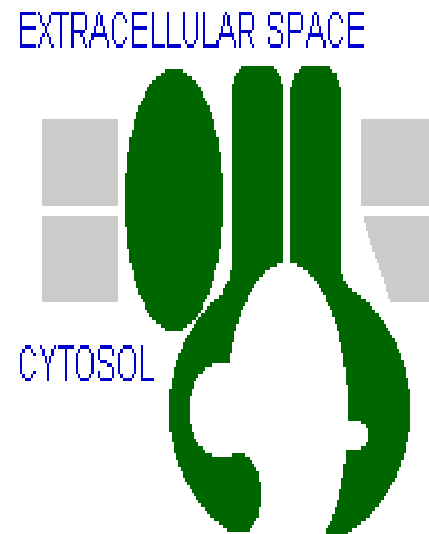
potassium

Potasyumun görevleri

- a) Su-Elektrolit dengesi
- b) Asit-Baz Dengesi
- c) Kas Aktivitesi
- d) Karbonhidrat Metabolizması
- e) Protein sentezi

a) Su-Elektrolit dengesi

- Hücre içindeki iyonize potasyum, hücre dışındaki iyonize sodyumla beraber normal ozmotik basıncı, su dengesini ve hücre içi sıvının devamlılığını sağlar.

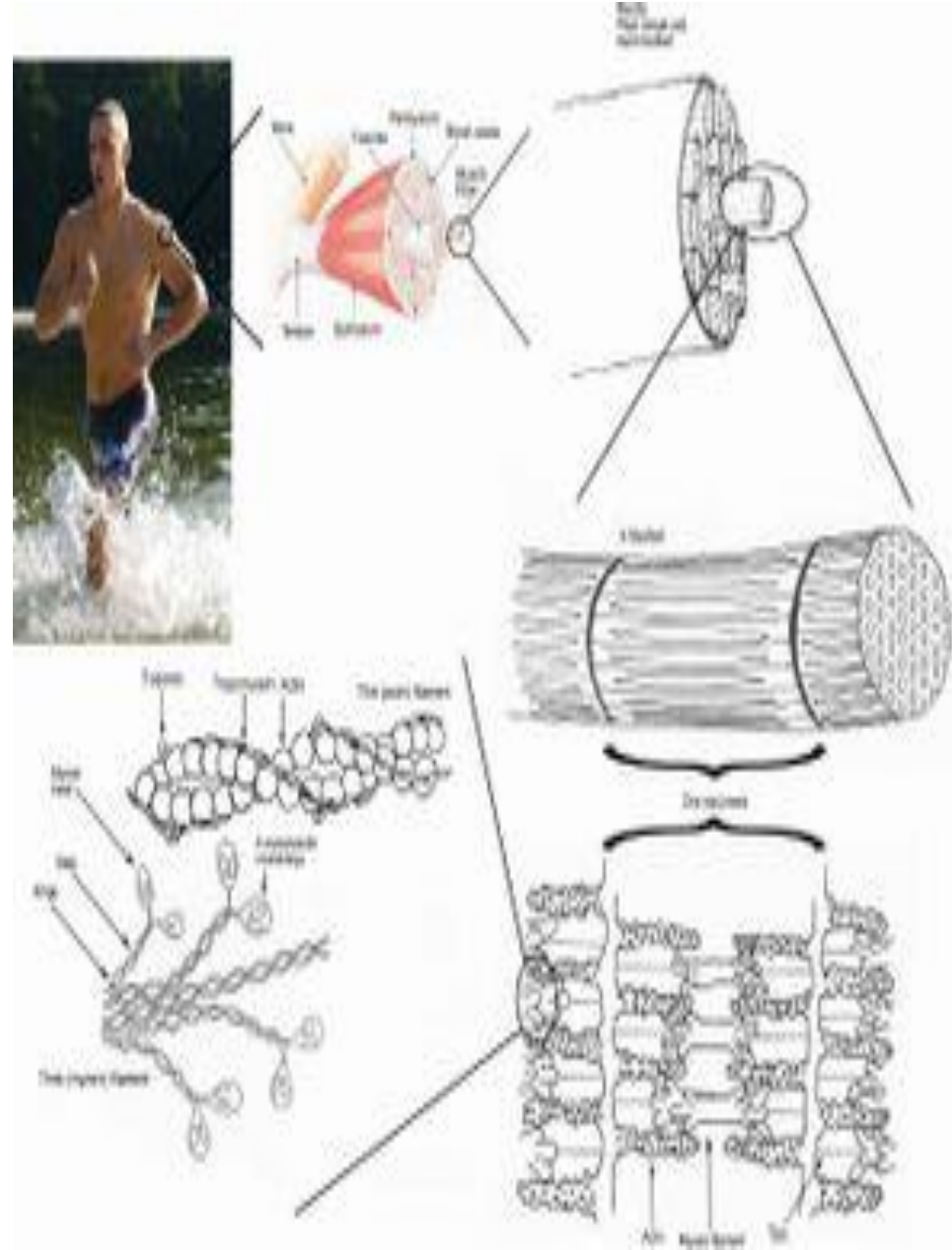


b) Asit-Baz Dengesi

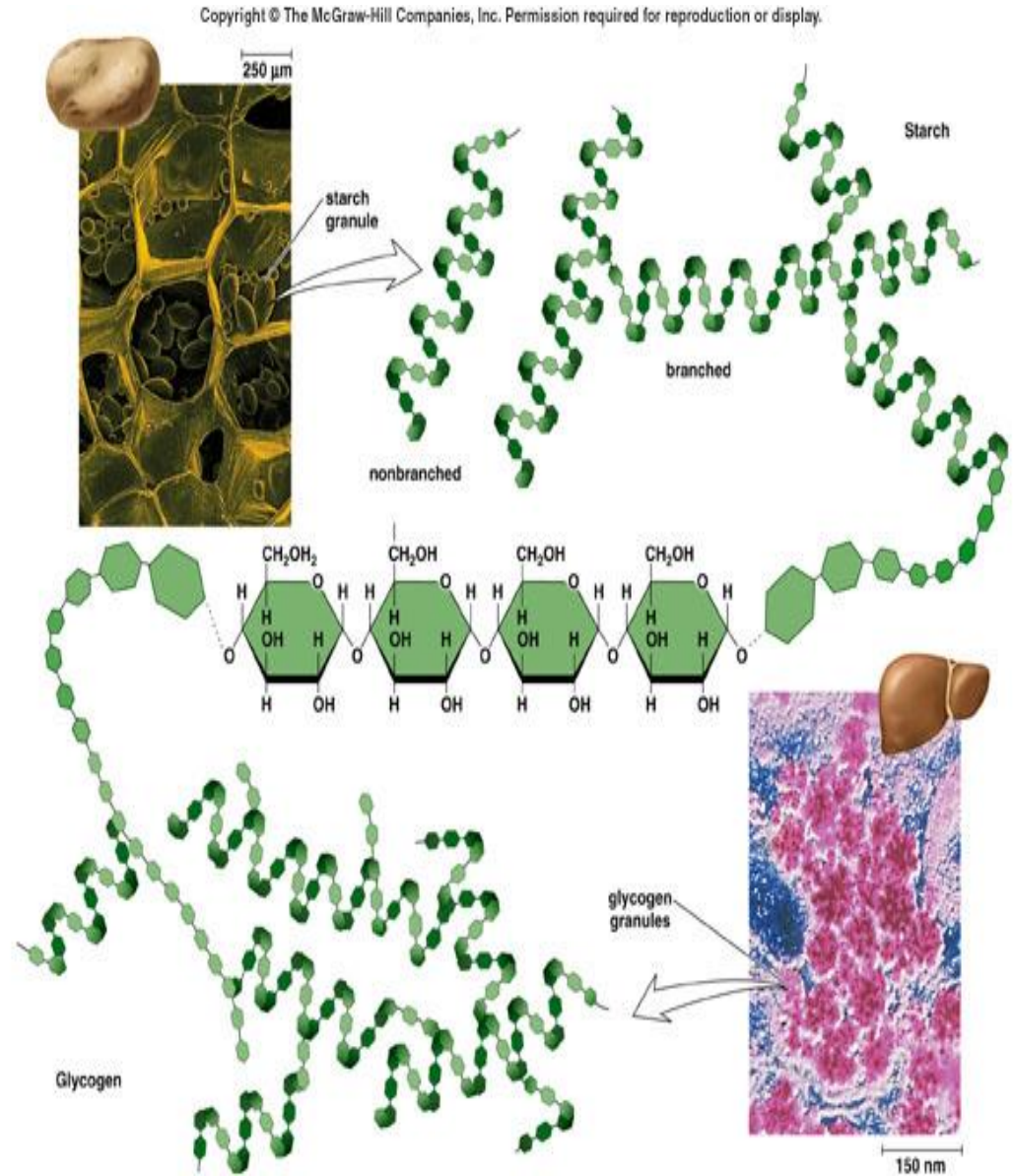
- İyonize potasyum, iyonize sodyum ve iyonize hidrojenle birlikte asit-baz dengesini sağlar

c) Kas Aktivitesi

- İyonize potasyum; çizgili, iskelet ve kalp kası aktivitesi için gereklidir.
- İyonize sodyum ve kalsiyumla beraber, potasyum nöromüsküler duyarlılığı ve uyarılmayı, elektrokimyasal impulsların iletilmesini ve kas fibrillerinin kontraksiyonunu regüle eder.
- Serum potasyum konsantrasyonundaki en ufak bir değişme elektrokardiyografiye yansır.

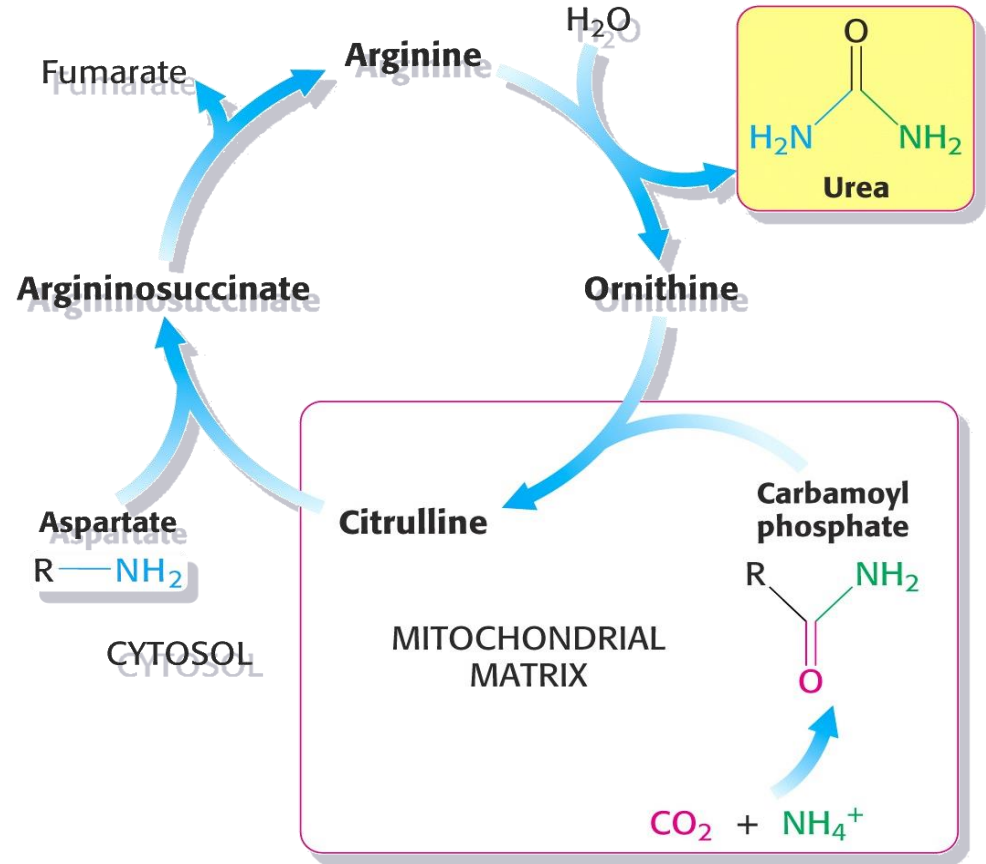


- Karbonhidratlı yiyecekler sindirildikten sonra kullanılmayacak olan glikoz, depolanmak üzere glikojene çevrilir.
- 1 g glikojenin depolanabilmesi için 0,36 mmol potasyum gereklidir.

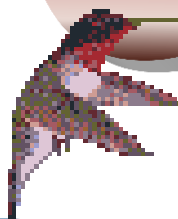


e) Protein sentezi

- Kas ve hücre proteinlerinde azotun depolanması için potasyuma gerek vardır.
- Doku yıkımlanmasında azotla beraber, potasyum kaybının nedeni budur.



Nana
Soddyum



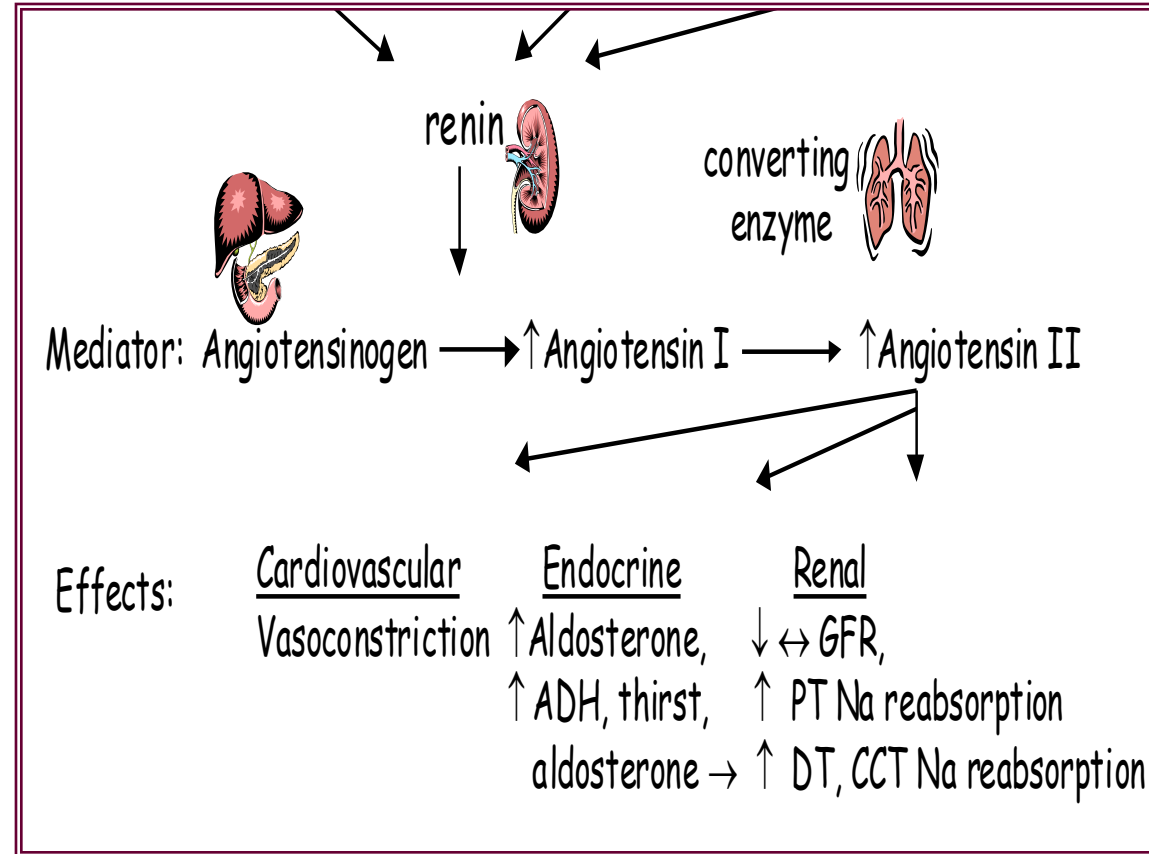
Sodyum

- Organizmada klor ve bikarbonatla beraber iyonize sodyum, asit baz dengesini sağlar ve regüle eder.
- Hücre Geçirgenliği: Sodyum-Potasyum pompası ATPaz'la beraber hücreye gerekli maddelerin özellikle glikozun tanınmasında rol oynar.

- Normal kas uyarılması: Sodyum iyonu, elektro kimyasal impulsların sinir ve kas boyunca iletilmesinde yer alır ve normal kas uyarılmasını veya duyarlılığını sağlar
- Bu sinir uyarımına cevapta, kaslara uyarının iletilmesinde ve kas fibrillerinin kontraksiyonunda sodyum ve potasyum iyonlarının dengesi önemlidir.

Renin-Anjiyotensin-Aldosteron Sistemi

- Renin-Anjiyotensin-Aldosteron Sistemi sodyumun böbreklerden geri emilimini potasyumun atılımını sağlayan bir sistemdir.
- Renin-Anjiyotensin sistemi Aldosteronu uyarır ve aldosteron sodyumun geri emilimini sağlar.



Klor

C1

Mineralin fonksiyonları

- a) Su-elektrolit denge
- b) Asit-baz dengesi
- c) Mide asiditesi

a) Su-elektrolit denge

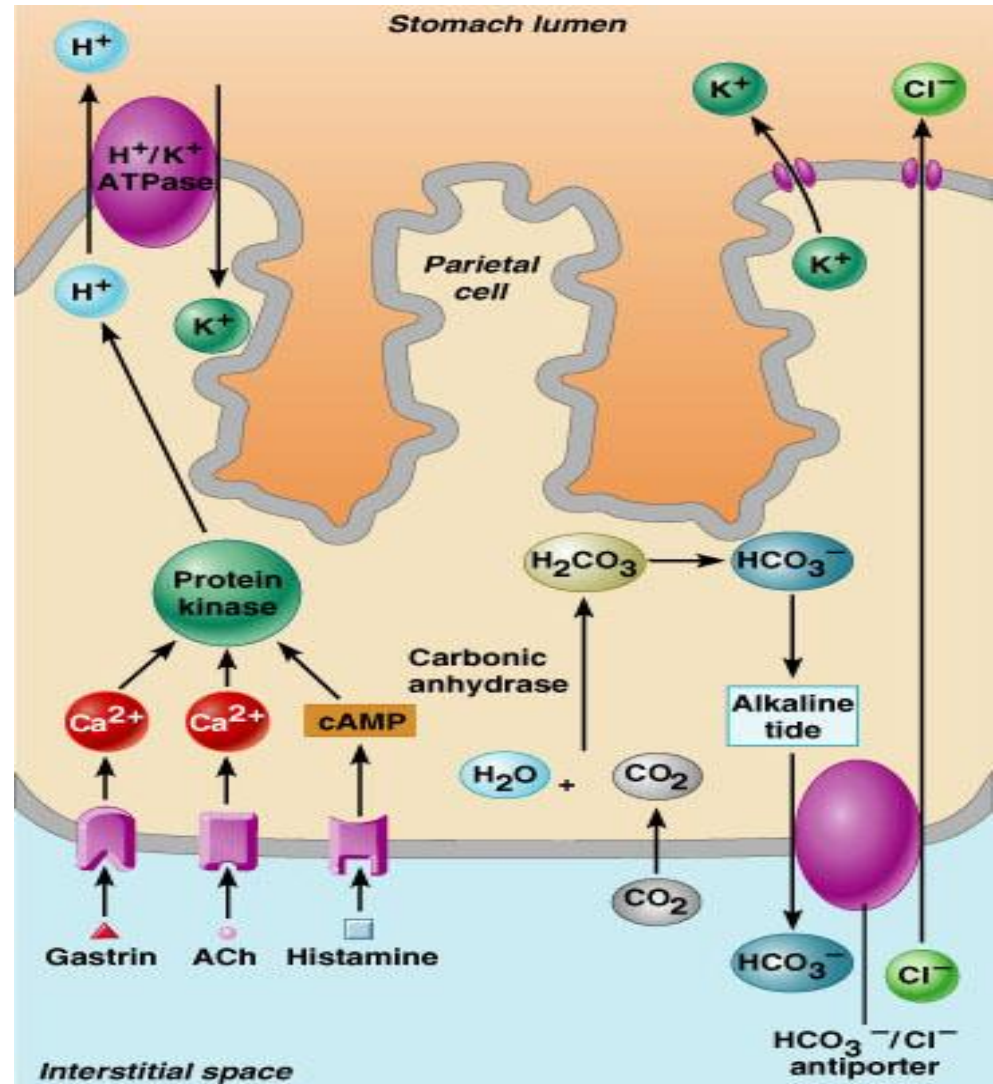
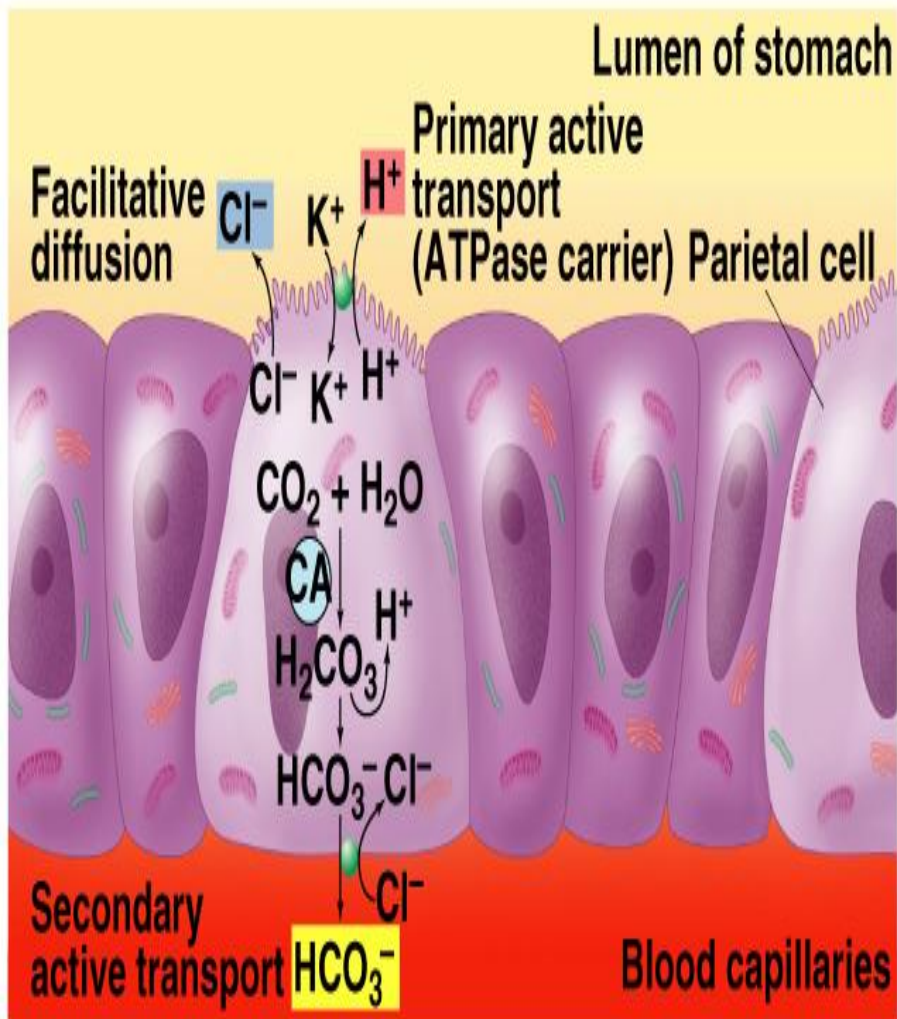
- İyonize sodyumla beraber iyonize klor ekstrasellular sıvıda su dengesini sağlar ve osmotik dengeyi regüle eder.

b) Asit-baz dengesi

- Klor, klorbikarbonat olarak plazma ve eritrositler arasında yer alır ve iyonize klorit, kan pH'sını dengede tutmada önemli rol oynar.
- Eritrositlerdeki CO_2 değişimine cevapta, iyonize klorit HCO_3 değişimi için kırmızı hücrelere girer, klorit-bikarbonat varlığı oluşur.

HCl salımının mekanizması ve düzenlenmesi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

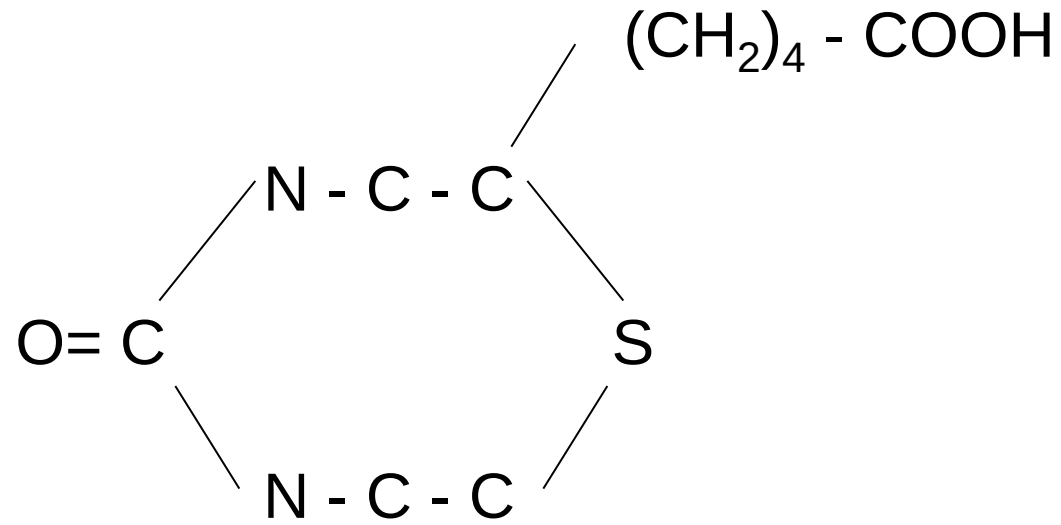


Kükürt(Sülfür)

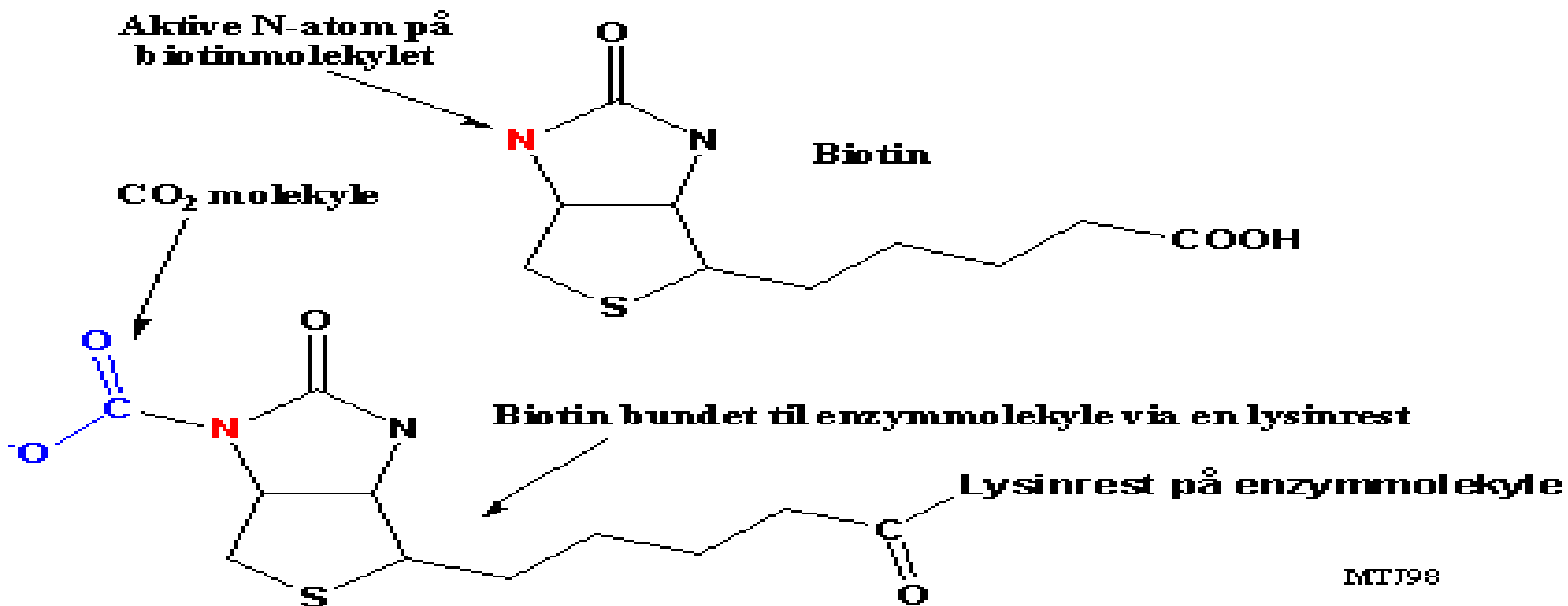


- Bazı amino asitlerin yapısına katılır(methiyonin, sistein,sistin)
- Bazı vitaminlerin yapısına katılır(tiamin,biotin).
- Mineral birçok detoksifikasyon reaksiyonlarına katılır.
- Doğal bir tripeptit olan glutatyonun yapısında kükürt içeren amino asitler vardır ve glutatyon peroksidaz sistemine katılarak hücre membranını oksidatif tahriplere karşı korur.

- Kükürt, biyotin, lipoik asitin yapısına girer(LSS) bu da tiyaminle beraber dekarboksilasyon reaksiyonlarının da koenzim olarak rol alır.



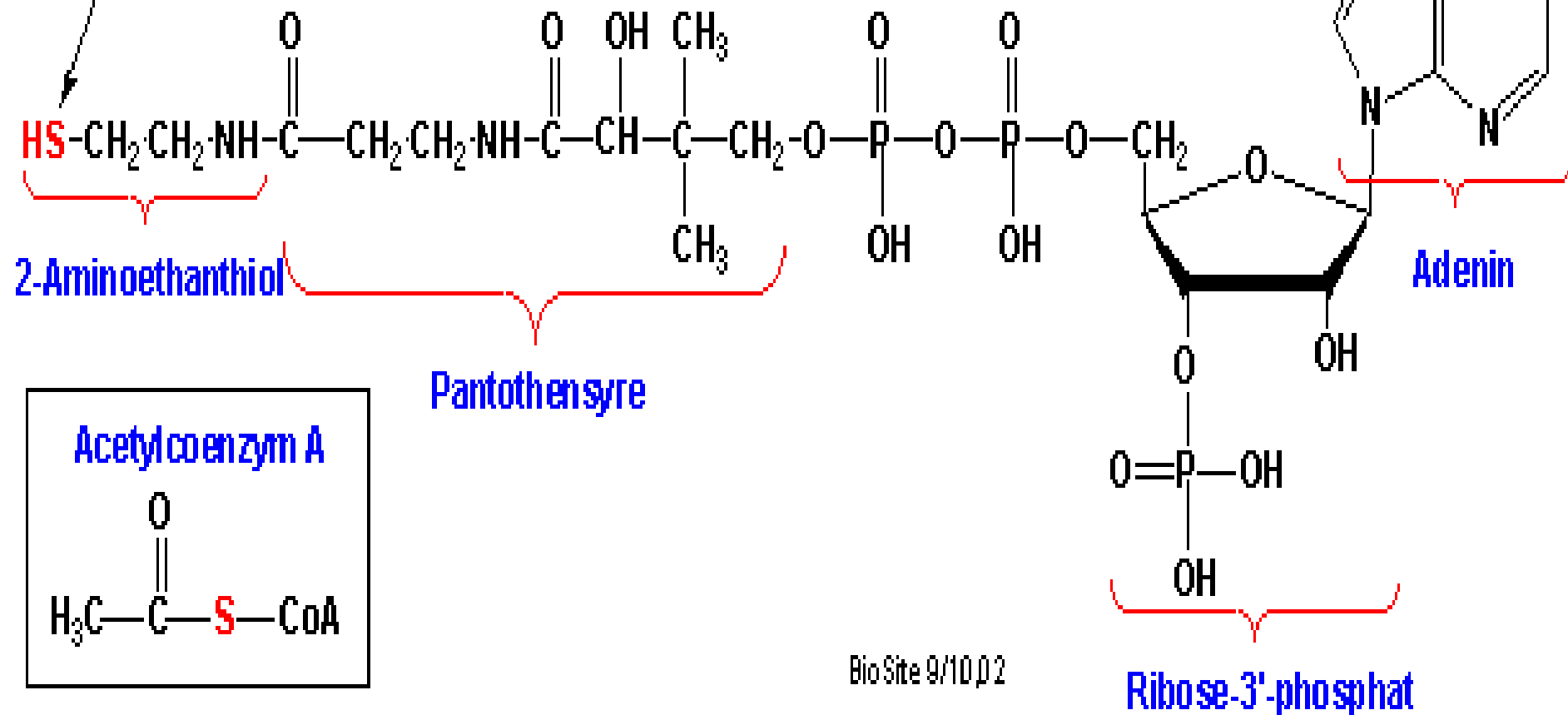
Biyotin

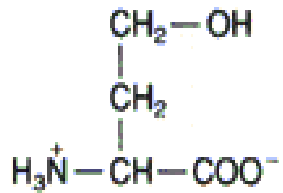


Koenzim-A'nın yapısında da kükürt vardır

Coenzym A

Thiolgruppe

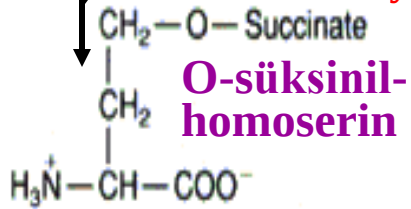




Homoserin

Süksinil-CoA

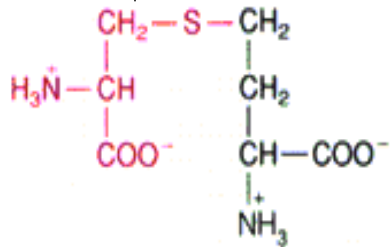
Homoserine acyltransferase



O-süksinil-homoserin

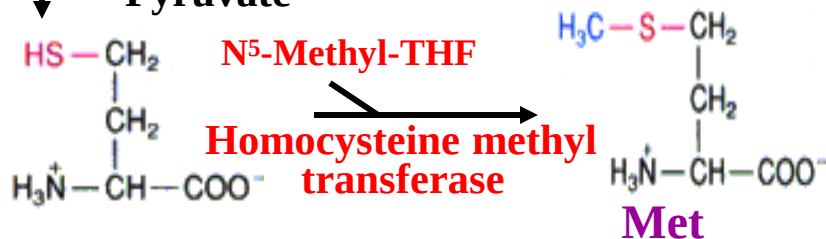
Cystathionine synthase

Süksinat



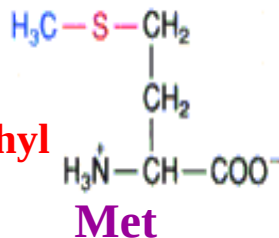
Cystathionine β-lyase

Pyruvate



N⁵-Methyl-THF

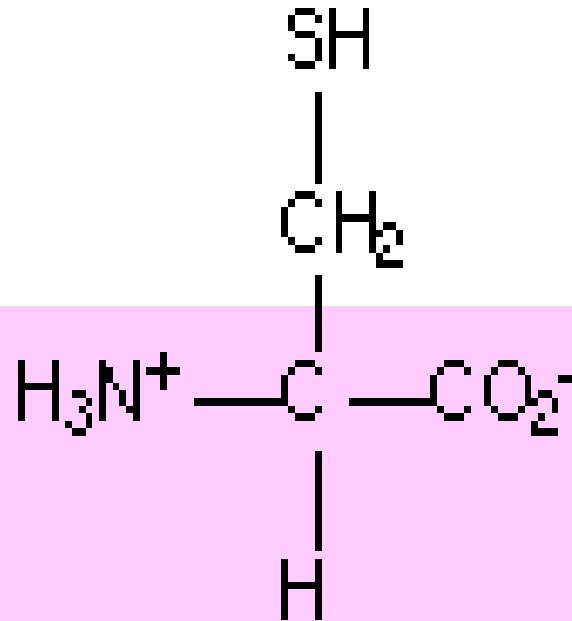
Homocysteine methyl transferase



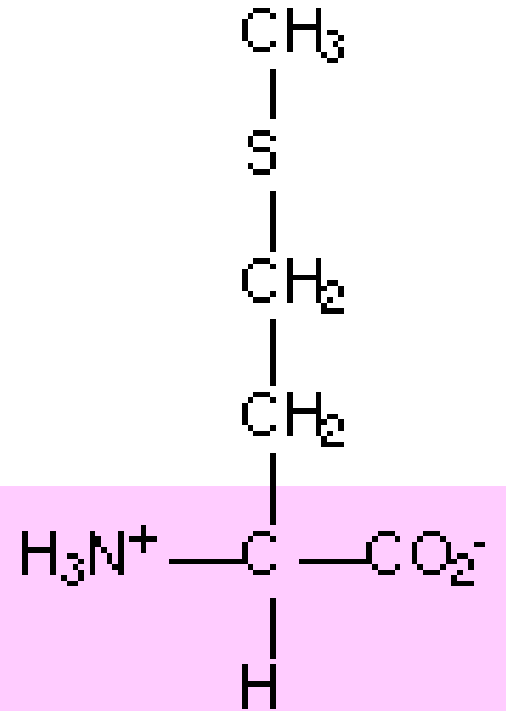
Met

- Metiyonin, protein sentezinde kullanılır, sistein sentezi için kükürt sağlamaktadır
- SAM, metillendirme tepkimelerinde en önemli metil vericisi olarak kullanılır.

Kükürt içeren aminoasitler



sistein



methiyonin

Demir

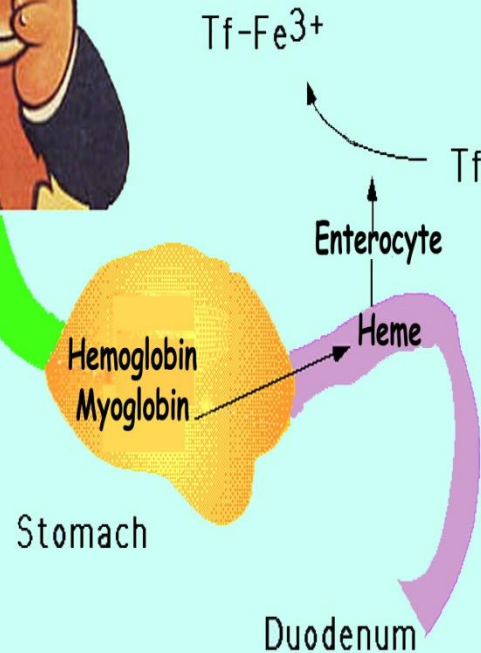
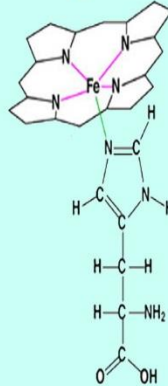
Fer



Hem ve Nonhem Demirin emilimi

Iron Absorption

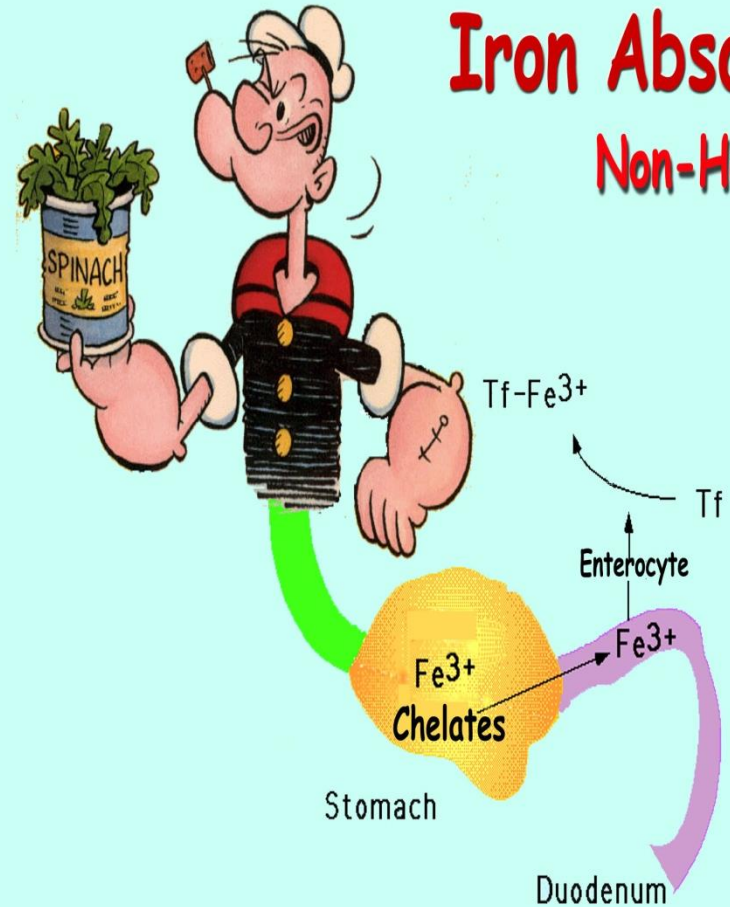
Heme



Iron absorbed as Heme-Iron

Iron Absorption

Non-Heme



Factors That Influence Iron Absorption

Physical State (bioavailability): $\text{heme} > \text{Fe}^{2+} > \text{Fe}^{3+}$

Inhibitors: phytates, tannins, soil clay, antacids, iron overload

Competitors: cobalt, lead, strontium, manganese, zinc

Facilitators: ascorbate, citrate, amino acids, iron deficiency

Demir içeren proteinler hangileridir?

- **A. HEM İÇEREN
PROTEİNLER**

- Hemoglobin
- Myoglobin
- Sitokromlar (a, b ve c)
- Sitokrom P-450
- Katalaz
- Myeloperoksidaz

- **B. DEMİRE BAĞLI
ENZİMLER**

- Aldehid oksidaz
- NADH dehidrogenaz
- Akonitaz
- Ribonükleotid redüktaz
- Tirozin hidroksilaz
- Süksinat dehidrogenaz
- Ksantin oksidaz

Demir Emilimine Etki eden Faktörler

- Emilimi Azaltanlar

- Oksalatlar
- Fitatlar
- Fosfatlar
- Alkol
- İndirgeyici ajanlar

- Emilimi Artıranlar

- Askorbat
- Laktat
- Piruvat
- Süksinat
- Fruktoz
- Sistein
- Sorbitol

Günlük demir alımı 1-2 mg

Demir Ekonomisi

**Hamilelikte
fetus**

Duodenum

Mide

Kalp kası

**Kemik iliği
eritroblastları**

**Dolaşımdaki
eritrositler**

Fe₂-TF

**Eritrosit lizisi ve
hemoglobinden
demir salınımı**

Pankreas

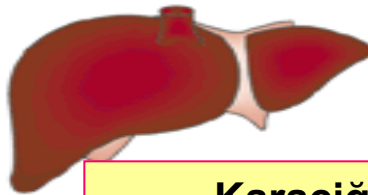
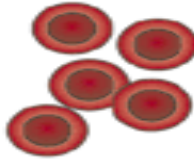
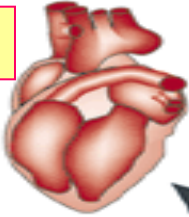
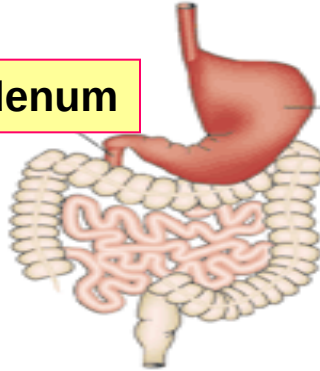
Karaciğer

(Hepatositlerde birikim)

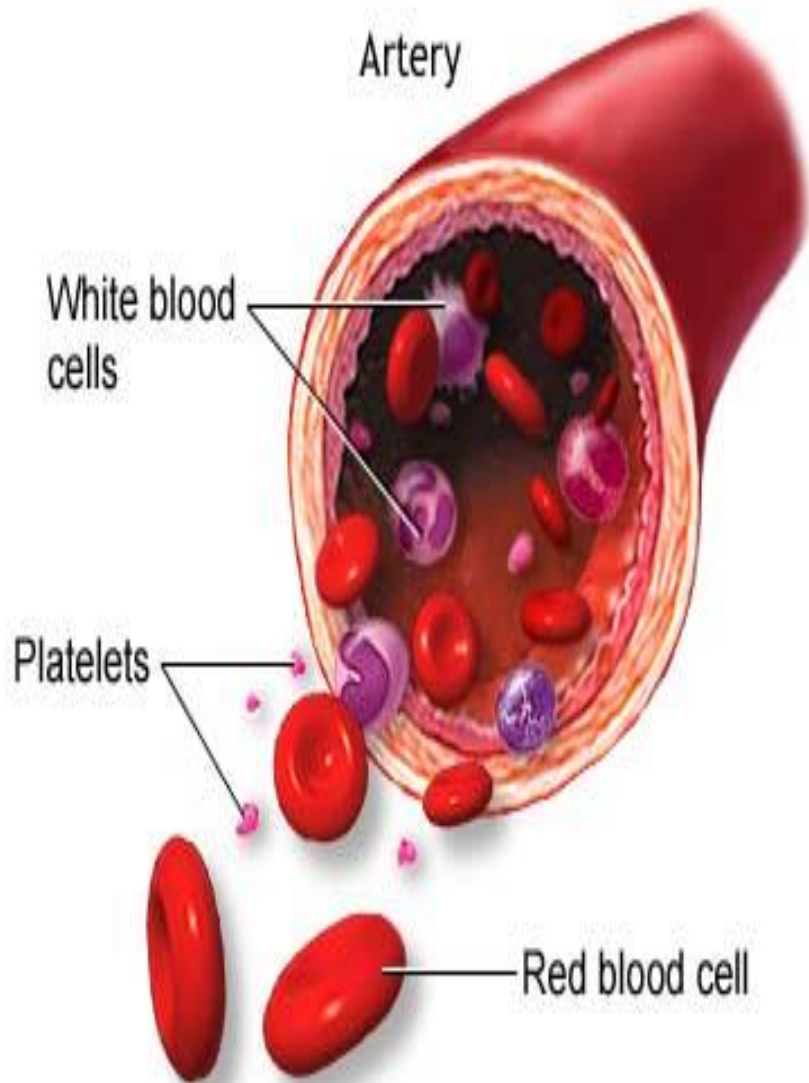
Makrofajlar tarafından fagositoz

Diğer kaslar

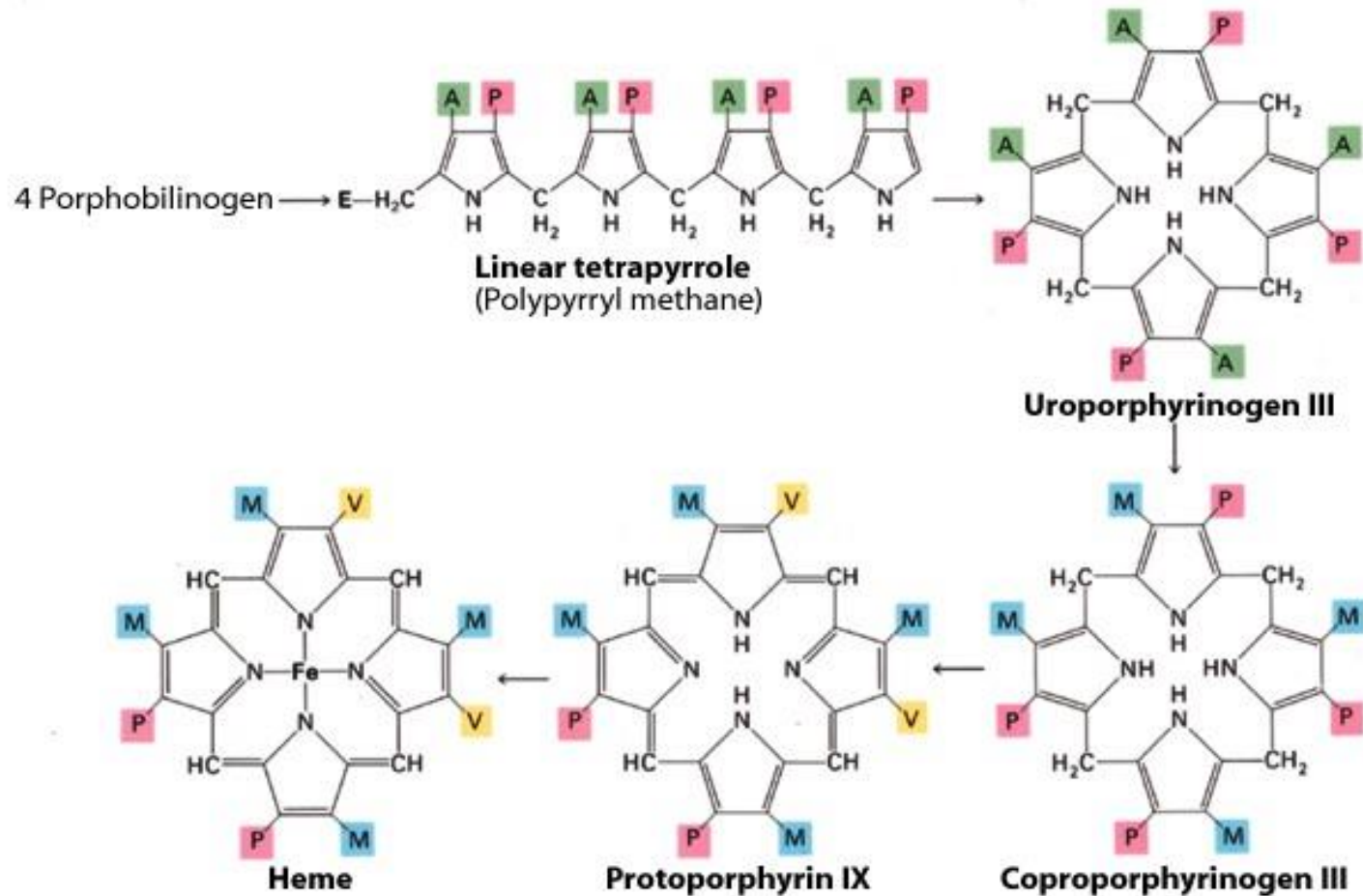
Diğer dokular



Fe, kana kırmızı rengini verir



Hem halkasının oluşumu



Bilirubin Metabolizmasının genetik hastalıkları

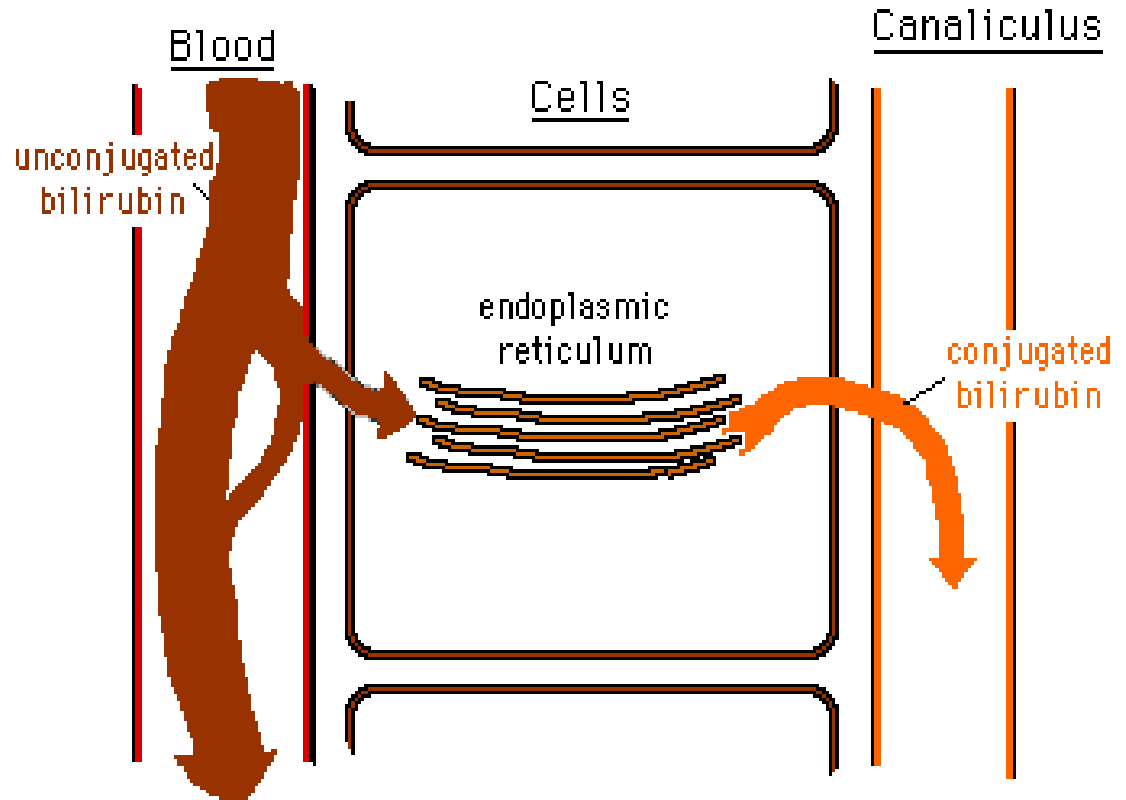
Condition	Hasar	Bilirubin	Klinik bulgular
Crigler-Najjar sendromu	Şiddetli hasar UDP-glucuroniltransferaz	Unconjugated bilirubin ↑↑↑↑	Profound jaundice
Gilberts sendromu	Azalmış aktivite UDP-glucuroniltransferaz	Unconjugated bilirubin ↑	Very mild jaundice during illnesses
Dubin-Johnson sendromu	Biliari sistem içerisindeki konjuge bilirubinin anormale taşınması	Conjugated bilirubin ↑↑	Moderate jaundice

Gilbert Hastalığı

Karaciğer hücreleri tarafından kandan bilirubin alımının yetersiz olduğu kalıtsal bir hastalıktır.

Bu hastalarda UDP-Glikuronil transferaz enziminin aktivitesinin %10-35 oranında azaldığı gösterilmiştir. İndirek bilirubin düzeyinde hafif artış görülür.

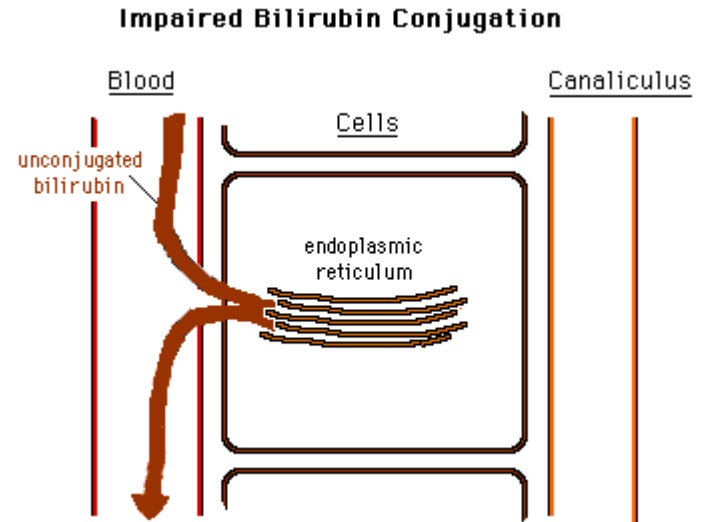
Decreased Bilirubin Uptake by Liver Cells



Fizyolojik sarılık

Crigler-Najjar sendromu

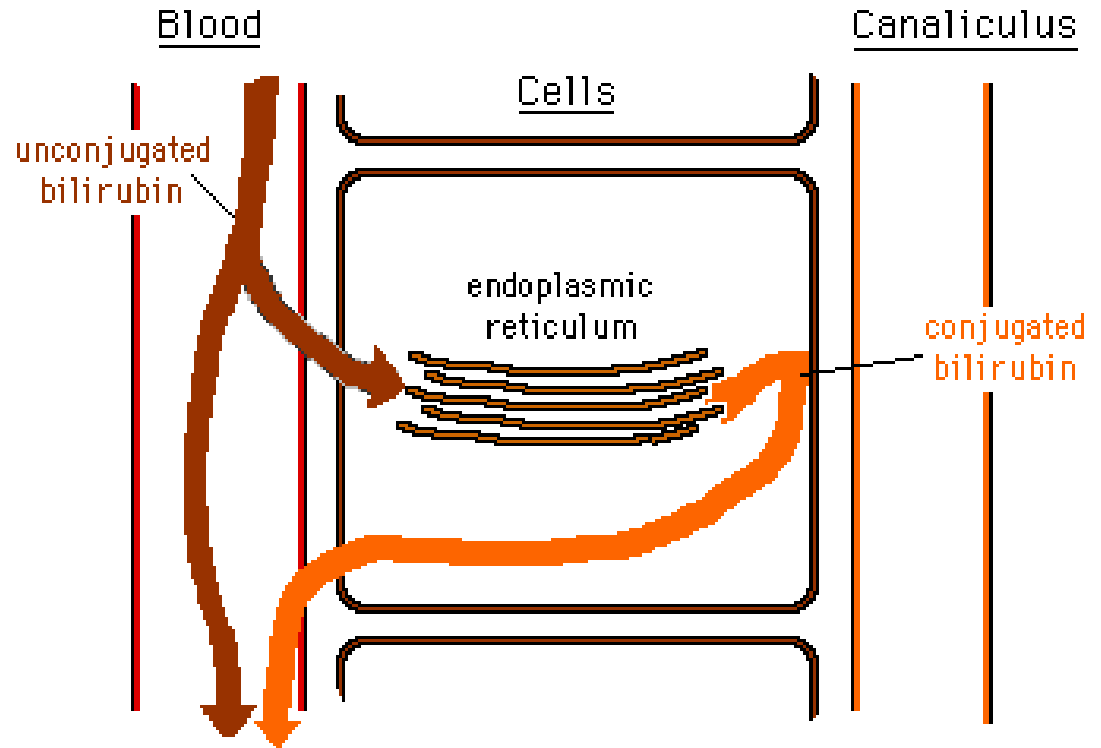
- UDP-Glikuronil transferaz enziminin yokluğu (Tip1) veya azlığı (Tip2) sonucu serum indirek bilirubin düzeylerinde artışla seyreden kalıtsal bir hastalıktır.



Dubin-Johnson sendromu

- Safra kanalik llerine direkt bilirubin atılımının bozuk olduğu otozomal resesif geçişli nadir bir hastalıktır.

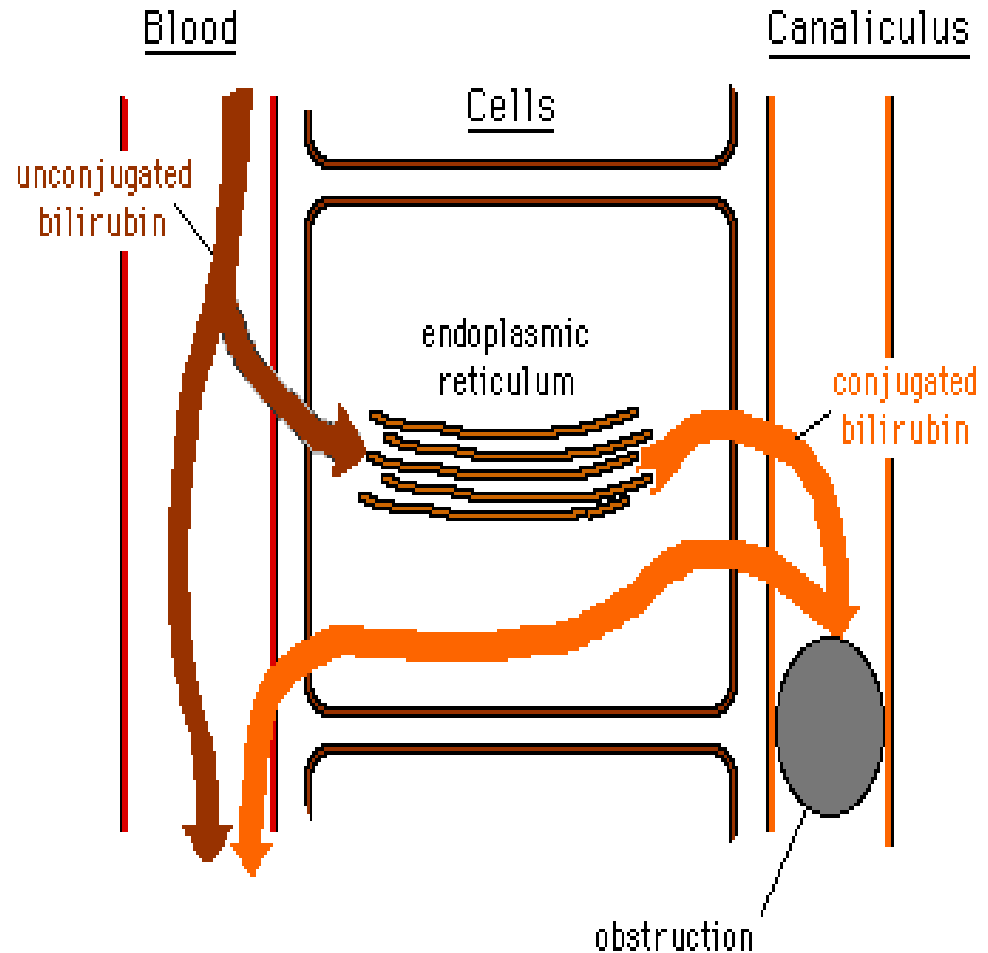
Defective Secretion of Conjugated Bilirubin from Liver Cells



Safra akımının mekanik tıkanıklığı(obstrüksiyon)

- İyi Huylu Nedenler: Safra akımının mekanik obstrüksiyonunda en sık nedenler koledok taşlarıdır. Koledokun postoperatif yapışıklık ve darlıkları da pasajı daraltır ve safra akımını bozar.
- Kötü Huylu Nedenler: Pankreas başı karsinomları ana safra kanalına bası yapar. Ampulla vetari veya safra yolu kanserleri ise direk olarak biliyer ağacın son kısmını tıkar.

Obstruction Somewhere in the Biliary Network
(Intrahepatic or Extrahepatic)



Bakır

CU



Bakır bağlı proteinler

Albümin	Dolaşımda iyon bakırı taşır, fazla bakırı bağlar.bakırı seruloplazmine göre gevşek bağlar ve gerekli yerlere seruloplazminden önce verir.
Seruloplazmin	Kanda, ekstraselüler sıvıda, hücrelerin bakır kaynağıdır.oksijen radikallerini toplar.Her seruloplazmin molekülü 6 bakır taşır.
Transkuprein	Kan plazmasında plazma bakır havuzunu değiştirir.Albumin gibi bakırı bağlar.
Metallotionin	İki değerlikli metal iyonlu protein, güçlü bir bakır bağlayıcıdır.
Faktör-V-VIII	Kanda kan pıhtılaşması için gereklidir
Kıkırdak matriks glikoprotein	İntrasellüler kondrosit ve diğer hücrelerde seruloplazmine benzer şekilde “lizil oksidaz” gibi bağ dokusu destekleyicisidir.

- Seruloplazmin hücre dışındaki oksijen radikalleri ile uğraşır ve çeşitli oksijen radikallerini toplar.
- Bakır demirle beraber hemoglobinin porfirin yapısı için gereklidir
- Bakır içeren bir protein olan “eritrokuprein” kırmızı kan hücrelerinde bulunur.

Bakırın diğer elementlerle ilişkisi

Cu-Fe ilişkisi	Cu ve Fe her ikiside hematopoeziste görevlidir.Cu yetersizliğinde Fe Emilimi düşer.Depo proteinlerden Fe'nin salınımı taşınması ,dokulara salınımında seruloplazmin görevlidir.
Cu-Co ilişkisi	Co, karaciğerde Cu depolanmasına hizmet eder.Otlardaki bakırın sindirebilirliğini arttırır.
Cu-Zn Cu-Cd Cu-Pb	Bu üç elemen bakırın antiagonisti olarak ele alınır.emilimde metalloproteinine bağlanmak üzere yarışır.emildikten sonra taşınmak içinde albumine bağlanmak için yarışır. Pb, toksik etki yaparak sekonder bakır yetersizliğine yol açar.
Cu-Mo-S ilişkisi	Mo önemli bir bakır antiagonistidir. Mo dan zengin rasyonlar bakır yetersizliğine yol açar. Tek başına Cu retansiyonunu değiştirmez,kükürtle birlikte Mo toksisitesi artar.

Hiperkolesterolemi

- İnsanda serum kolesterol ve bakır düzeyleri arasında ters bir orantı vardır.
- Bakırdan düşük, çinkodan yüksek diyet hiperkolesterolemiye neden olur.



45

Menkens Hastalığı

(Kırık kıl hastalığı, Çeliklenmiş kıl hast. Dolaşık saç sendromu)

- X'e bağlıdır. Sadece erkek çocukları tutar. Sinir sistemi bağ dokusu ev damarları kapsar. Bebeklik döneminde öldürür.
- Bakırın transportunda, intestinal mukazadan kan dolaşımına geçişinde problem vardır.



Wilson Hastalığı

- Bakırın safra ile atılmadığı ve karaciğer, beyin, böbrek ve alyuvarlarda biriktiği kalıtsal bir hastalıktır.

normal



Wilson hastalığı



Cinko



Zn

Yapısında çinko bulunan enzimler

- Karboksi peptidaz
- Karbonik anhidraz
- Laktat dehidrogenaz
- Alkol dehidrogenaz
- Süperoksit dismutaz
- Petinal dehidrogenaz

Karbonik anhidraz enziminin etkilediği reaksiyon

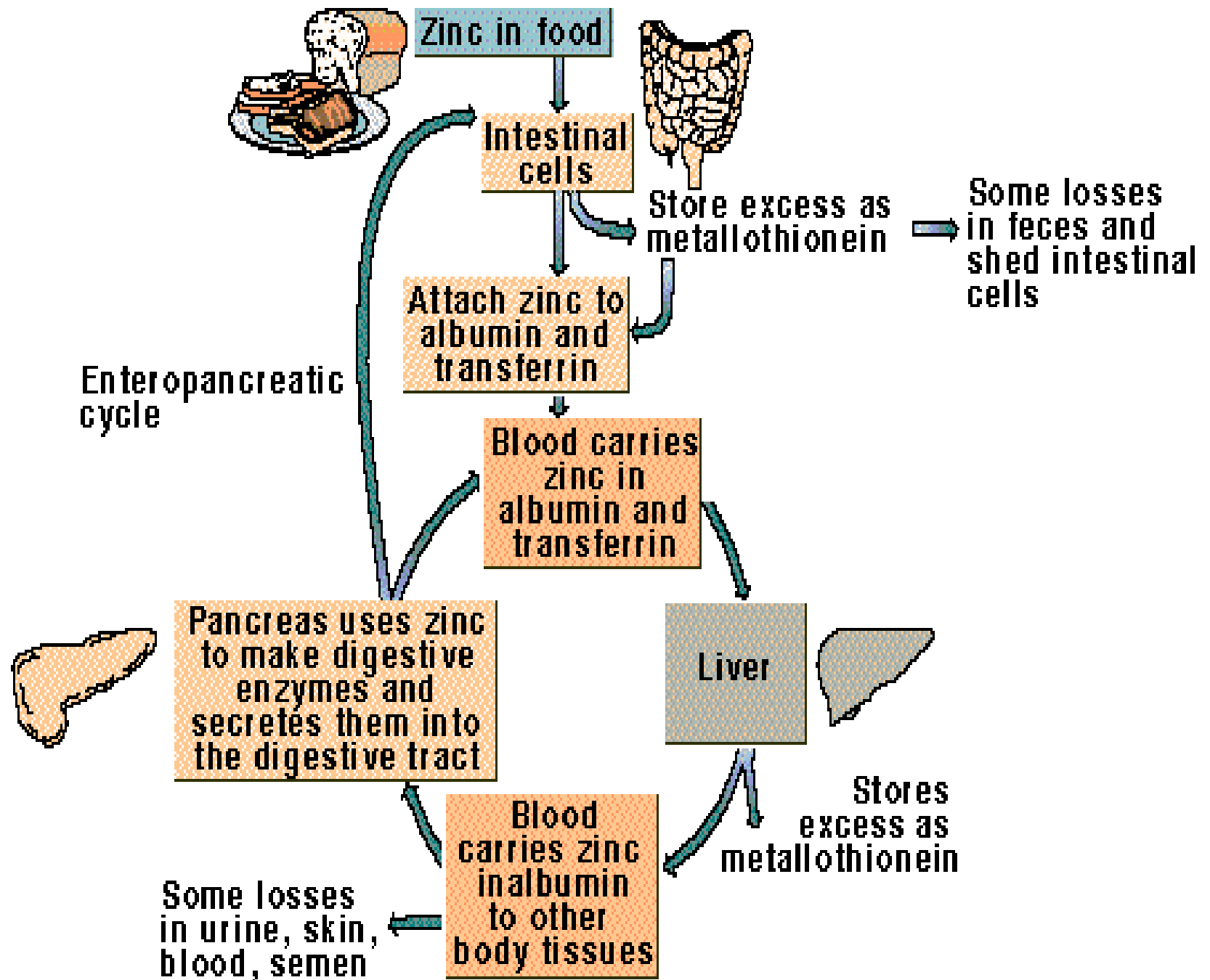


Lipit peroksidasyonunda görevlidir

- Çinko lipit peroksidasyonunu Cu/Zn SOD aktivitesi, stokrom p-450 sistemle ve daha bilinmeyen diğer biyolojik fonksiyonlarla önler
- Çinko apoptotik hücre ölümlerini de regüle eder.

Tat alma duyusundaki “Gustin” proteini

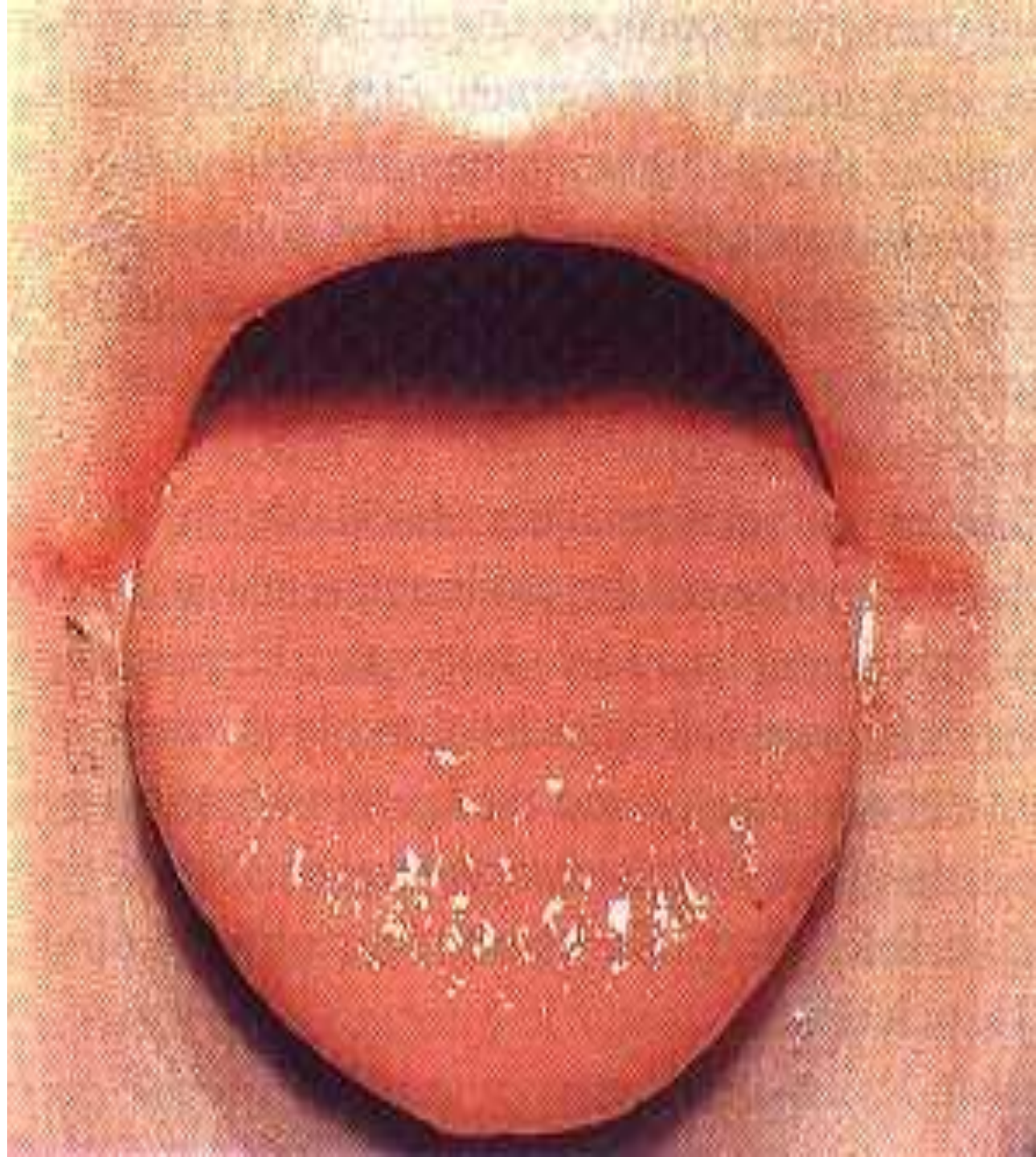
- Çinko, “gustin” adı verilen paratiroid gland kaynaklı tükürük proteininde yer alır ve tat duyusu gelişiminde önemlidir.



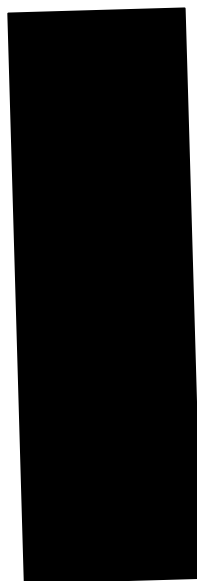
Çinko yetersizliği



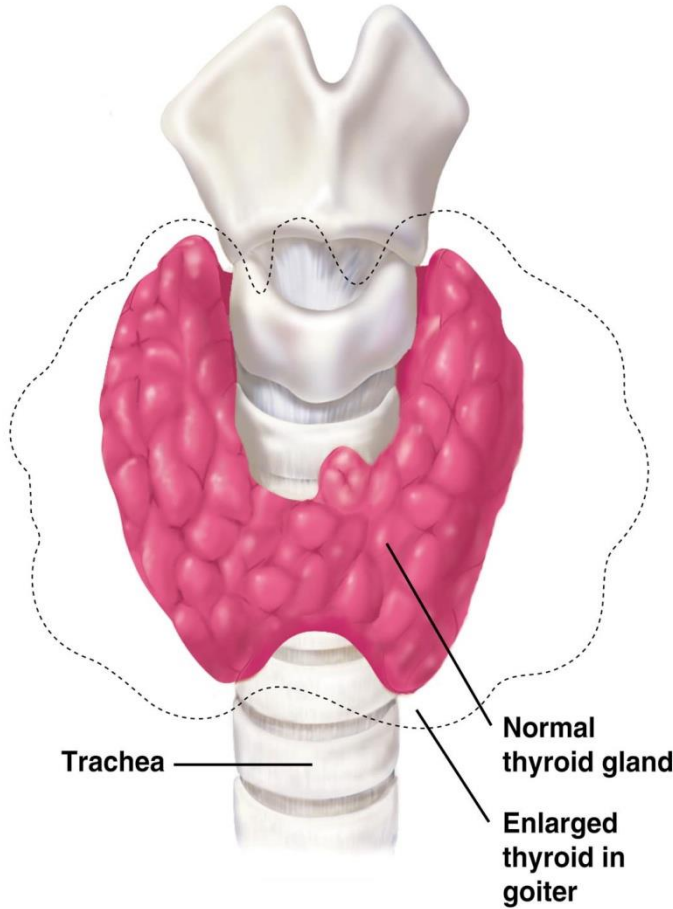
Glositis



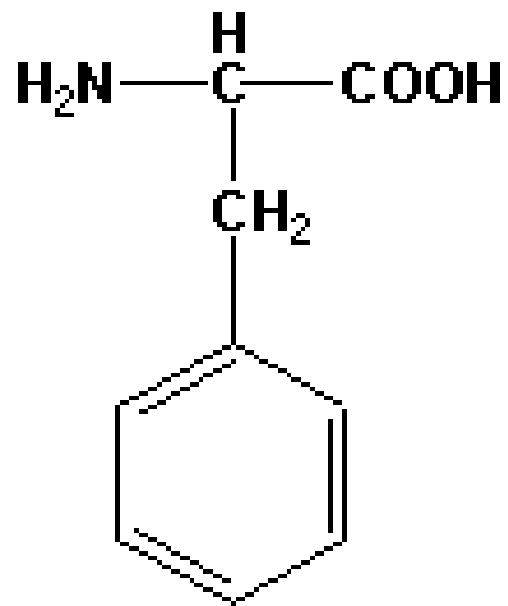
iyot



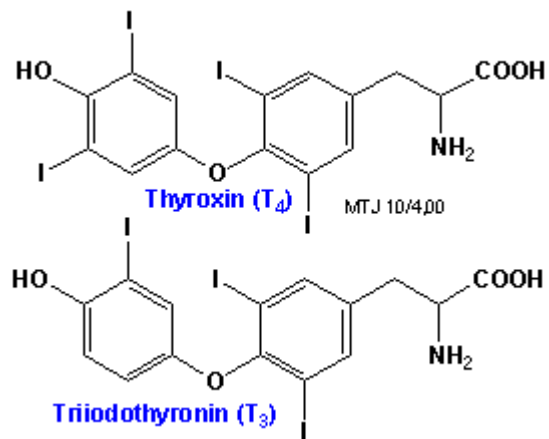
İyot'un metabolizmadaki görevi

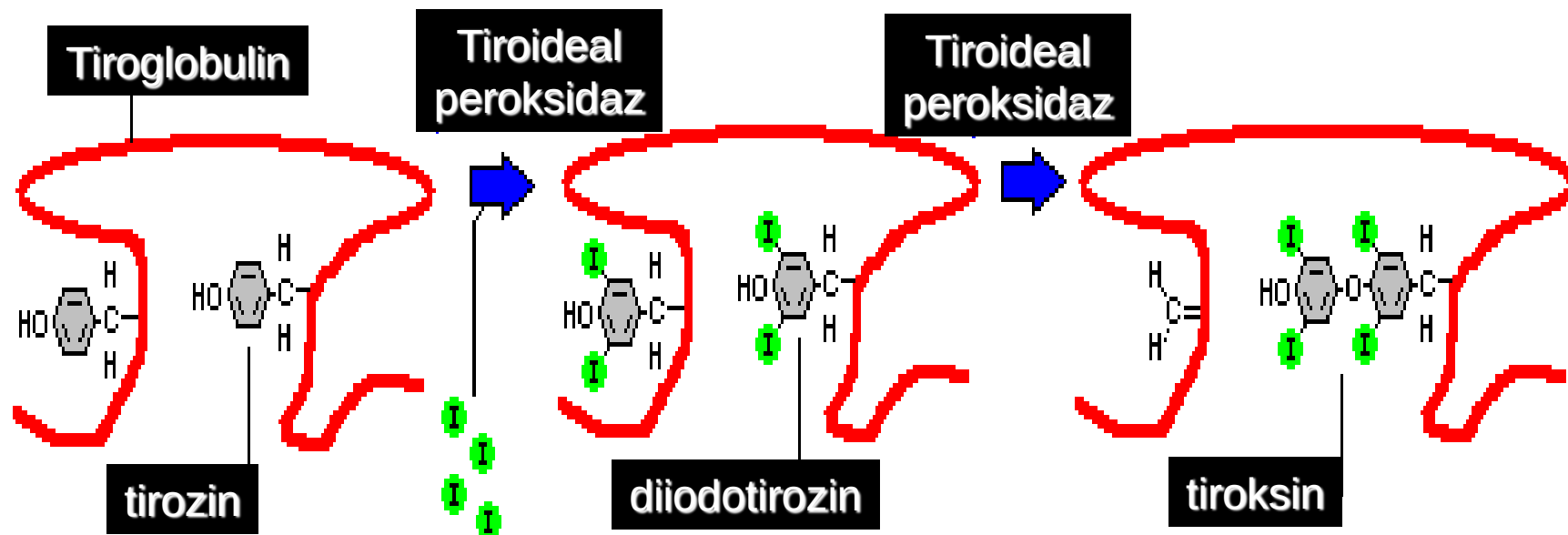


- İyot vücutta tiroid hormonunun sentezi için kullanılır.
- Tiroid hormonu olan tiroksin, hücre oksidasyonunu uyarır.
- Bazal metabolizmayı regüle eder.
- Oksijen alımını artırır.
- Glikoz metabolizmasıyla ilgili enzim reaksiyon hızına karışır.



Tirozin





Guatr'ın Dünyada Dağılımı

WORLD DISTRIBUTION OF GOITER



Guatr

- In iodine deficiency, the thyroid gland enlarges—a condition known as simple goiter.





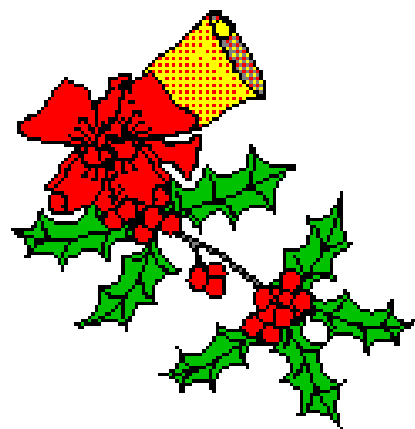


Guatr ve Kretinism





Mangan



Mr



Mn fonksiyonları

- a) Protein metabolizması
- b) Karbonhidrat metabolizması
- c) Yağ metabolizması

a) Protein metabolizması

- Birçok amino asitin birbirine dönüşümünü katalize eden enzimleri Mn aktivite eder.
- Bu enzimler; arginaz, sistein desülfideraz, prolinaz, dipeptidaz, lösin amino peptidazdır.

b) Karbonhidrat metabolizması

- Glikoz oksidasyonu sırasında, glikolitik yolda veya krebs döngüsünde Mn birçok reaksiyona katılır.
- Glikoproteinlere ksiloz ve galaktozun enzimatik katılımını aktive eder.
- Oligosakkarit sentezinde de yer alır

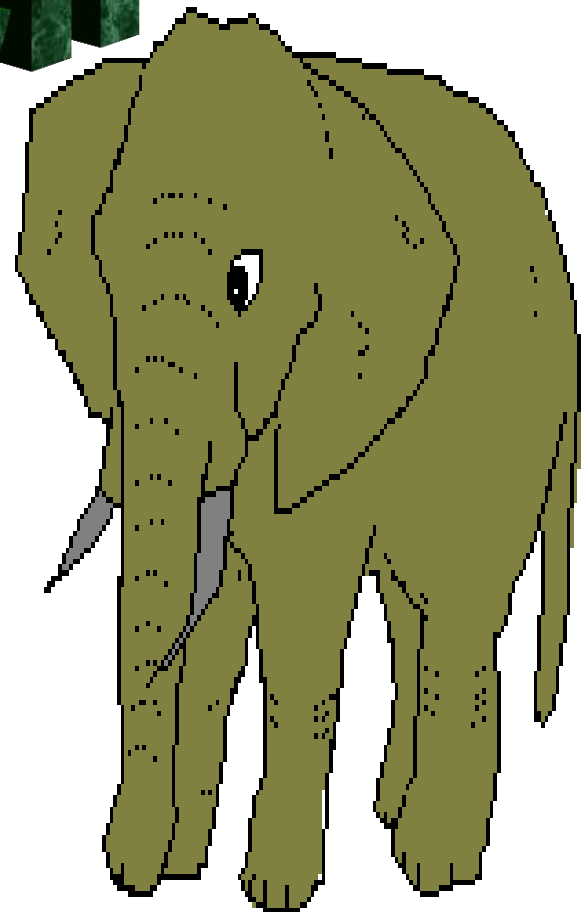
c) Yağ metabolizması

- Mn serumdan yağ toplama (temizleme) faktörü olarak adlandırılan “lipoprotein lipaz”ı aktive eder ve uzun zincirli yağ asidi ve kolesterol sentezlerinde kofaktör olarak işlem yapar.
- Membran fosfotidil inozitolün oluşumunda yer alır

Pigment yapımına katılma

- Yüksek konsantrasyonda Mn pigmentli yapılardada bulunur. Bunlar arasında retina, esmer cilt ve melanin granülleri sayılabilir.
- Melanin ve dopamin üretimine de girmektedir.

Mollipoden
Mo

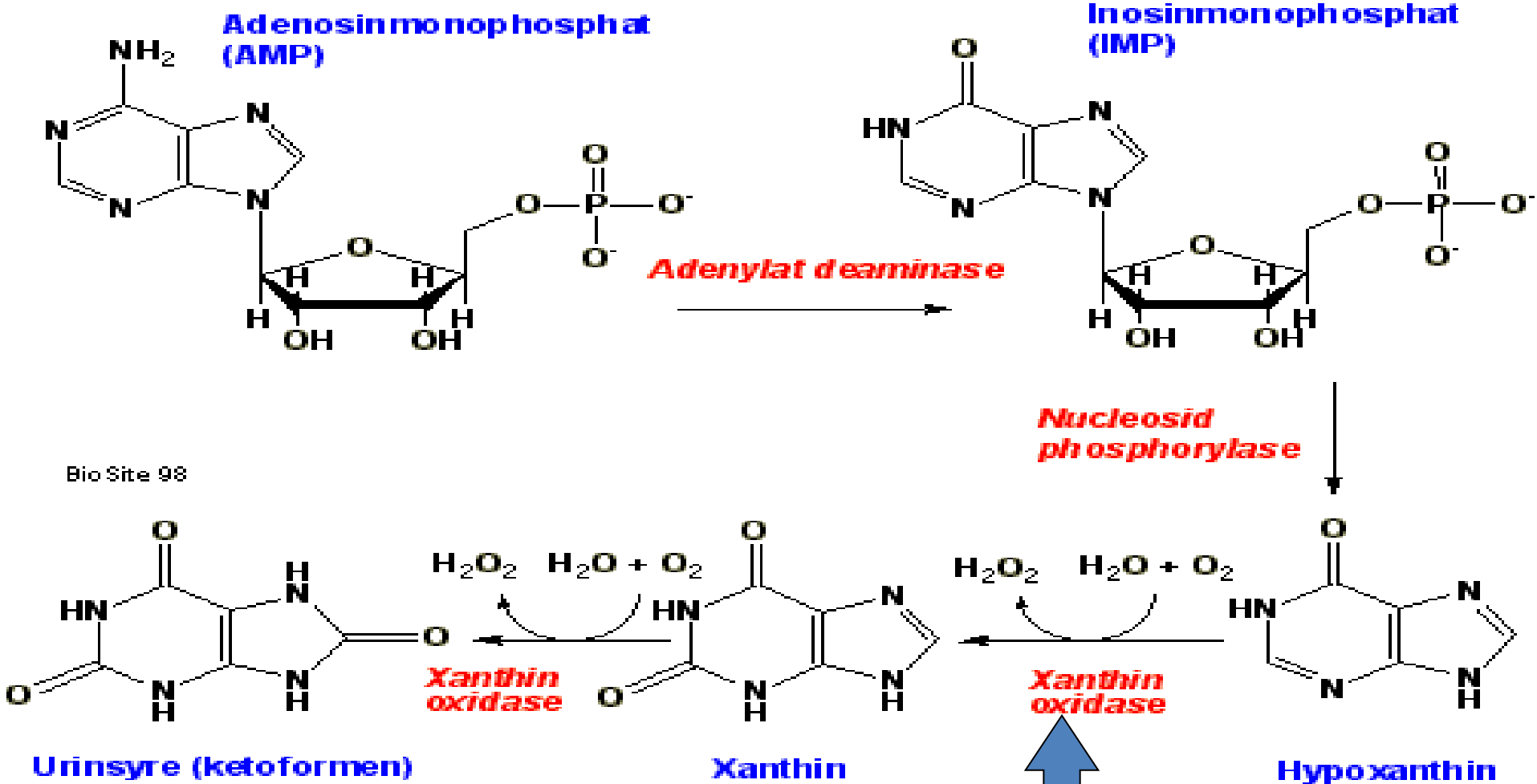


- Molibdenin enzim kofaktörü olarak işlevi, çeşitli substratların hidroksilasyonunu katalize etmektedir
- Molibdenin, glikokortikoid reseptörlerince işgal edilmesinin steroid bağlama kapasitesini stabilize ettiği sanılmaktadır.
- Mo, steroidin izolasyonunda hormon reseptörlerini

Molibdenin enzim kofaktörü olarak işlevi, çeşitli substratların hidroksilasyonunu katalize etmektedir

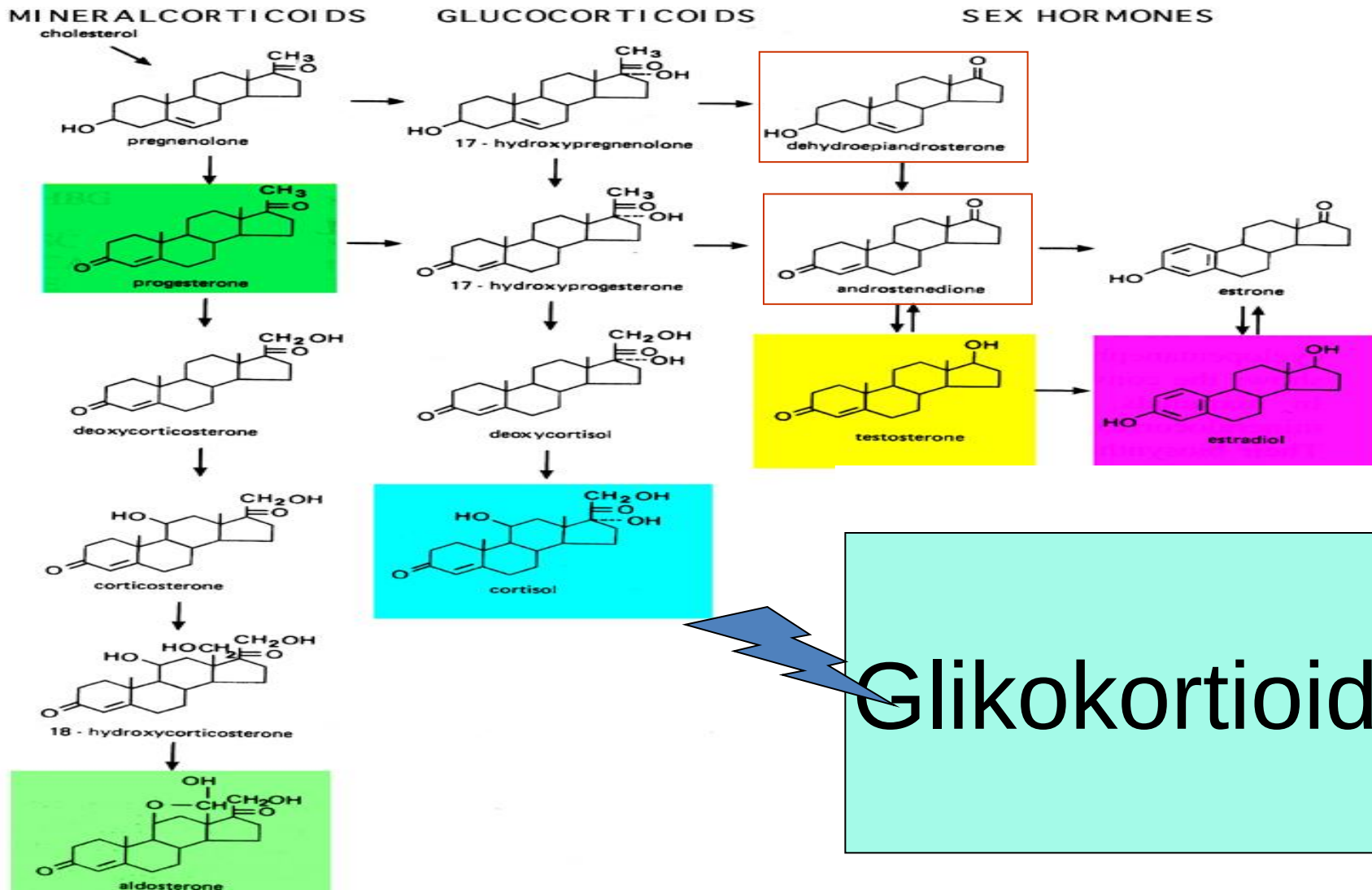
- Metallotiyoenzimler;
- a) Ksantin oksidaz; Ksantinin ürik aside oksidasyonunu katalize eder.
- b) Aldehit oksidaz; Aldehitlerin karşılığı olan karboksilik asitlere oksidasyonunu katalize eder.
- c) Sülfite oksidaz; Sülfitein sülfata transformasyonunu katalize eder.

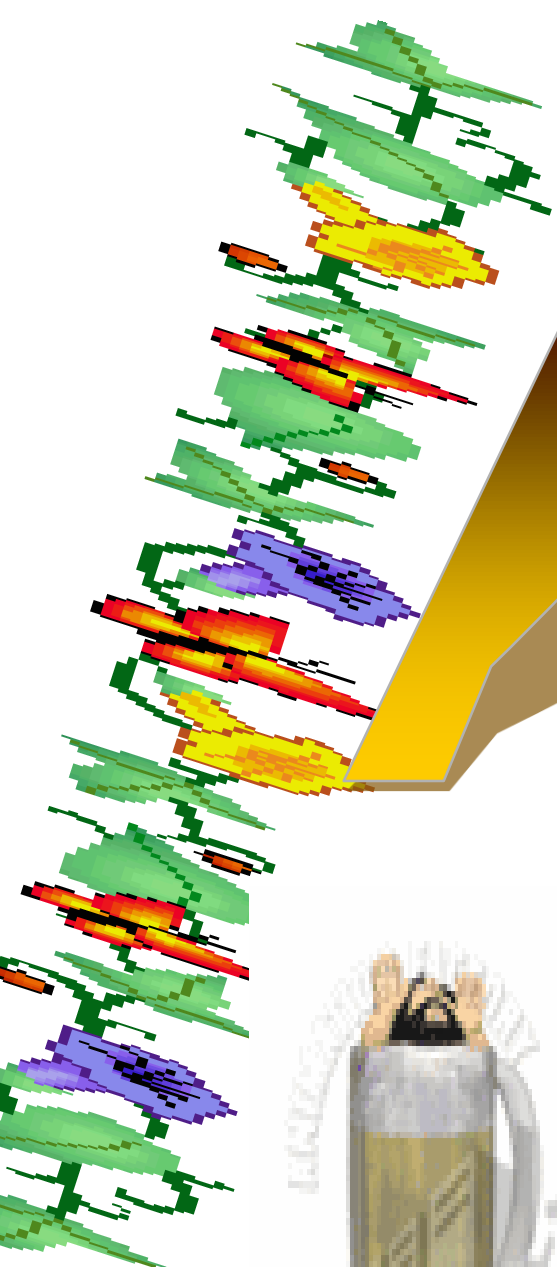
Pürin bazlarının yıkımı



Molibden içeren enzim; Ksantin oksidaz

Molibdenin, glikokortikoid reseptörlerince işgal edilmesinin steroid bağlama kapasitesini stabilize ettiği sanılmaktadır.





Kobalt

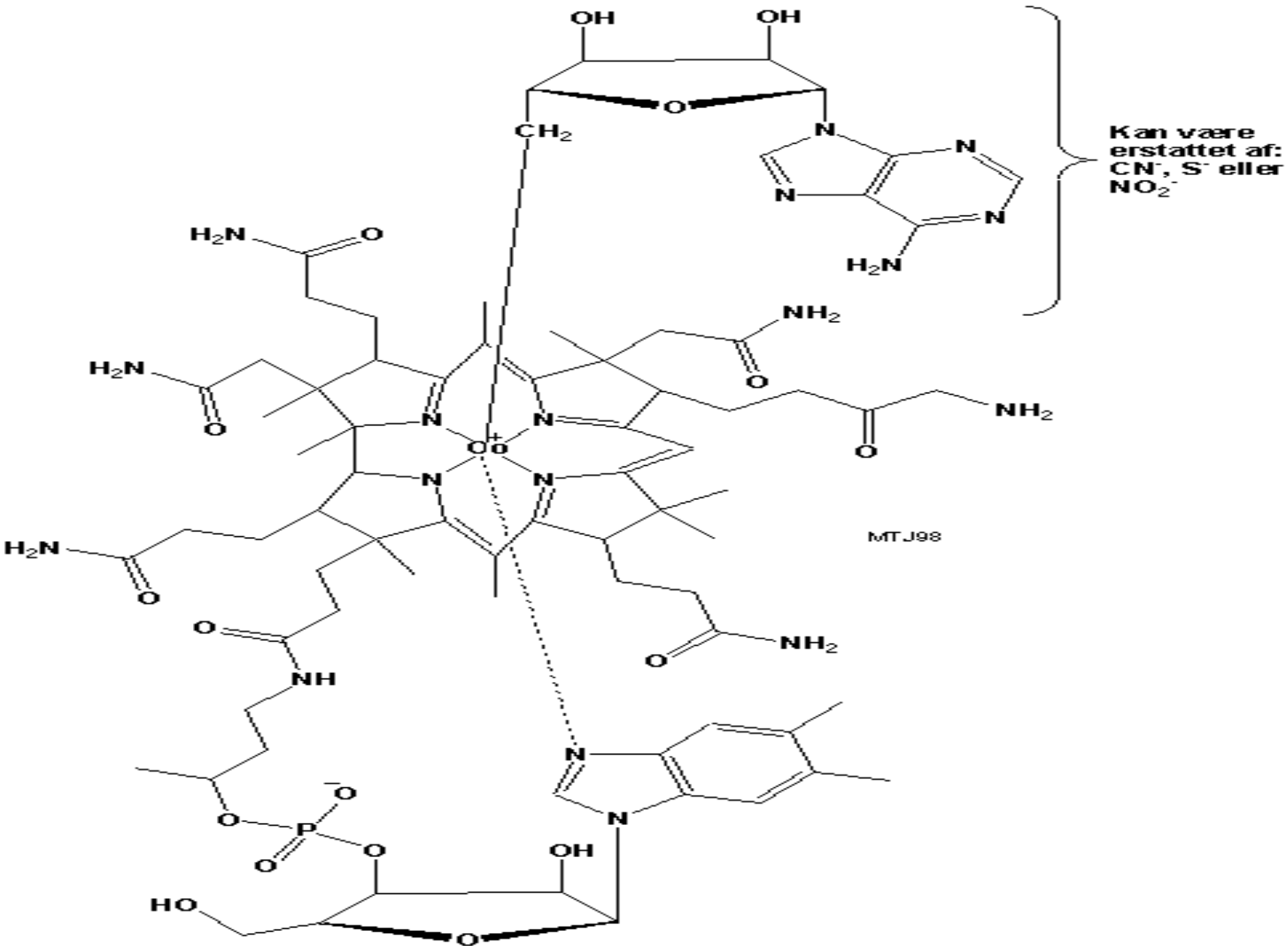


co

- Memelilerde fonksiyonu B₁₂ vitamininin bir parçası olarak görülür.
- Çeşitli enzim sistemlerinde koenzim olarak görevlidir.
- İnorganik kobalt, eritropoezi stimüle etmesi yönünden önemlidir.
- Bazen yüksek dozdaki kobalt; CoCl₂ olarak anemi tedavilerinde kullanılır.

Memelilerde fonksiyonu B12 vitamininin bir parçası olarak görülür.

- B12 vitamini; homosisteinden metiyonin sentezi ve metil folattan tetrahidrofolik asit oluşumunu, böylece folat metabolizmasının normal sağlanmasında görevlidir.
- Ayrıca metil malonil CoA'nın süksinil CoA'ya çevrilmesi ve tek karbonlu yağ asitlerinin kullanımlarının sağlanmasında görevlidir.



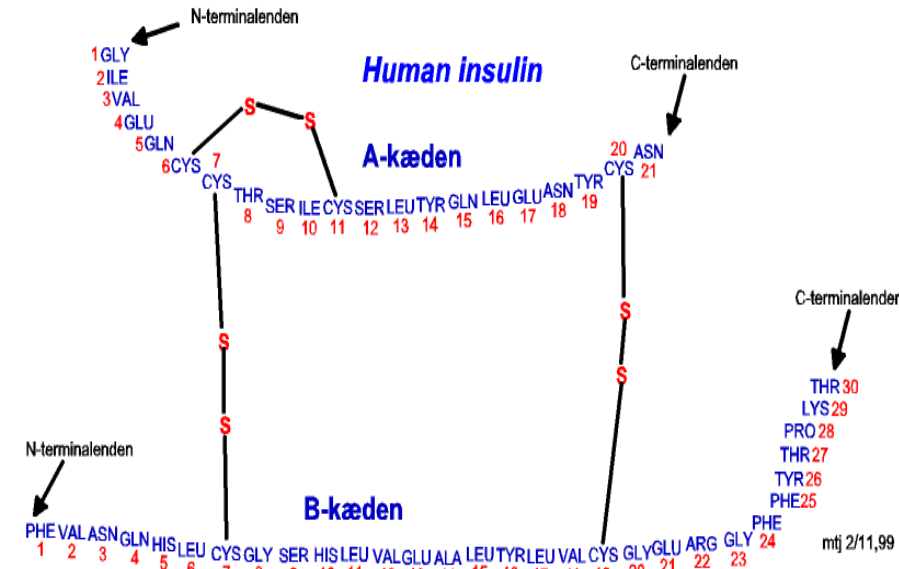
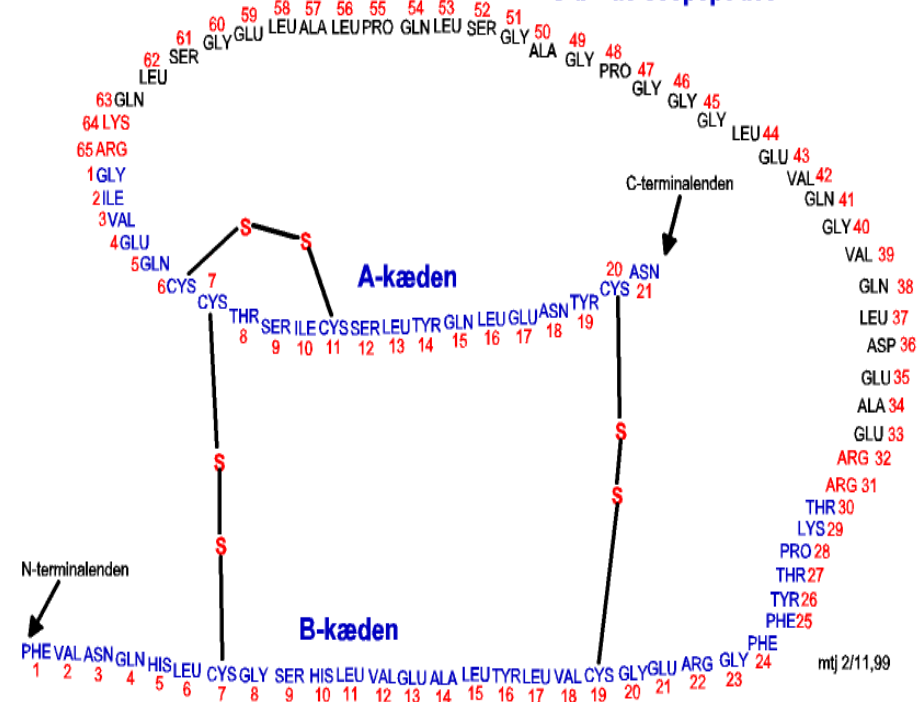
Çeşitli enzim sistemlerinde koenzim olarak görevlidir.

- Fosfataz
- Dipeptidaz
- Arginaz
- AST, ATP az
- Aspartaz
- Glisiglisin dioeotidaz





- İnsanda en önemli fonksiyonu GTF (Glikoz tolerans faktörü) olmasıdır.
- Bu yapıyla insülini hücre membranına bağlayarak insülin molekülü ile membran arasında köprü görevi yapmaktadır.
- İnsülinin yapısı veya reseptyöre bağlanmasını etkilediği ileri sürülmektedir.
- İnsülin krom olmadan glikoz düzenleyicisi olarak etkisiz kalmaktadır.



Selenium



Se





- Selenyum, antioksidan enzim olan “glutaperoksidaz”ın integral parçasıdır.
- İndirgenmiş glutatyon, hidrojen peroksit(H_2O_2) ve lipid peroksitlerine ve oksidatif tahriplere karşı hücre membranını korur.
- Bu rolüyle selenyum E-Vitaminiyle denge halindedir, her biri diğeri için koruyucudur.

lipid peroksil radikal

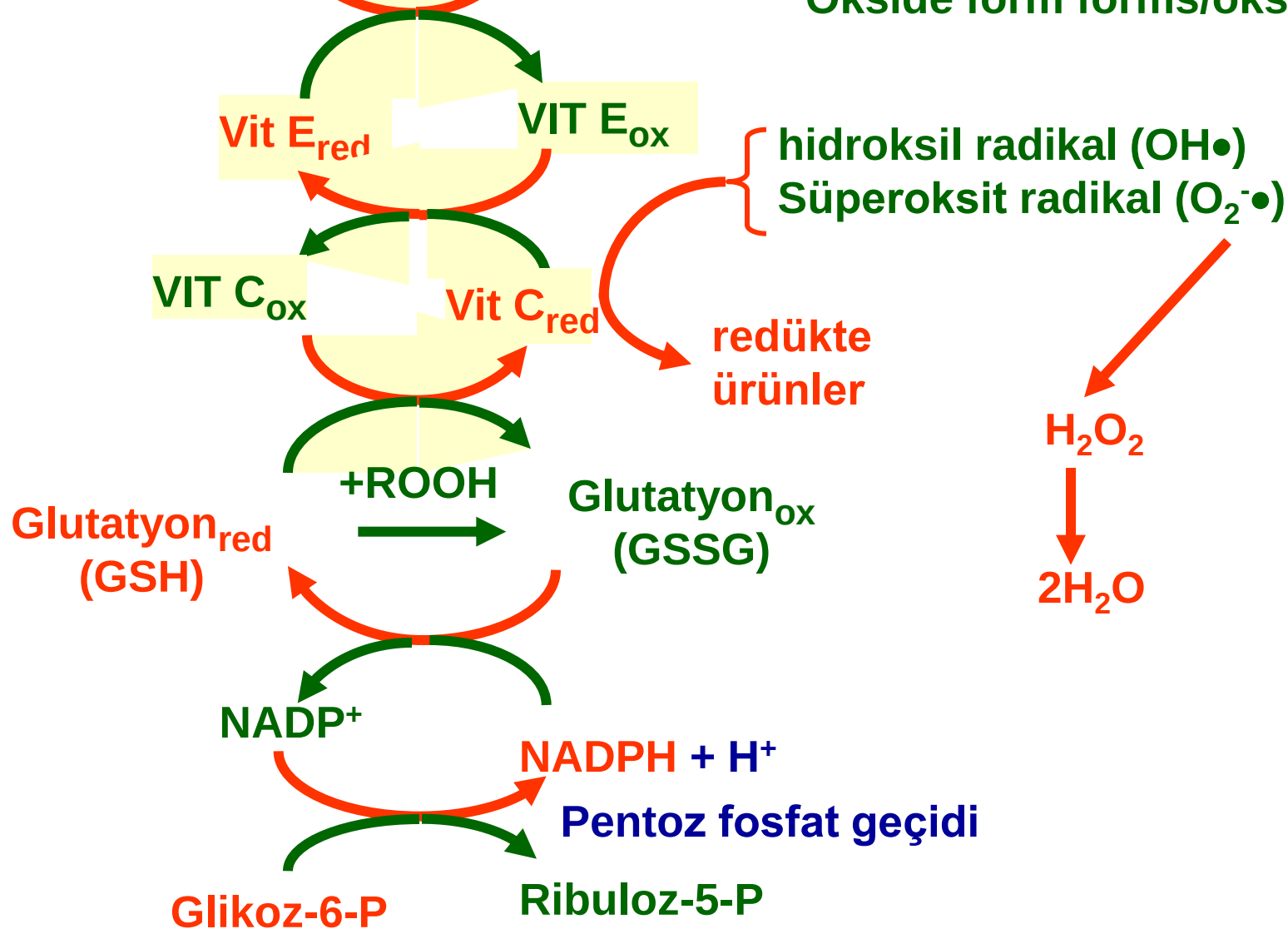
$\text{LOO}\cdot$

LOOH

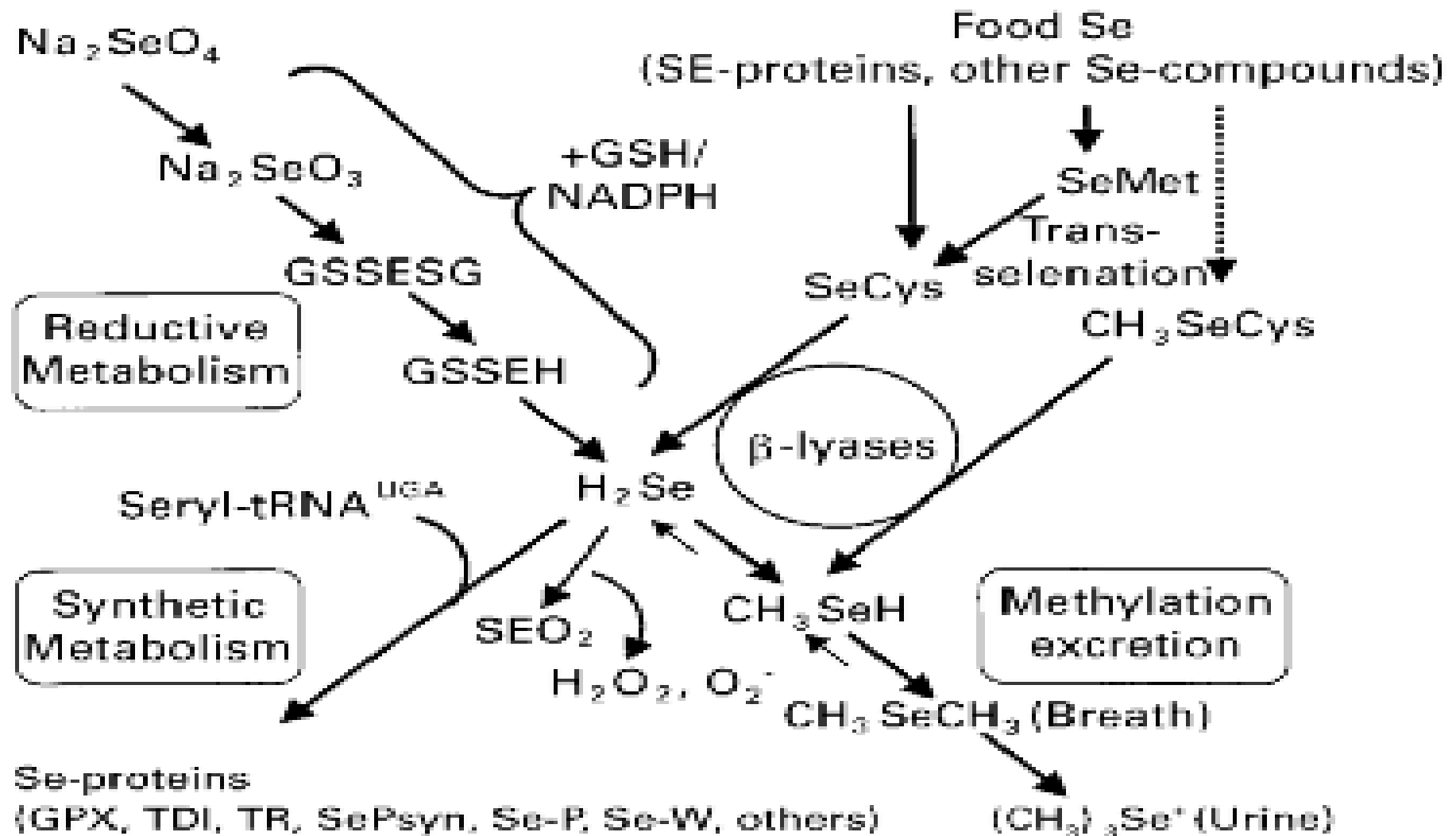
Antioksidan kaskat mekanizması

Redükte form/redüksiyon

Okside form forms/oksidasyon

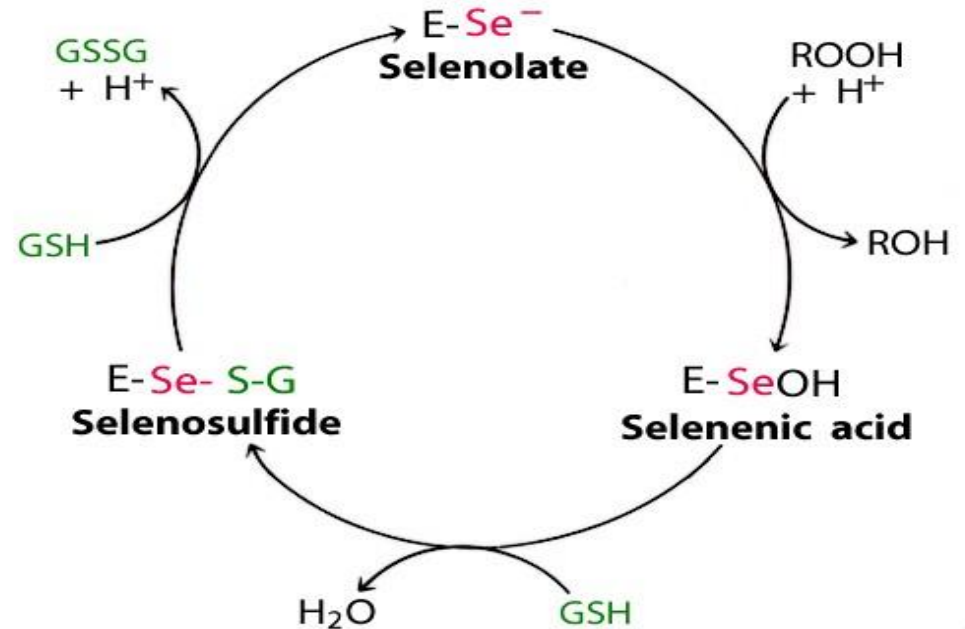
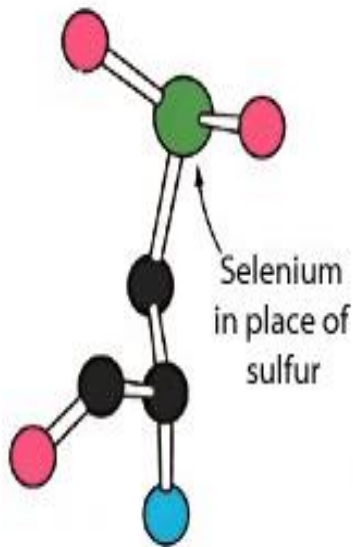


Selenyum Metabolizması

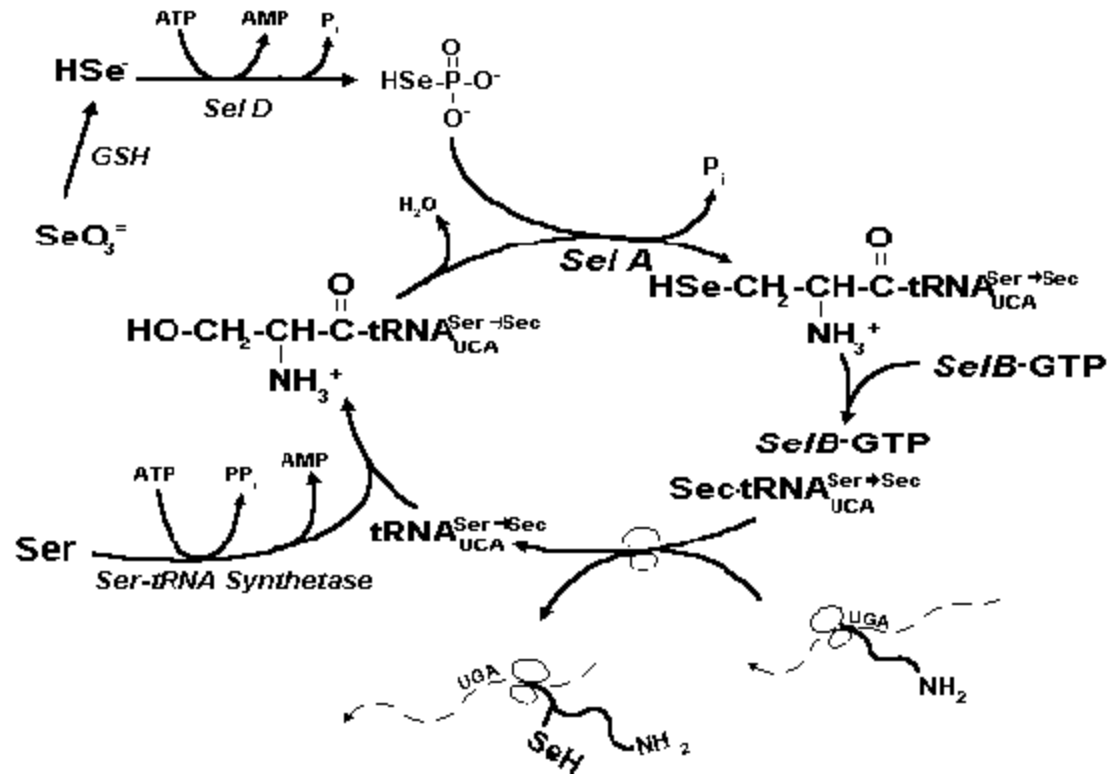


Glutatyon peroksidaz' ın katalitik döngüsü

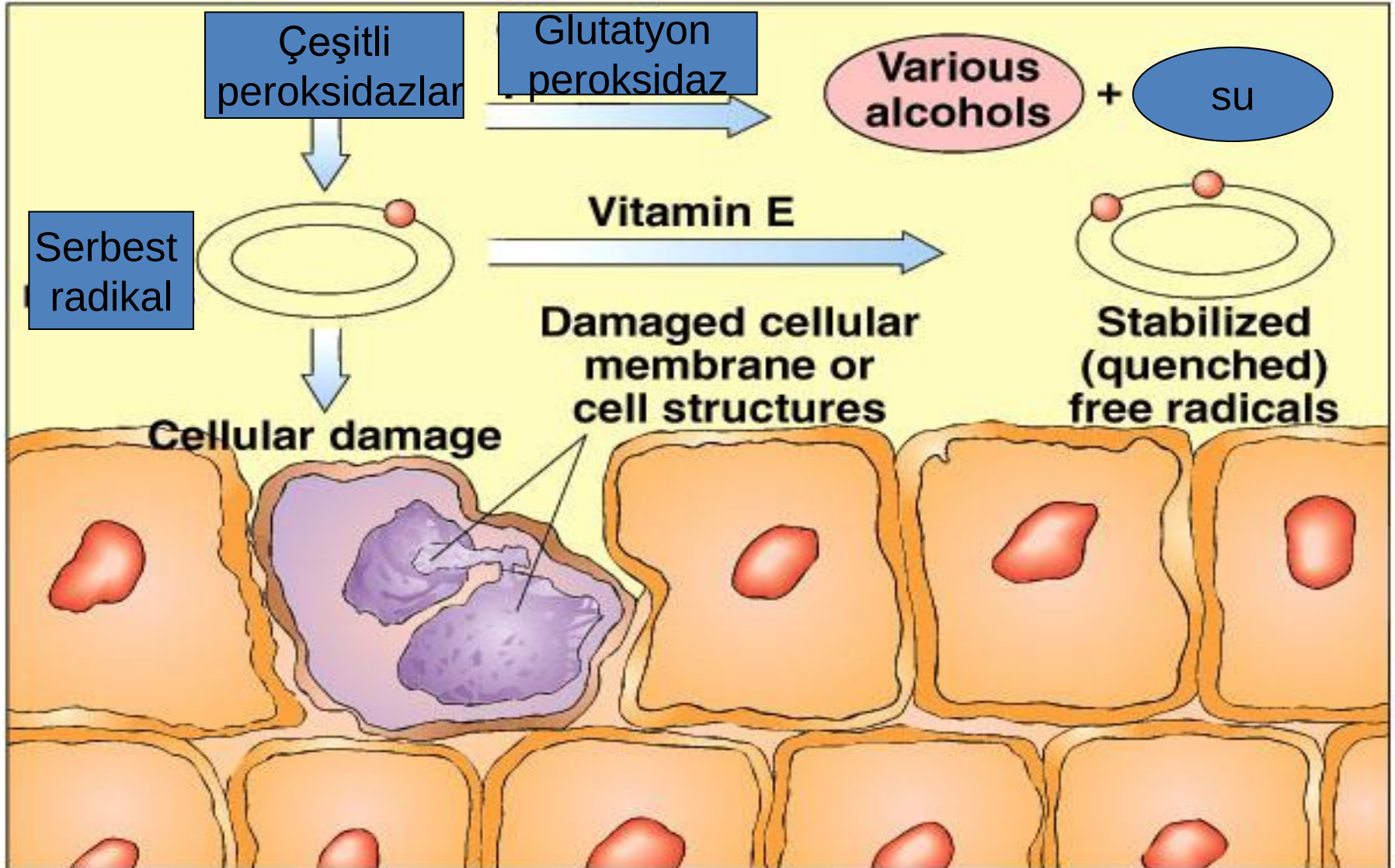
- Hidrojen peroksit ve organik peroksitlerin detoksifikasyonunda
- $2 \text{ GSH} + \text{R-O-OH} \longrightarrow \text{GSSG} + \text{H}_2\text{O} + \text{ROH}$



Genetik kodda spesifik tek element selenyumdur.

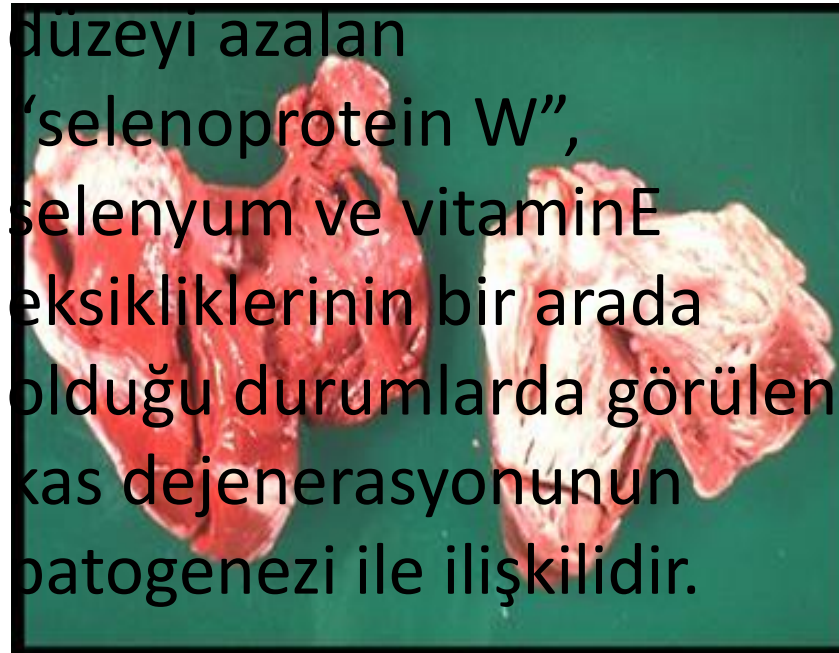


Selenium antioksidan olarak davranır.



Beyaz Kas Hastalığı(Bohça H. Yel H.)

- İskelet kasında bulunan, selenosistein içeren ve selenyum eksikliğinde



- Kuzu, oğlak ve buzağılarda görülür.

E vitamin yetersizliğinde kalp ve buzağı boyun kasları





amw

26

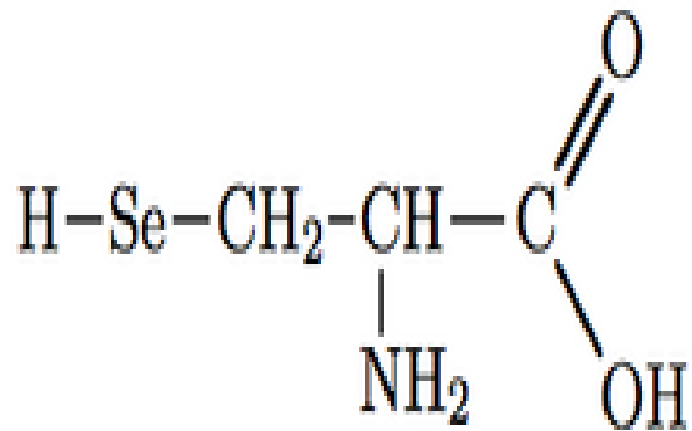




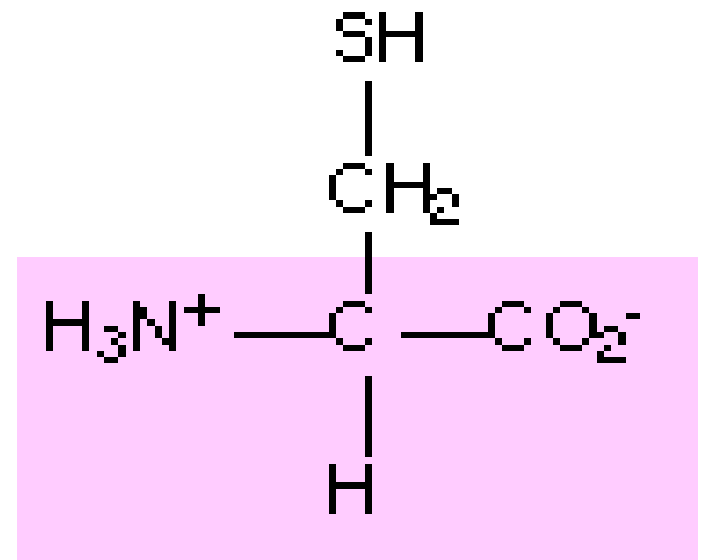
52

Alkali Hastalığı

- selenyumdan zengin topraklarda yetişen bitkiler insan ve hayvanlar için zehirlenmeye sebep olabilir.
- Bitkilerle alınan Se, organizmada bulunan sistein ve metiyonindeki kükürtle yer değiştirerek toksik hale gelir
- Selenyum zehirlenmesi kanatlılar dahil tüm hayvanlarda görülür.



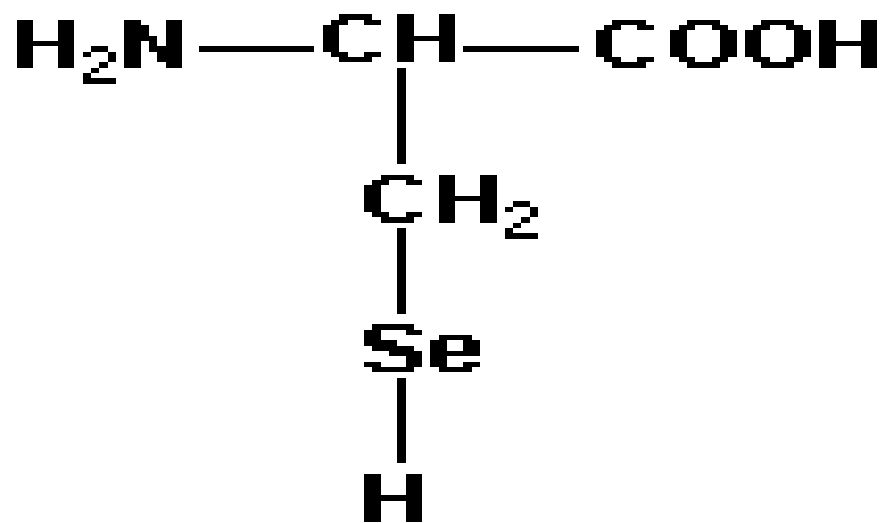
- Seleno sistein



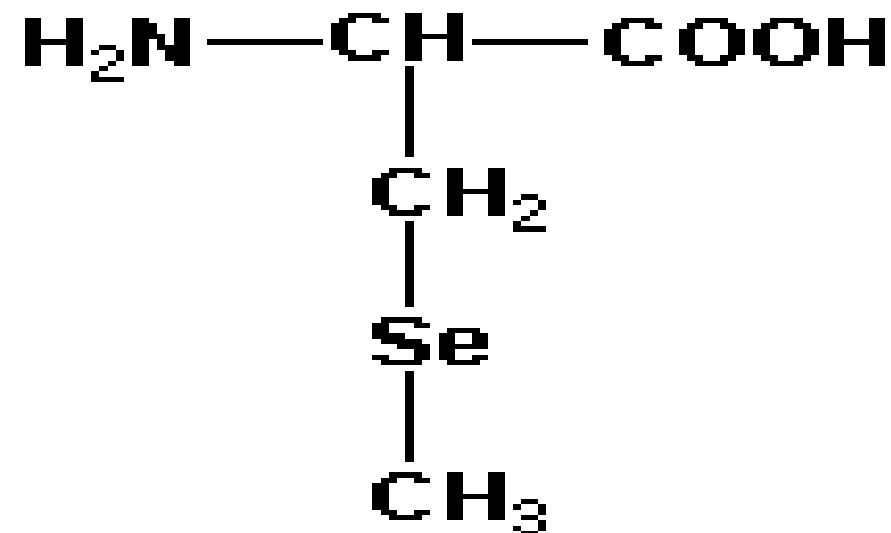
Sistein

Selenindeholdende aminosyrer

Selenocystein



Selenomethionin

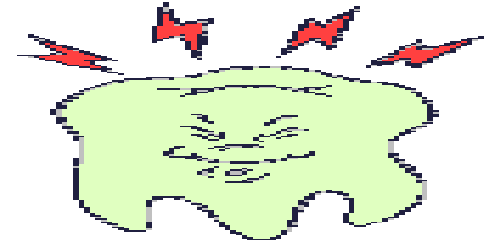


Flor

F



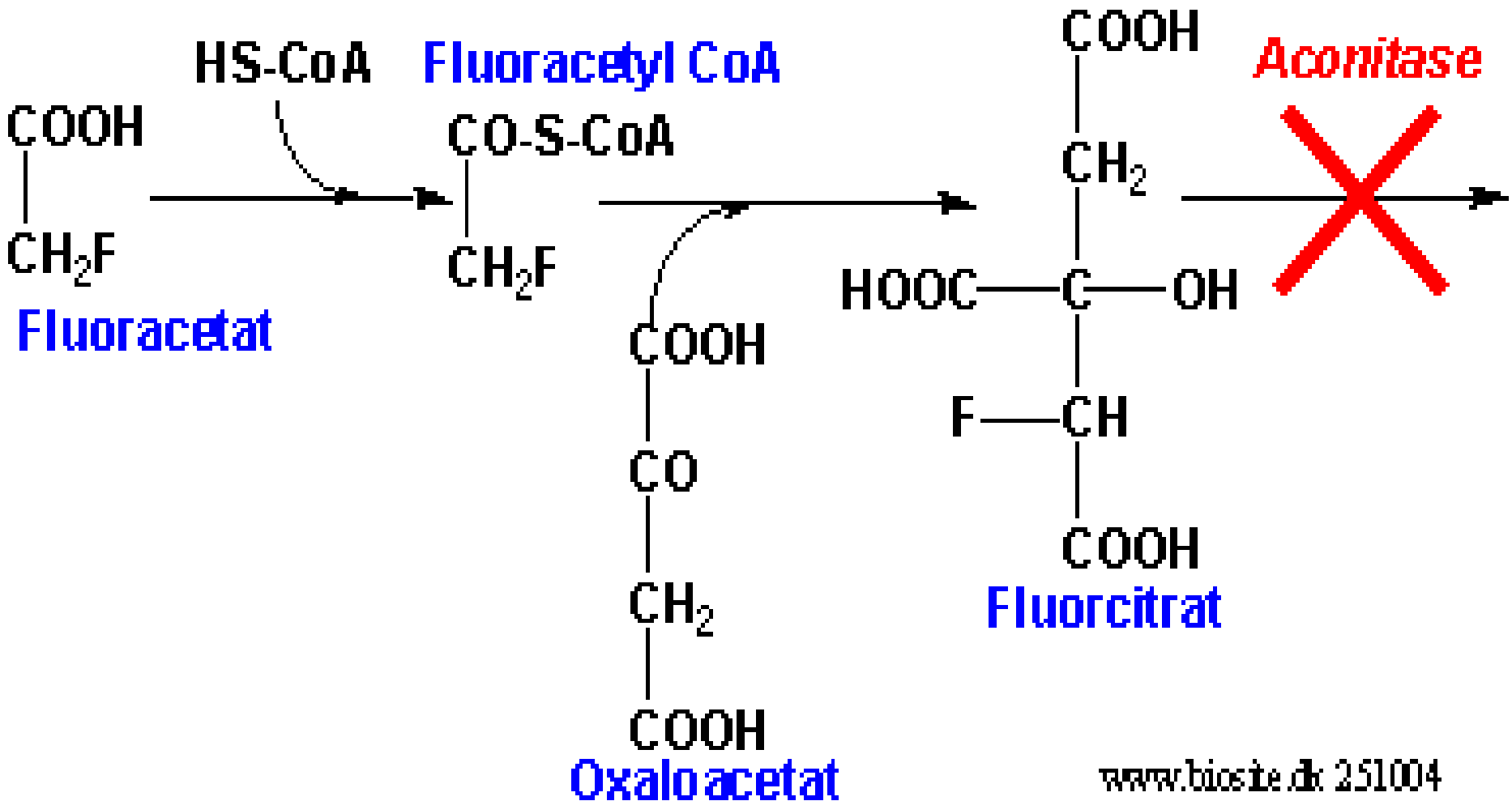
- En önemli fonksiyonu diş çürüklerini önlemektir
- Bu işlevini üç temel mekanizmayla yapar;
- 1-Ağız boşluğundaki düşük konsantrasyondaki flor remineralizasyonu değiştirir.
- 2- F, glikoliz plaklarının oluşumunu önler.
- 3- Ön tahribatta flor çürümeyi kısmen önler.



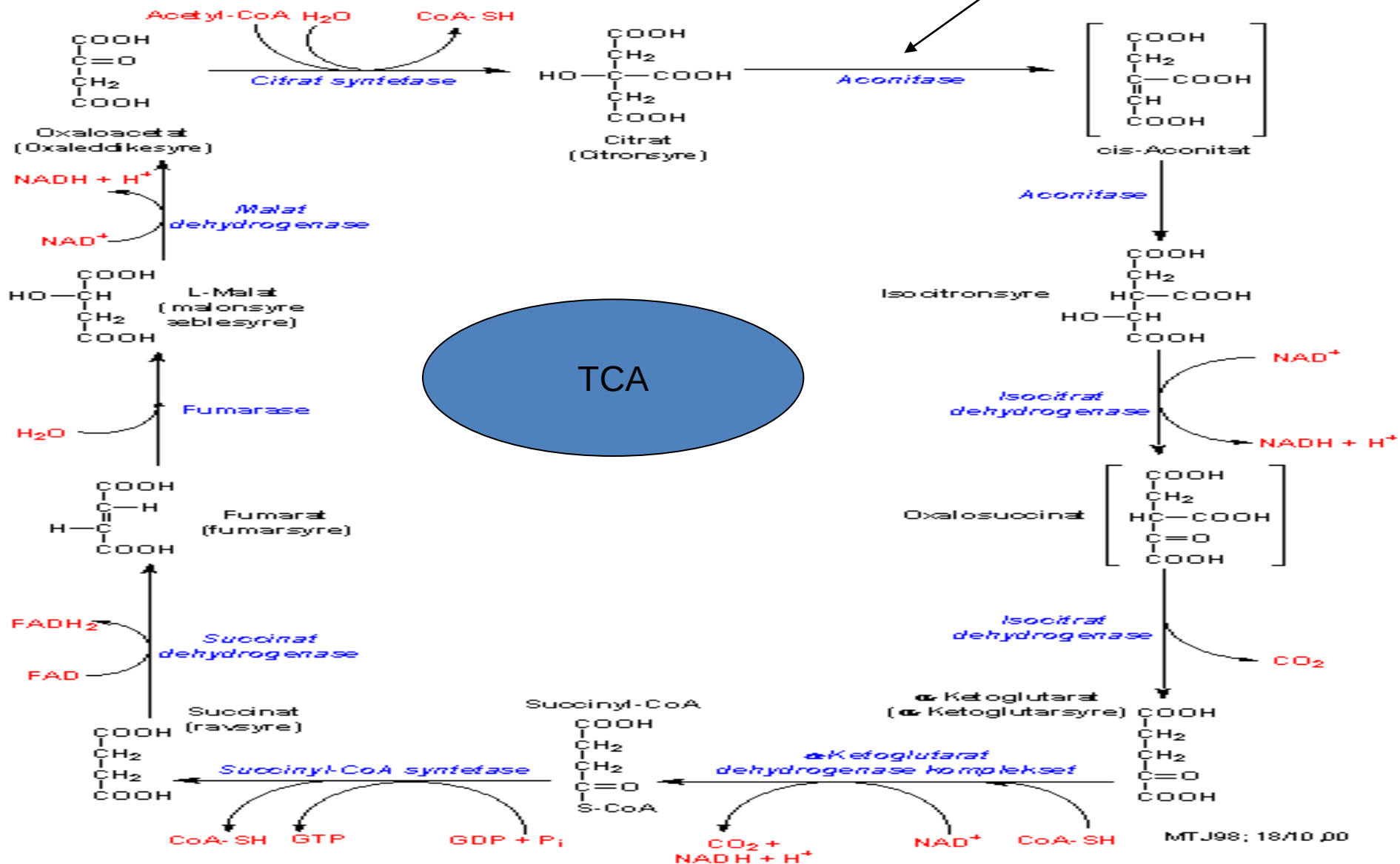
Kemik üzerine etkisi

- Florun; osteoblastik stimulasyonla kemik oluşumunu hem uyardığı hemde arttırdığı, ayrıca spinal kemik dansitesini de arttığı şeklindedir.

Akonitaz enzimi TCA' da bir enzimdir ve flor zehirlenmesi ile bloke olur



akonitaz







Fluorosis



Flor yetersizliğine bağlı dişlerde çürüme



