

6- PROTEİNLER

6.1- GENEL BAKIŞ.

Anlatacağımız organik bileşiklerin sonuncusu proteinlerdir. **Proteinler**, canlı organizmanın çok önemli bir bölümünü oluştururlar.

Aslına bakarsanız şu ana kadar anlattığımız konular içinde önemsiz sayılabilecek hiç bir organik yada inorganik madde yoktur. Olsa, olsa organizmada bulunuşları yönünden az veya çok miktarlarda olmaları söz konusudur. Organizmada eser miktarlarda bulunması gerekli bir maddenin bile noksanlığı, organizma için telafisi mümkün olmayacak sonuçlar doğurabilir.

Ancak proteinlerin önemi önce isminden bellidir. Çünkü, protein kelimesi eski Yunanca'da "**önde gelen**" anlamına gelir.

Yapılarında, **karbon, hidrojen, oksijen** ve **azot** atomlarını mutlaka taşıyan proteinler, bitkisel ve hayvansal dokularda önemli oranlarda bulunurlar. Yaşam için son derece önemli bileşiklerdir.

Yaşamın başlıca özelliklerinden olan büyüme, çoğalma ve kendi kendini onarma olaylarının proteinlerle ve proteinlerle çok önemli bileşikler oluşturan nükleik asitlerin yakın ilişkisi vardır. Ayrıca canlılık ve sağlığın normal koşullar altında sürdürülmesi için gerekli bazı organik bileşikler, kanda bulunan fibrinojen, serum albumin, globulinler binlerce protein bileşiklerine örnek gösterilebilecek birkaçıdır.

Bitkiler, karbondioksit, su ve anorganik azot gibi bileşiklerden proteinleri sentez ederler. Hayvanlar ise bunu yapamazlar. Ondandır dolay, hayvanlar, protein gereksinimleri için bitkilere muhtaçtırlar.

Proteinler büyük moleküllü maddelerdir. Molekül ağırlıkları birkaç binle milyonlar arasında değişir. Şekilleri lifsel, oval veya küresel olabilir. Yapıları esas olarak homojen ve basittir. Nasıl karbonhidratların yapı taşları monosakkaritlerse, proteinlerin yapı taşları da amino asitlerdir. Yine lipidler deyince nasıl akla önce yağ asitleri geliyorsa, protein deyince de amino asit akla gelmelidir.

Yukarıda proteinlerin, C, H, O ve N elementlerini içerdiğini söylemiştik. Bu elementler protein molekülünde oldukça dar sınırlar içerisinde değişirler. Protein molekülüne oranla, C, % 45-55, H, % 6-8, O, % 20-25, N, % 15-17 arasında bulunur.

Diğer maddelere oranla N protein molekülü için özel bir element gibi görülür. Proteinde bulunma oranı dar sınırlar içinde değiştiği için de, genelde % 16 olarak kabul edilir. Buradan yola çıkarak, protein molekülündeki azot miktarı saptanarak, total protein miktarına geçilir ve protein miktarı bu şekilde saptanmış olur.

Organizmanın değişik dokularında, çok farklı yapıda proteinler bulunur. Örneğin kas, karaciğer, beyin, dalak, böbrek proteinleri bileşim ve özellik yönünden çok farklıdır.

Dokuların katımında bulunan protein miktarları da geniş hudutlar içerisinde değişirler. Örneğin çizgili ve çizgisiz kaslar % 18-20 oranında protein içerirken, beyin dokusu yaklaşık % 8 oranında protein içerir.

Bu değişik oranlar bitkiler içinde aynen geçerlidir.

Bazı doku ve besinlerdeki protein oranları Tablo 130' da geniş bir şekilde verilmiştir.

6.2- PROTEİNLERİN FONKSİYONEL OLARAK SINIFLANDIRILMASI.

Proteinlerin fonksiyonlarına göre sınıflandırılması Tablo 131'de görülmektedir.

Biyokimyasal reaksiyonları katalize eden ve **katalitik proteinler** sınıfında yer alan **enzimler** yapı olarak proteinden başka birşey değildirler.

Metabolik reaksiyonların düzenli bir şekilde devamını kontrol eden bir kısım **hormonlar**' da protein yapısındadırlar ve **fizyolojik düzenleyiciler** sınıfında yer alırlar.

Önemli metabolizma maddelerini, organizma içerisinde taşınmalarını sağlayan transport maddelerde protein yapısındadır ve **taşıyıcı proteinler** olarak anılırlar.

Subsellüler, sellüler ve organik düzeylerde görevli yapısal maddelerde protein niteliğindedirler ve **yapı proteinleri** sınıfına girerler.

Proteinler **nükleik asitler**'le birlikte, canlının kalıtsal niteliklerini ve bunların değişmelerini sağlayan olaylarda da yer alırlar. Bu sınıf proteinlerde fonksiyonel açıdan **kalıtsal proteinler**'i oluştururlar.

BAZI DOKU VE BESİNLERDEKİ PROTEİN ORANLARI			
Besinler	Oranı %	Besinler	Oranı %
Kaslar	18-20	Marul	1,2
Kan plazması	6,5-7,5	Lahana	1,6
Beyin	8	Patates	2
Yumurta sarısı	15	Badem	21
Yumurta akı	12	Meyveler	0,4-1,5
İnek sütü	3,3	Kurufasulye	18-22
Peynir	14-49	Soya fasulyesi	37

Tablo 130- Bazı doku ve besinlerdeki protein oranları.

PROTEİNLERİN FONKSİYONEL AÇIDAN SINIFLANDIRILMASI	
1- KATALİTİK PROTEİNLER	<ul style="list-style-type: none"> • Enzimler
2- TAŞIYICI PROTEİNLER	<ul style="list-style-type: none"> • Önemli metabolizma maddelerinin organizma içerisinde iletilmesini sağlayan maddeler.
3- FİZYOLOJİK DÜZENLEYİCİLER	<ul style="list-style-type: none"> • Fizyolojik olayları düzenleyen hormonların bir kısmı.
4- YAPI PROTEİNLERİ	<ul style="list-style-type: none"> • Subsellüler, sellüler ve organik düzeyde görevli yapısal maddeler
5- KALITSAL PROTEİNLER	<ul style="list-style-type: none"> • Nükleik asitler

Tablo 131- Proteinlerin fonksiyonel açıdan sınıflandırılması.

6.3- PROTEİNLERİN HİDROLİZİ.

Proteinler, asitlerle, alkalilerle veya enzimlerle hidrolize edildiğinde **amino asit**'lere parçalanırlar. Amino asitlerin genel yapıları Tablo 132'de T.132-1'de görülmektedir. Yapısında Bir karbon atomunun 4 valansına 4 farklı grup bağlanmıştır. Bunlardan 3'ü değişmez. Bu değişmeyen üç gruptan biri COOH grubudur. Asit olduğu için taşımak zorundadır. Bir diğeri NH₂ (amin) grubudur. Zaten amino asit adını bu amin grubundan alır. Üçüncüsü ise H dir. Karbon atomunun 4. valansına bağlanan R grubu ise değişerek çeşitli amino asitlerin türemesini sağlar.

Sadece en basit amino asit olan **glisin** de R grubu H dir. Bu nedenle karbon atomunun iki valansına H bağlandığından, başka bir deyişle karbon atomuna 4 farklı grup bağlanmadığı için, optik aktivite göstermeyen tek amino asit glisin'dir.

Amino asitlerdeki karboksil grubuna en yakın karbon atomuna **α-karbon atomu** denir. İki amino asit dışında tüm amino asitlerde NH₂ grubu α-karbon atomuna bağlı olduğundan bu amino asitlere **α-amino asitler** denir.

Tablo 132'de ki amino asit formülünden de görüleceği gibi, amino asitler amino grubu taşıyan yağ asitleri olarak tarif edilebilirler. Amino asitler, aralarında **peptid bağı** denen **asit amid** bağı ile birbirleriyle bağlanarak proteinleri meydana getirirler. Başka bir deyişle proteinler aminoasitlerin polimerizasyonu ile meydana gelirler.

Tablo 132'de T.132-2'de yapısını gördüğünüz peptid bağı, iki amino asitden birinin amino grubu ile diğeri karboksil grupları arasından bir molekül suyun çıkması ile oluşmuştur.

Bir protein molekülü hidrolize olunca sadece amino asitleri veriyorsa, buna **basit protein**, aminoasitlerle birlikte, başka molekülde veriyorsa **konjuge protein** veya **proteid** adı verilir.

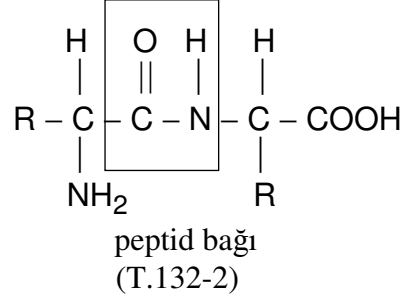
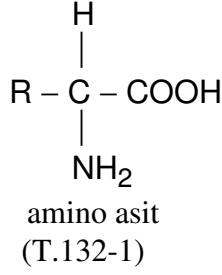
Proteinlerdeki peptid bağları hidrolize adilmeye karşı dayanıklıdır. Tam hidrolize olabilmeleri için oldukça uzun zamana veya asit, alkali ile kaynatılmaya gereksinim gösterirler. Enzimlerle hidroliz yavaş gerçekleşmekte, tam olmamakta ancak asitlerle olduğu gibi bazı amino asitlerin parçalanarak kaybolmasına neden olmamaktadır.

6.4- AMİNO ASİTLER.

6.4.1- Amino asitlerin sınıflandırılması.

Amino asitler özelliklerine göre çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Genelde en yaygın sınıflandırma, **nötral amino asitler**, **asidik aminoasitler** ve **bazik amino asitler** şeklindedir. Ancak daha iyi anlaşılabilmesi için değişik sınıflandırma biçimlerine aşağıda değineceğiz

AMİNO ASİT ve PEPTİD BAĞI

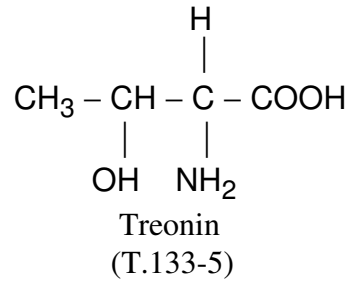
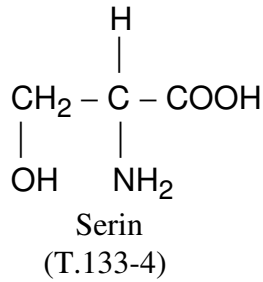
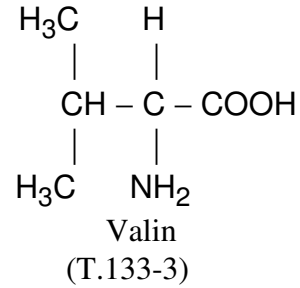
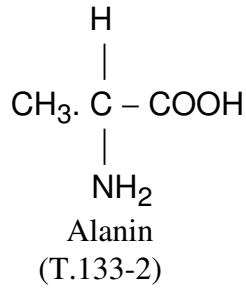
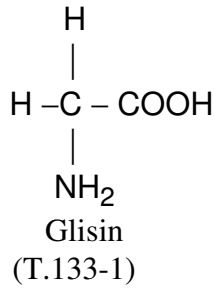


Tablo 132- Amino asit'in genel formülü ve peptid bağı.

AMİNO ASİTLER

1- ALİFATİK AMİNO ASİTLER.

a) Nötral aminoasitler



Tablo 133- Amino asitler I.

Amino asitlerin sınıflandırılmasının bir yolu molekülünde bulunan amino ve karboksil grupları sayısına göredir:

Mono-amino mono-karboksilik asitler.
Mono-amino di-karboksilik asitler.
Di-amino mono-karboksilik asitler.
Di-amino di-karboksilik asitler.

İkinci bir tasnif şekline göre amino asitler, molekülünde bulunan zincir ve halka yapıları esas alınarak yapılan sınıflandırmadır. Aşağıdaki gibidir.

Alifatik amino asitler.
Aromatik amino asitler.
Heterosiklik amino asitler.

Üçüncü bir sınıflandırma biçiminde amino asitlerin çözültü haline geçtiklerinde asit, baz veya nötr reaksiyon göstermeleri esas alınarak yapılan sınıflandırmadır ve aşağıdaki gibidir.

Asidik amino asitler.
Bazik amino asitler
Nötr amino asitler.

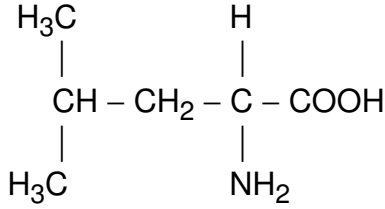
Kitabımızda ise bu tasnif şekillerinden 2. ve 3. 'nün karışımı bir sistem uygulayacağız. Buna göre amino asitler, zincir ve halka yapılarına göre, **alifatik amino asitler**, **aromatik amino asitler** ve **heterosiklik amino asitler** diye üç gruba böldükten sonra bu gruplardaki amino asitler, **asit**, **baz**, **nötr** reaksiyon gösterdiklerine göre ve kükürt ihtiva ettiğine bakılarak tekrar bir tasnife tabi tutulurlar.

Bu sınıflandırma esas alınarak, amino asitlerin formülleri Tablo 133-134-135 ve 136'da verilmiştir.

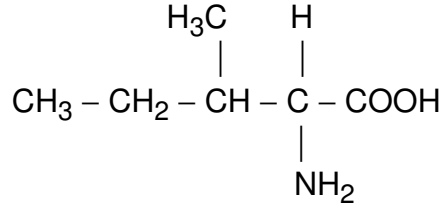
Bunların dışında doğada daha bir çok amino asit vardır. Bunlardan bazıları metabolizma olaylarında önemli rol oynarlar. Ancak bir proteinin yapısında yer aldığı bu güne kadar gösterilememiştir.

Bunlardan bazıları Tablo 136'da gösterilmiştir.

AMİNO ASİTLER Devam ➤ ◆ Alifatik amino asitler (a-Nötral amino asitler)

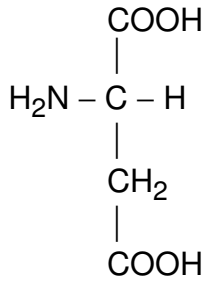


Loysin
(T.134-1)

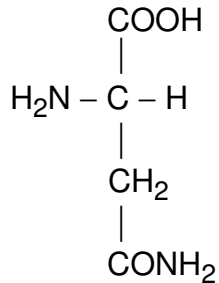


İzoloysin
(T.134-2)

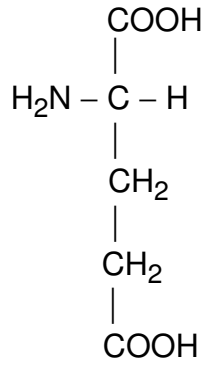
b- Asidik amino asitler



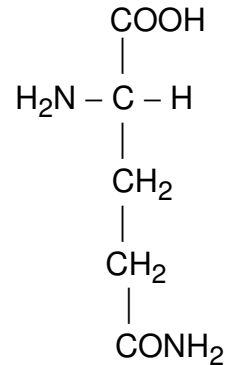
Aspartik asit
(T.134-3)



Asparajin
(T.134-4)

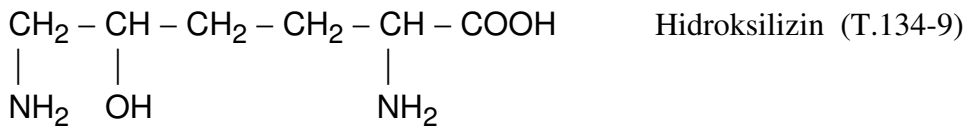
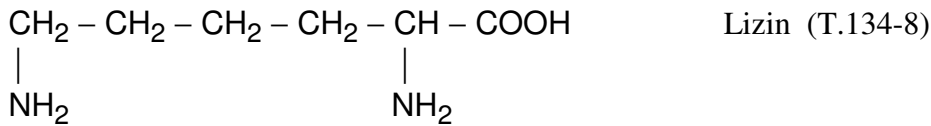
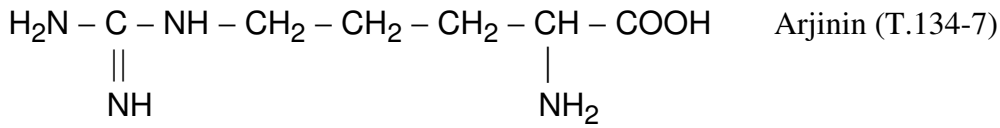


Glutamik asit
(T.134-5)



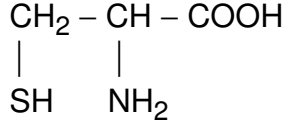
Glutamin
(T.134-6)

c- Bazik amino asitler

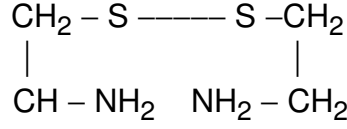


Tablo 134- Amino asitler 2.

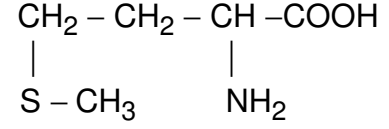
d- Kükürt taşıyan amino asitler



Sistein
(T.135-1)

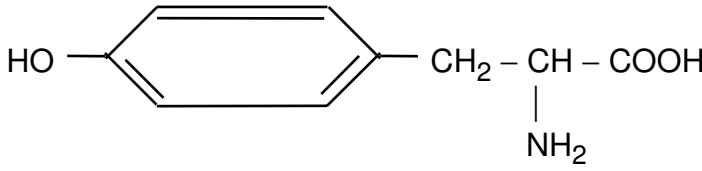


Sistin
(T.135-2)

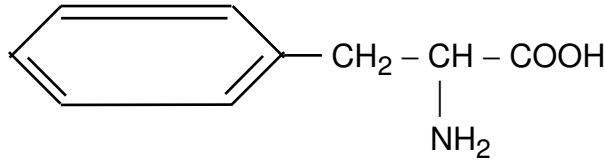


Metiyonin
(T.135-3)

2- AROMATİK AMİNO ASİTLER.

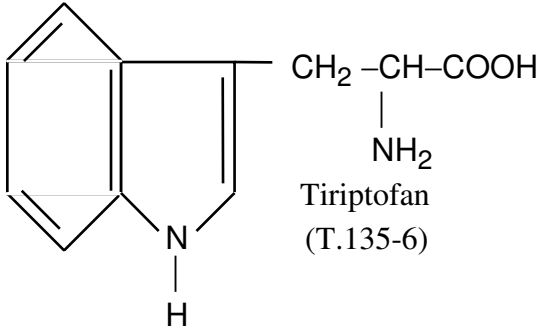


Tirozin
(T.135-4)

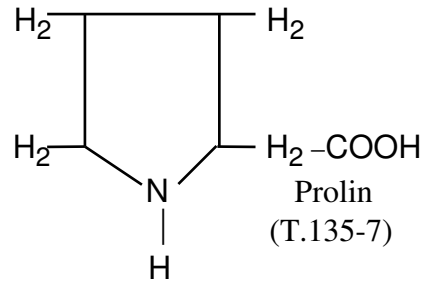


Fenil alanin
(T.135-5)

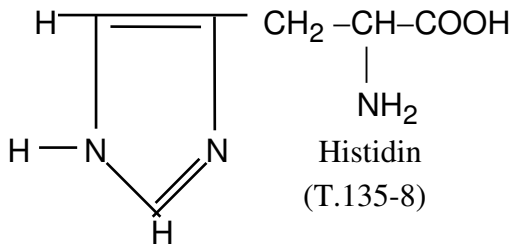
3- HETEROSİKLİK AMİNO ASİTLER.



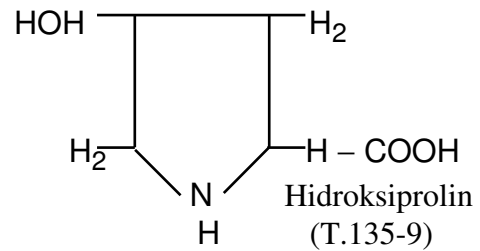
Triptofan
(T.135-6)



Prolin
(T.135-7)



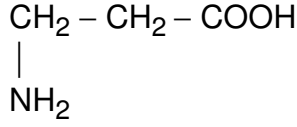
Histidin
(T.135-8)



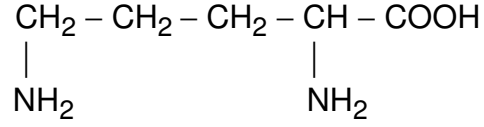
Hidroksiprolin
(T.135-9)

Tablo 135- Amino asitler 3.

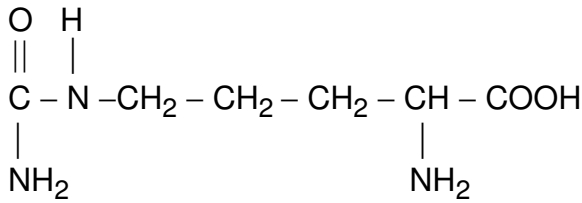
Doğadaki bazı amino asitler.



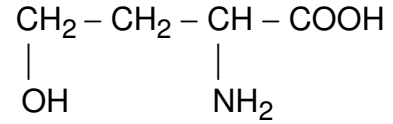
β-alanin
(T.136-1)



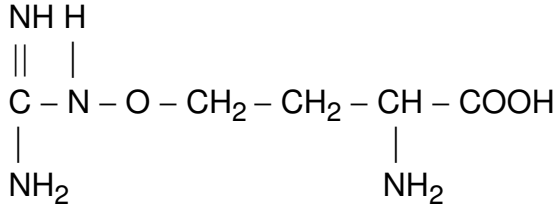
Ornitin
(T.136-2)



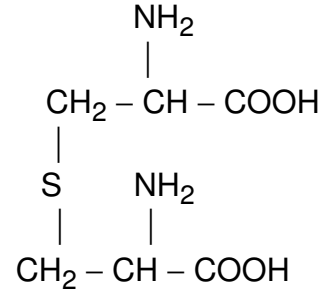
Sitrullin
(T.136-3)



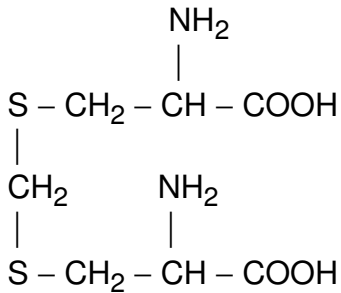
Homoserin
(T.136-4)



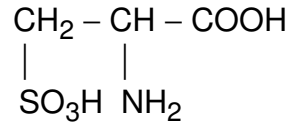
Kanavanin
(T.136-5)



Lantionin
(T.136-6)



Dienkolik
(T.136-7)



Sisteik asit
(T.136-8)

Tablo 136- Amino asitler 4.

6.4.2. Esansiyel amino asitler.

Yukarıda da bahsettiğimiz gibi proteinler, amino asitlerin peptid bağları ile birleşmesi sonucu meydana gelir ve organizma tarafından sentez edilir. Organizmaya alınan proteinlerin barsaklardan emilebilmesi için amino asitlere parçalanmaları gerekir. Barsaklardan emilen amino asitler kan yolu ile dokulara giderler ve protein sentezinde kullanılırlar. Demek ki herhangi bir yolla dışarıdan alınan amino asitler organizmada yeni protein moleküllerinin oluşmasını sağlarlar. Organizma için çok önemli olan enzimler, bazı hormonlar ve biyolojik yönden önemli bir çok madde protein yapısındadır ve sentez edilebilmeleri için amino asitlere gereksinim gösterirler.

Bitkiler, mikroorganizmalar ve mantarlar **ototrof** maddelerdir. Yani beslenmeleri için amino aside gereksinim göstermezler, kendileri sentezlerler. Gelişmiş organizmalar ise, **heterotrof** durlar, yani bir kısım amino asitleri sentez edemezler, dışarıdan almaları gereklidir. Bu organizmalar amino asitlerden protein sentezini kendileri gerçekleştirirler.

İşte organizma tarafından sentez edilemeyen ve besinlerle birlikte dışarıdan alınmaları gerekli olan amino asitlere **esansiyel amino asitler** veya **eksojen amino asitler** denir. Vücutta sentez edilebilen ve dışarıdan besinlerle alınmaları şart olmayan amino asitlere de **esansiyel olmayan amino asitler** veya **endojen amino asitler** denir.

Bir amino asitin esansiyel olup olmadığı, deneysel olarak anlaşılabilir. Bu amaç için besinlerdeki proteinler belirli amino asit karışımları ile takviye edilir, kontrol edilecek amino asit hariç tutulur. Hayvanda büyüme durması, deri hastalıkları gibi tipik noksanlık belirtilerinin görülmesi hariç tutulan amino asidin esansiyel amino asit olduğunu gösterir.

Genel olarak bir amino asit karşıtı olan keto- asidini oluşturabiliyorsa o asit metabolizmada sentez edilebilir. Örneğin, **glutamik asit**'in keto asidi olan **α -keto-glutamik asit** metabolizma olayları sırasında oluşabildiği için glutamik asit esansiyel amino asit değildir.

Yine kurufasulyenin, etten daha çok oranda protein taşımaya rağmen, et kadar değerli bir besin maddesi olmamasının nedeni gerektiği kadar esansiyel amino asitleri kapsamamasındandır.

Esansiyel amino asitler hayvanlar arasında farklılıklar gösterir. Bazı türler için esansiyel olan amino asitler bazı türler için esansiyel olmayabilir.

Tablo 137'de gördüğümüz gibi, listedeki amino asitlerden hepsi tavuk için esansiyel olmasına karşılık, bunlardan histidin, arjinin, glisin ve glutamik asit insanlar için esansiyel değildir. Buna karşılık köpek sıçan ve domuzlar için insanlarınkine ilave olarak histidin ve arjininde esansiyeldir.

ESANSİYEL AMİNO ASİTLER			
LİZİN	İNSAN	KÖPEK SIÇAN DOMUZ	TAVUK
TRİPTOFAN			
FENİL ALANİN			
LÖYSİN			
İZOLÖYSİN			
TREONİN			
METİYONİN			
VALİN			
HİSTİDİN			
ARJİNİN			
GLİSİN			
GLUTAMİK ASİT			

Tablo 137- Esansiyel aminoasitler.

AMİNOASİTLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ					
Çözündükleri ortam	su	asit	alkali	etanol	eter
Çözünürlük durumları	+	+	+	±	-
<u>ERİME NOKTALARI:</u>					
• 200°C' de hatta bazen 300°C' de erirler.					
<u>TATLARI:</u>					
Tatsız	Acı		Tath		
Löysin	izolöysin, arjinin		Diğerleri		

Tablo 138- Amino asitlerin fiziksel özellikleri 1.

6.4.3- Amino asitlerin fiziksel özellikleri.

6.4.3.1- Çözünürlükleri.

Amino asitlerin çözünürlükleri ile ilgili bilgiler Tablo 138'de gösterilmiştir. Oradanda göreceğiniz gibi amino asitler suda, asitlerde, alkalilerde kolay, etanolde az çözünürler. Dietileterde hiç çözünmezler. Prolin ve hidroksprolin, ise etanolde ve dietileterde çok çözünür.

6.4.3.2- Çözünme noktaları.

Amino asitlerin çözünme noktaları genelde yüksektir. Bundan dolayıda bir kısmı erime noktaları civarında parçalanır. Onun içinde çözünme noktaları kesin olarak belirlenemez. Amino asitlerin çözünme noktaları, 200° C'nin üstündedir. Bazen 300° C'nin üstüne çıkabilir.

6.4.3.3- Tadları.

Bazı amino asitler, örneğin löysin tatsızdır. İzolöysin, arjinin gibi bazı amino asitler de acıdır. Amino asitlerin geri kalan çoğunluğu ise tatlıdır.

6.4.3.4. Amfolit yapıları.

Amino asitler, **amin** grubu ile birlikte **karboksil** grubu da taşıdıkları için, aynı zamanda hem asit hem de bazdırlar. COOH grupları alkalik ortamlarda H iyonları vererek, COO⁻ (karboksilat anyonu) ve H⁺ iyonlarına dissosiyeye olur. NH₂ grupları ise asit ortamda H iyonlarını alır ve pozitif yüklü NH₃ gruplarına değişir.

İzoelektrik noktalarında ise, H iyonları, COOH grubundan, NH₂ grubuna geçerler. Yani bir amino asit molekülünde, COOH grubu H iyonunu verdiği için negatif yük taşıyan bir COO⁻ grubu, bu H'i aldığı için yükü pozitif olan NH₃ grubu ile yan yana bulunur. Hem pozitif hem de negatif yük taşıyan iyonlara **zwitterion** denir. Zwitterion oluşturabilen maddelere de **amfolit adı** verilir.

Bir amino asit çözeltisinden devamlı elektrik akımı geçirilecek olursa, amino asitler alkalik ortamda anoda, asit ortamda ise katoda göçerler.

6.4.3.5- Optik Aktiviteleri.

Glisin haricinde tüm amino asitler α-karbon atomlarına 4 farklı grup ağılandığı için optik aktiftirler.

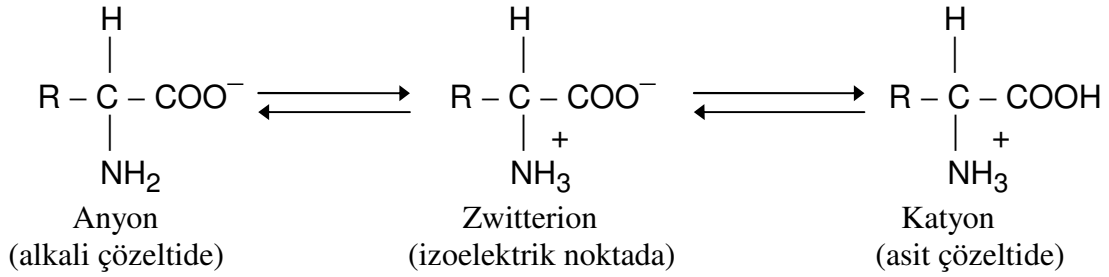
D-gliser aldehite benzeyen amino asitlere **D-amino asit**, L-gliser aldehite benzeyenlere de **L-amino asit** denir. Polarize ışığı sağa çevirenler (+), sola çevirenler de (-) ile gösterilirler.

Bir amino asidin iki asimetrik karbon atomu var ise, örneğin, **treonin** ve **izolöysin** gibi D ve L formlarından başka ayrıca iki izomer oluşabilir. Bunlara **alloform** denir. Ne **allotreonin** ve ne de **alloizolöysin** şimdiye kadar doğada bulunamamıştır.

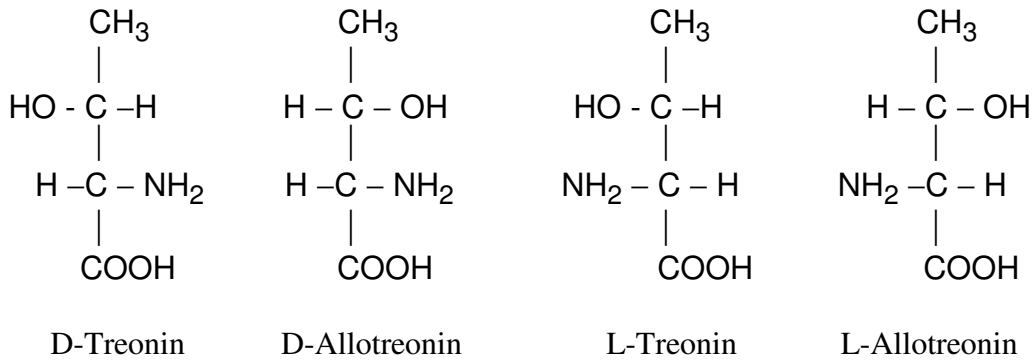
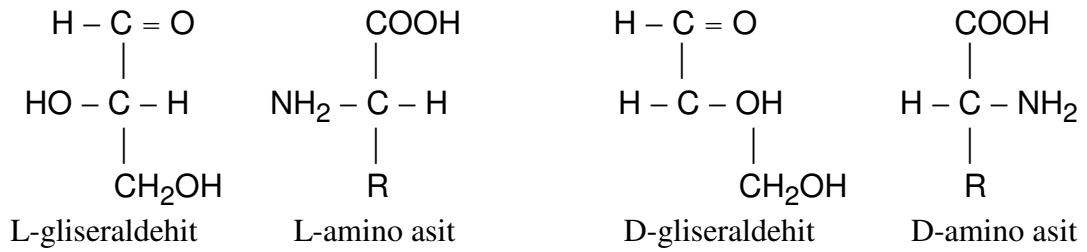
Bitki ve hayvan organizmasındaki hemen hemen tüm karbonhidratlar D serisine ait olmasına karşın, Proteinlerdeki amino asitler L serisine aittirler.

AMİNOASİTLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ Devam ⇨

AMFOTER ÖZELLİKLERİ:



OPTİK AKTİVİTELERİ:



Tablo 139- Amino asitlerin fiziksel özellikleri 2.

6.4.4- Amino asitlerin kimyasal özellikleri.

Amino asit molekülünde 3 çeşit fonksiyonel grup mevcuttur. Bunlar, **amino grupları**, **karboksil grupları** ve **R grupları** yani, her amino asit türüne ait özel atom grupları, Buna göre amino asitlerin kimyasal özellikleride bu 3 gruba bağlıdır.

6.4.4.1- Amino gruplarının reaksiyonları.

1.Amino grubunun alkol ile inaktivasyonu.

Sulu ortamlarda Tablo 140'da T.140-1'de görüldüğü gibi amino grubu H iyonu bağlayarak, pozitif yüklü NH_3^+ grubuna değişebilir. Alkollü ortamlarda ise, amino grupları NH_3^+ gruplarına değişemez. İşte bu olaya amino gruplarının **alkol ile inaktivasyonu** denir. O halde amino asitler alkollü ortamlarda amfoter elektrolitler olmayıp asittirler. Bu nedenle amino asit çözeltilerine çok miktarda alkol eklendikten sonra diğer asitler gibi titre edilebilir.

2. Sörensen titrasyonu.

Amino asitler nötral veya hafif alkalik çözeltilerde form aldehit ile reaksiyona girerek, 1 veya 2 molekül form aldehit, elektriksel yük taşımayan amino grubu ile birleşir ve bu şekilde **mono-** veya **dimetilol** türevleri meydana getirirler. Bundan sonra karboksil grubu standart alkali ile titre edilebilir. Kullanılan alkali miktarı, mevcut karboksil grubu miktarını gösterir. Bir amino asit çözeltilisinde bulunan karboksil grubunun bu şekilde tayin edilmesi yöntemine **sörensen titrasyonu** denir. Sörensen bu tepkimeyi bir çözeltilde bulunan amino asit miktarının saptanmasında kullanmıştır.

3. Amino grubunun aromatik asitlerle bağlanması.

Bir amino asit, alkali ortamda, aromatik asitlerin klorürleri ile reaksiyona girerlerse, aromatik asit artığı amino grubuna bağlanır. Bu şekilde aromatik asitlerin, amino asitlerle birleşmesinde çoğu zaman çözünmeyen maddeler meydana gelir.

Örneğin glisin, alkalik ortamda benzoil-klorür ile tepkimeye girerse, **benzoil-glisin** diğer adıyla **hippurik asit** meydana gelir. Hippurik asit ot yiyen hayvanlarda idrarla atılan üreden sonra en önemli azotlu maddedir. Benzol türevleri, organizmada benzoik aside dönüşebildiklerinden ve bitkilerde benzol türevleri yönünden zengin olduklarından dolayı bitkisel besinlerle beslenmede, hippurik asit atılımı yüksek düzeyde olur.

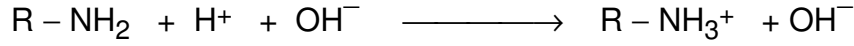
4. Betain reaksiyonu.

Amino asitler zwitter iyon durumunda iken, NH_3^+ grubundaki 3 hidrojenin yerine 3 CH_3 grubu geçmekle **betainler** oluşur. En basit betain olan **glikokolbetain**'in formülü Tablo 140'da T-140-4'de görülmektedir. Betain bir zwitteriondur.

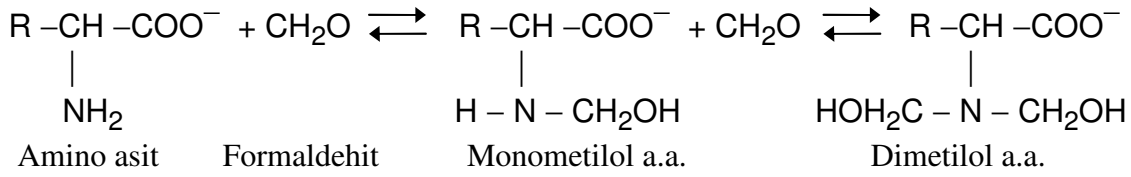
AMİNO ASİTLERİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

A-AMİNO GUPLARININ REAKSİYONLARI

1- Alkol ile inaktivasyonu. (T.140-1)



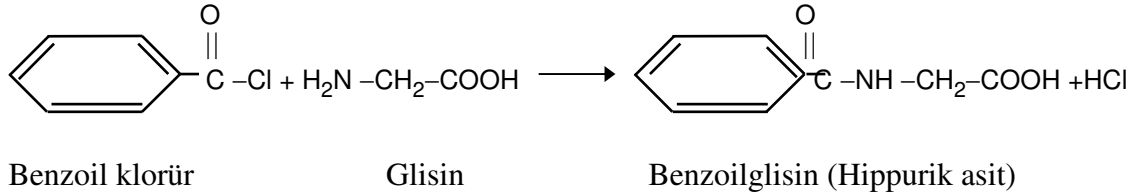
2- Sørensen titrasyonu. (T.140-2)



ÖNEMİ

- Bir amino asit çözeltisinde bulunan karboksil grubu miktarı tayin edilir.
- Karboksil grubu tayininden yararlanılarak bir çözeltide bulunan amino asit miktarı saptanabilir.

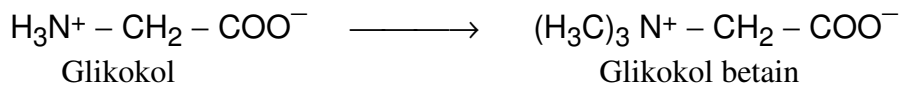
3- Aromatik asitlere bağlanması. (T.140-3)



ÖNEMİ

- Amino asitlerin aromatik asitlerle birleşmesi sonunda çözünmeyen maddeler oluşur.
- Böylece zararlı maddelerin organizmadan atılması sağlanır.
- Böyle bir reaksiyon ürünü olan hippurik asit ot yiyen hayvanlarda üreden sonra idrarla atılan en önemli azotlu maddedir.

4- Betain reaksiyonu. (T.140-4)



ÖNEMİ

- Betainler bir zwitterion'dur.

Tablo 140 - Amino asitlerin kimyasal özellikleri 1.

5. Karbamino asit reaksiyonu.

Amino asitlerin kendilerine has, amino gruplarına ait bir diğer reaksiyonları da karbamino asit reaksiyonudur.

Bu reaksiyonda amino asitlerin amino gruplarına, karbondioksit bağlanarak **karbamino asitler**'i meydana getirir. Karbamino asitler ısıtılınca tekrar karbondioksit ve amino asite parçalanır.

Kalsiyum ve Baryum'un diğer asitlerle yaptıkları tuzlar, suda güç çözüldükleri halde, karbamino asitlerle yaptıkları tuzlar, suda kolay çözülürler.

Hemoglobin, CO₂ ile karbamino asit meydana getirir. Bu ise CO₂ 'in dokulardan akciğerlere taşınmasında önemlidir.

Reaksiyonun oluşumu ve formülasyonu Tablo 141'de T.141-1'de verilmiştir

6. Ninhidrin reaksiyonu.

Amino asitler için önemli bir nitel tayin yöntemidir. Bu tepkime bir amino asidin 1 gramdan daha azına bile duyarlıdır. Çok hassas olması nedeni ile de pratik önemi büyüktür.

Ninhidrin, amino asit ile reaksiyona girerse NH₃ ve CO₂ serbest hale geçer. Bir aldehit oluşur ve ninhidrinin indirgenmiş biçimi meydana gelir.

Sonra indirgenmiş ninhidrin, reaksiyonda serbest hale geçen NH₃ ile birlikte başka bir ninhidrin ile reaksiyona girer ve reaksiyon sonunda **mavi** renkli bir madde oluşur. Reaksiyonun oluşumu ve formülasyonu Tablo 141'de T.141-2'de görülmektedir.

Bu tepkime serbest amino gruplarının hepsi ile meydana gelebilir. Bu nedenle de amino asitler, peptidler ve proteinler bu tepkimeye olumlu yanıt verirler.

7. Nitrik asit reaksiyonu.

Amino asitler nitrik asit ile reaksiyona girerlerse amino gruplarının azotu nitrik asidin azotu gibi serbest element haline geçer. Diğer taraftan amino grubunun yerine OH grubu girer.

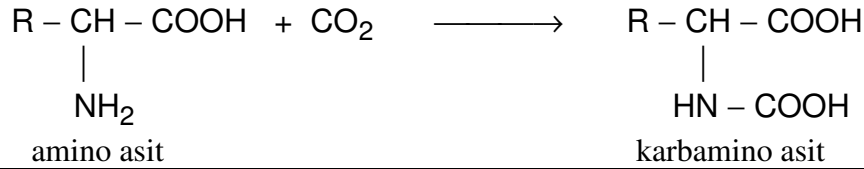
Bu reaksiyonda her bir amino grubuna karşılık bir molekül azot serbest hale geçer.

Bu nedenle, nitrik asit reaksiyonu, serbest amino gruplarının miktarının saptanmasında kullanılabilir. Bu reaksiyona **Van Slyke yöntemi**'de denir.

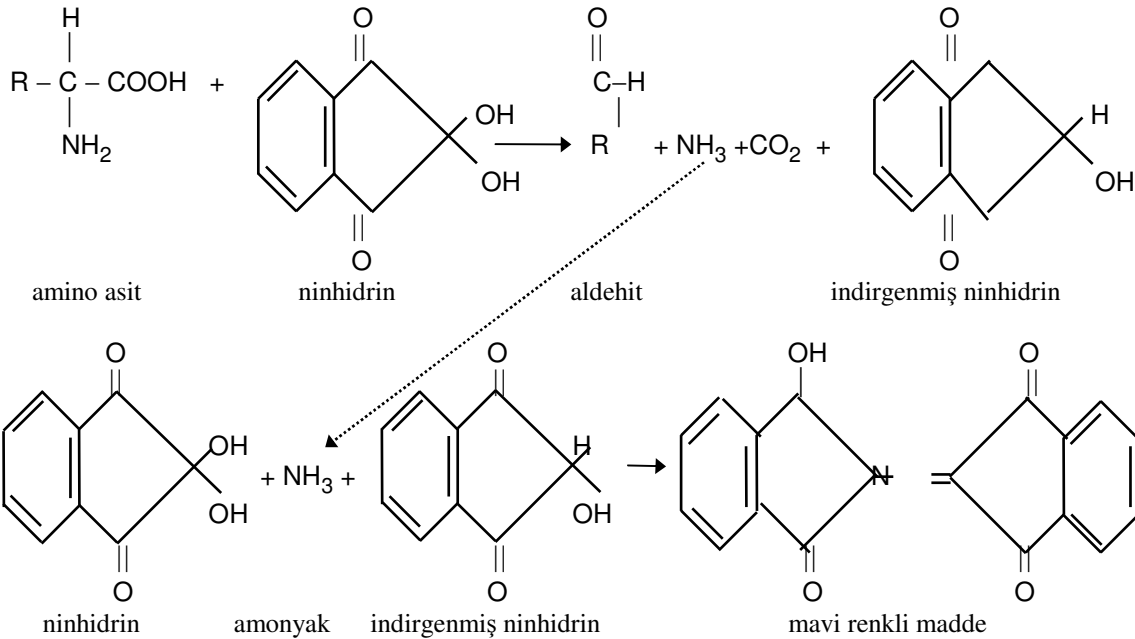
Reaksiyonun oluşumu ve formülasyonu Tablo 141'de T.141-3' de verilmiştir.

AMİNO ASİTLERİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

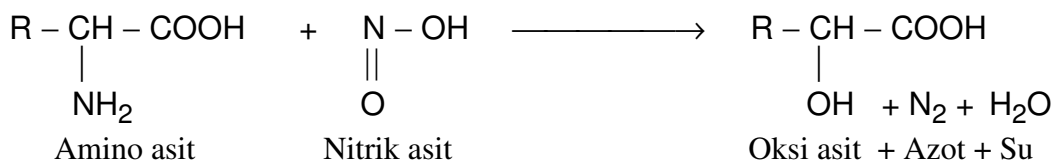
Devam →

5- Karbamino asit reaksiyonu. (T.141-1)**ÖNEMİ**

- Hemoglobin CO₂ ile karbamino asit oluşturur ve bu şekilde CO₂'in dokulardan akciğerlere taşınmasını sağlar.

6- Ninhidrin reaksiyonu. (T.141-2)**ÖNEMİ**

- Amino asitler için önemli bir nitel tayin yöntemidir.

7-Nitrik asit reaksiyonu. (T.141-3)**ÖNEMİ**

- Her bir amino grubuna karşın, 1 mol. azot serbest kaldığından, amino gruplarının miktarını saptamakta yararlanılır

Tablo 141- Amino asitlerin kimyasal özellikleri 2.

8. Üramin asit reaksiyonu.

Amino asitlerin amino gruplarına bir üre molekülü eklenirse **üramin asitleri** meydana gelir. Bu arada bir amonyak molekülüde ayrılır.

Üramin asitlerinden bazıları suda güç çözümler ve iyi bir şekilde billurlaşırlar.

Bu nedenle üramin asitleri amino asitlerin tanısında kullanılır.

Üramin asidindeki amino grubu ile karboksil grubu arasından bir molekül suyun ayrılması ile **hidantoinler** oluşur.

Üramin asitleri gibi hidantoinler de bazı amino asitlerin tanınmasında kullanılır.

Üramin asit reaksiyonunun, oluşumu ve formülasyonu Tablo 142' de T.142-1 ve 2' de görülmektedir.

9. Diketopiperazin oluşumu.

Amino asitlerin amino gruplarına ait bir diğer reaksiyon da **diketopiperazin** oluşumudur.

Amino asitlerin etil esterleri iki amino asit grubunu taşıyan anhidrid halka yapılarını oluşturmak üzere kondanse olurlar ve sonuçta **diketopiperazin** meydana gelir.

Diketopiperazin oluşumunun formülasyonu Tablo 142' de T.142-3' de verilmiştir.

10. Aminoasitlerin metal iyonları ile kelatlanması.

Amino asitlerin amino grupları, karboksil grupları ve varsa -SH grupları, Cu^{++} , Co^{++} , Mn^{++} , Fe^{++} v.s. gibi bir çok ağır metal iyonları ile kompleks **kelatlar** oluştururlar.

Bu şekilde oluşan kelat'lara örnek olarak, **bakır digliserat** ve **sistein-kobalt kompleksi** verilebilir.

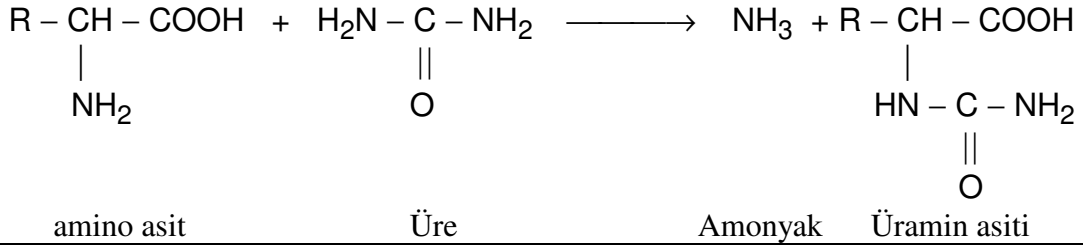
Kelatların oluşumu ve formülasyonu Tablo 142' de T.142-4' de görülmektedir.

Bu şekilde amino asitlerin amino gruplarına ait kimyasal özelliklerini anlatmış bulunuyoruz.

Amino asitlerin karboksil gruplarına ve R gruplarına ait kimyasal özelliklerini de devam eden sayfalarımız içerisinde anlatacağız.

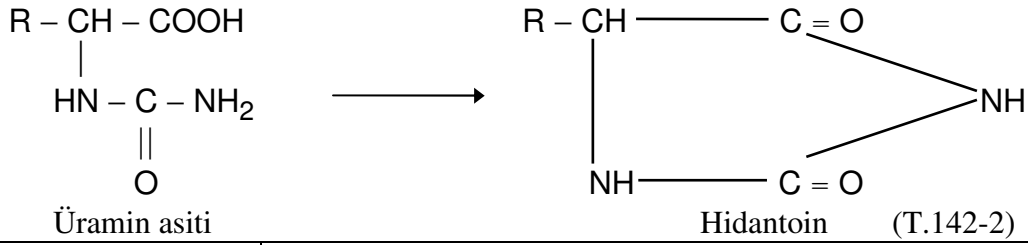
AMİNO ASİTLERİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ Devam ➔

8-Üramin asit reaksiyonu. (T.142-1)



ÖNEMİ

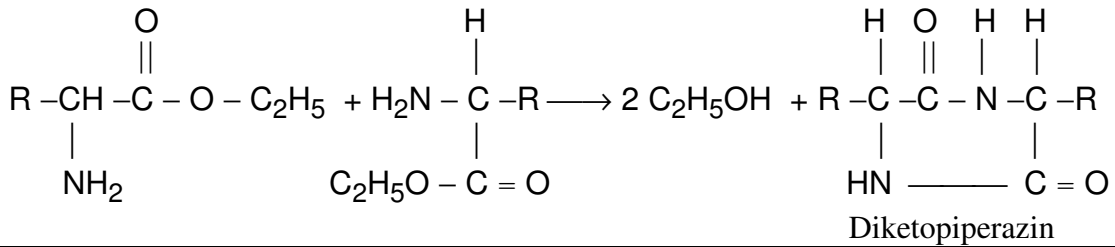
- Üramin asitleri suda güç çözünürler ve iyi billurlaşırlar. Bu nedenle amino asitlerin tanısında kullanılır.



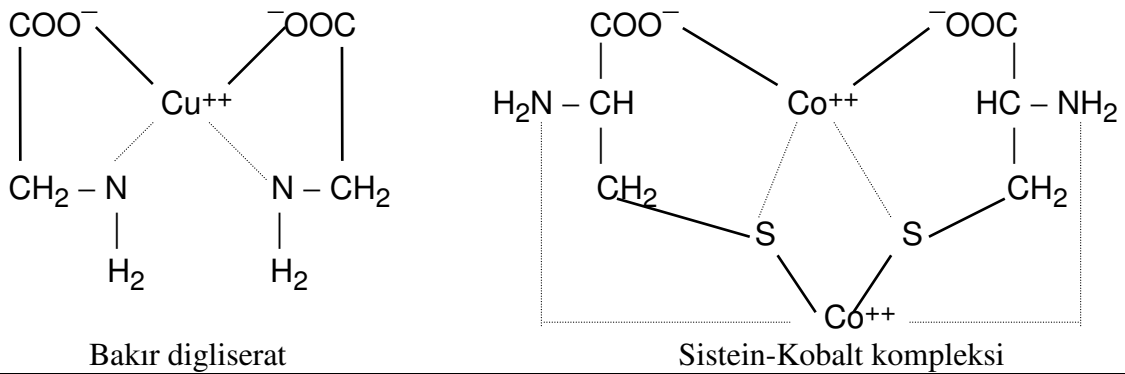
ÖNEMİ

- Bazı amino asitlerin tanınmasında kullanılır.

9- Diketopiperazin oluşumu. (T.142-3)



10- Amino asitlerin metal iyonları ile kelatlanması. (T.142-4)



Tablo 142 - Amino asitlerin kimyasal özellikleri 3.

6.4.4.2- Amino asitlerin karboksil gruplarının reaksiyonları.

1. Tuz oluşumu.

Amino asitlerin ağır metallerle oluşturduğu tuzların bazıları kolay kristalize olurlar. Özellikle amino asitlerin bakır ile oluşturduğu tuzlar kolay kristalize olurlar.

Bu kristalleşme olayından yararlanılarak, amino asitlerin saf olarak elde edilmesinde yararlanılır.

2- Esterleşme.

Amino asitler alkol ile susuz hidroklorik asit eşliğinde reaksiyona girerlerse esterlerini meydana getirirler.

Önce hidroklorik asit zwitterion yapısını bozar. Sonra amino asit hidroklorür oluşur.

Oluşan bu amino asit hidroklorürler, daha sonra alkol ile tepkimeye girerek **ester hidroklorür** meydana getirirler.

Ester hidroklorür soğuk ortamda, hafif alkali ile serbest ester verir.

Amino asitlerin esterlerinden, bunların fonksiyonel distilasyonunda yararlanılır.

Bu olayın oluşumu ve formülasyonu Tablo143'de T.143-1' de gösterilmiştir.

3- Amino asitlerin dekarboksilasyonu.

Amino asit molekülünden karbondioksitin ayrılmasına olayına verilen addır.

Amino asit molekülünden CO₂ ayrılması ile **aminler** meydana gelir.

Amino asitlerin dekarboksilasyonu **anaerob mikroorganizmalar**'ın etkisiyle de meydana gelebilir. Barsaklardaki kokuşma olayları amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucu oluşan aminlerden kaynaklanır.

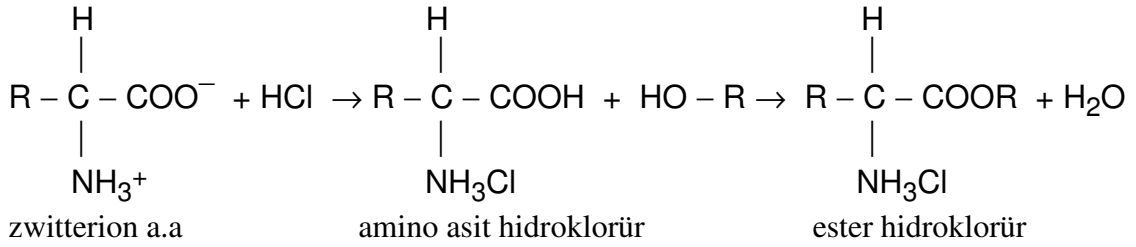
Dokularda da amino asitler, dekarboksile olarak aminleri meydana getirirler. Bunlara örnek olarak, histidin'den **histamin**, lizin'den **kadaverin**, ornitin'den **putressin**, trozin'den **tiramin**, triptofan'dan **triptamin**'in oluşumu gösterilebilir.

Barsaklarda bir miktar kadaverin ve putressin bulunur. Bu iki amin kokuşmuş etlerde de bulunan aminlerdir. Daha önceleri bozuk et yemekle meydana gelen zehirlenmelerin nedeni bunlar zannedilirdi. Halbuki bu maddeler kokuşmayı meydana getirirler zehir etkileri azdır. Aminler oluşturarak kokuşmaya neden olan mikroorganizmaların saldıkları toksinlerle gıda zehirlenmelerinin de sorumlusu oldukları kabul edilmektedir.

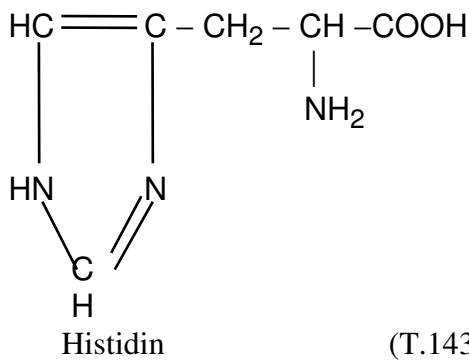
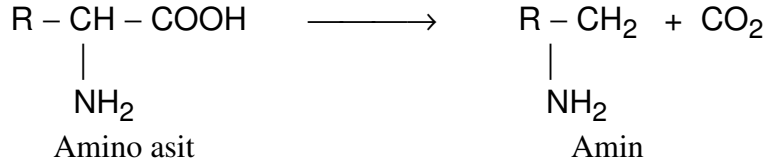
Bu olayın oluşumu ve formülasyonu Tablo 143' de T.143-2 ve 3' de verilmektedir.

B-KARBOKSİL GRUPLARININ REAKSİYONLARI**1- Tuz oluşumu.****ÖNEMİ**

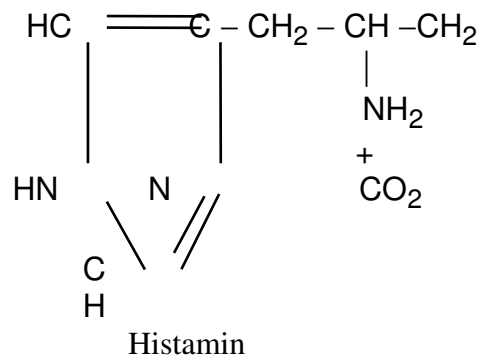
- Amino asitlerin saf olarak elde edilmesinde yararlanır.

2- Esterleşme. (T.143-1)**ÖNEMİ**

- Amino asitlerin esterlerinden bunların fonksiyonel distilasyonunda yararlanır.

3- Dekarboksilasyon. (T.143-2)

(T.143-3)

**ÖNEMİ**

- Dekarboksilasyon, anaerob mikroorganizmaların etkisiyle olur. Barsaklardaki kokuşma ürünleri buna örnektir.

Tablo 143- Amino asitlerin kimyasal özellikleri 4.

6.4.4.3- Amino asitlerin "R" grupları ile ilgili reaksiyonlar.

Amino asitlerin "R" grupları çok değişik gruplardan oluşur. Bunlar fenil, imidazol, guanidin, indol gibi gruplardır. Böyle farklı gruplar olunca çok değişik reaksiyonlarında meydana gelmesi doğaldır.

"R" grupları özellikle kendilerine has renk reaksiyonları verirler. Bu renk reaksiyonları da amino asitlerin birbirinden ayrılmasını ve tanınmasını sağlarlar.

Bu renk reaksiyonlarına bazı örnekler şunlardır:

Fenil grubu taşıyan amino asitler, örneğin, tirozin, fenilalanin gibi, eser miktarda nitroz asit içeren nitrik asitte çözülmüş cıva nitrat ile ve ısıtılmakla **kırmızı** renk verirler. Bu tepkimeye **Millon tepkimesi** adı verilir.

Yine **fenil** grubu ya da **imidazol** grubu taşıyan tirozin, fenilalanin, histidin gibi amino asitler, alkali ortamlarda sulfanilik asit ve sodyum nitrit karışımı ile tepkimeye girerlerse **kırmızı** renk verirler. Bu tepkimeye de **Pauly tepkimesi** adı verilir.

Guanidin grubu taşıyan amino asitler, örneğin, arjinin, alkali ortamda, α -naftol ve sodyum hipoklorit karışımı ile tepkimeye girerse **kırmızı** renk verirler. Bu tepkimenin özel adı da **Sakaguchi tepkimesi**'dir.

Serbest SH- grubu taşıyan, örneğin sistein gibi amino asitler, seyreltik amonyum hidroksitde çözülmüş sodyum nitroprussid ile **kırmızı** renk verirler. Bu tepkimeye de **nitroprussid tepkimesi** denir.

İndol grubu taşıyan triptofan gibi amino asitler, sülfürik asitte çözülmüş p-dimetilaminobenzaldehit ile reaksiyona sokulursa **kırmızimsı pembe** bir renk oluşur. Bu reaksiyona **Ehrlich tepkimesi** adı verilir.

Yapılarında fenilalanin, triptofan gibi, **halkalı** amino asitler bulunduran proteinler için karakteristik bir reaksiyon da **ksantoprotein tepkimesi**'dir. Böyle bir amino asit veya protein çözültisi üzerine konsantre (yoğun) 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.

Yapısında triptofan içeren proteinler, glikoksilik asitle karıştırıldıktan sonra, yoğun sülfürik asit ile tabakalaştırılacak olursa her iki maddenin temas yüzeylerinde **menekşe** renkli bir halka meydana gelir. Bu reaksiyona **Hopkins Cole tepkimesi** adı verilir.

Amino asitler ninhidrin ile kaynatılırlarsa, daha önceki konularda da bahsettiğimiz gibi deaminasyona uğrarlar ve **mavi - menekşe** bir renk meydana gelir. **Ninhidrin tepkimesi** adı verilen bu reaksiyon gerek amino asitlerin gerekse proteinlerin nitel ve nicel tayinlerinde kullanılır.

AMİNO ASİTLERİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ		Devam ➤		
<u>C- R GRUPLARI İLE İLİŞKİLİ NİTELİKLERİ.</u>				
R-grupları	Amino asit	Reaksiyon	Oluşan renk	Tepkimenin özel adı
Fenil	Tirozin Fenil alanin	• Civa nitrat ve yoğun nitrik asit ile ısıtma	Kırmızı	Millon tepkimesi
Fenil İmidazol	Tirozin Fenil alanin Histidin	• Alkalik ortamda, sulfanilik asit ve sodyum hipoklorit ile işleme	Kırmızı	Pauly tepkimesi
Guanidin	Arjinin	• Alkali ortamlarda, α-naftol ve sodyum hipoklorit ile işleme	Kırmızı	Sakaguchi tepkimesi
Serbest SH	Sistein	• Seyreltik amonyum hidroksitte çözülmüş sodyum nitroprussid ile işleme.	Kırmızı	nitroprussid tepkimesi
İndol	Triptofan	• Sülfürik asitte çözülmüş p-dimetilaminobenzaldehit' le işleme.	Pembe	Ehrlich tepkimesi
Halkali amino asitler	Fenil alanin Triptofan	• Yoğun nitrik asitle → • ısıtılınca → • Alkali ilavesinde →	Beyaz tortu Sarı Turuncu	ksanto-protein tepkimesi
İndol	Triptofan	• Gliyoksiklik asitle işlemden sonra yoğun sülfürik asitle tabakalandırılırsa	Menekşe halka	Hopkins Cole tepkimesi

Tablo 144- Amino asitlerin kimyasal özellikleri 5.

6.5- PEPTİD BAĞININ OLUŞUMU ve OLİGO- POLİPEPTİDLER.

Amino asitlerin asitamid bağı ile veya başka bir deyişle peptid bağları ile polimerize olmaları ile **protein**'lerin oluştuğunu daha önce "proteinlerin hidrolizi" konusunda bahsetmiştik. Bu oluşumu gösteren formüller Tablo 145'de görülmektedir.

Peptid bağları ile birbirine eklenen amino asitlerin sayısı oluşan peptidin isimlendirilmesinde önemlidir. Genellikle 10'dan az amino asit kapsayanlar **oligopeptid**, 10-100 arasında amino asit kapsayanlar **polipeptid**, 100'den çok amino asit kapsayanlar **makropeptid** olarak isimlendirilirler.

İki amino asidin birleşmesiyle oluşan peptide **dipeptid** denir. Buna bir üçüncü amino asit eklenirse, **tripeptid** meydana gelir.

Tablo 145'de T.145-1'de oluştuğunu gördüğünüz peptid bir dipeptid'dir. Bunun defalarca tekrarlanması ile poli peptid zincirleri meydana gelir. Yani **proteinler** oluşur. Peptid zinciri oluşurken amino asitlerden birinin COOH grubu ile diğer amino asitin NH₂ grubu birleştiği için sonunda muhakkak bir COOH grubu ile bir NH₂ grubu serbest olarak uçlarda kalacaktır. Bunlar kağıt üstünde gösterilirken sol uçta NH₂ grubu yer alır ve **serbest amino grubu** olarak anılır.

Peptidler isimlendirilirken, serbest amino grubu taşıyan amino asit artığının isminin sonundaki "in" takısı "il" olarak değiştirilir, aradaki amino asitlere de aynı kural uygulanır ve en sonda kalan ve serbest karboksil grubu taşıyan amino asit artığının adı en sona aynen getirilir. Örneğin, **glutatyon** bir **tripeptid**'dir. Yapısını oluşturan 3 amino asit sırasıyla, **glutamik asit + sistein + glisin**'dir. Bunun isimlendirilmesi yukarıda anlattığımız kurala göre **glutamil-sisteil-glisin**'dir.

Organizmada serbest halde bulunan ve önemli görevler gören oligopeptidler vardır. Bunlar arasında kaslarda bulunan **karnozin** ve **anzerin**'i başta sayabiliriz. **Karnozin** β-alanil-histidin, **anzerin**, β-alanil-N-metil histidin yapısında dipeptidlerdir.

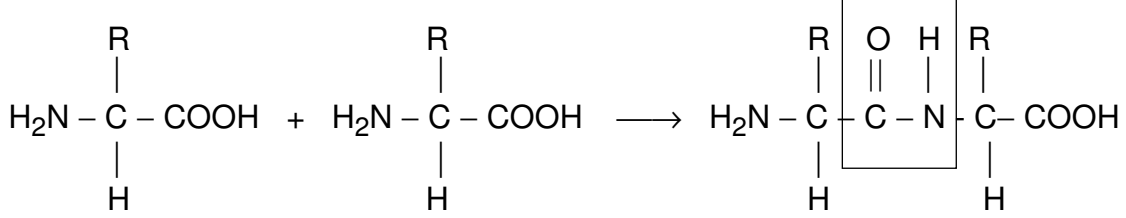
Bir tri peptid olan **glutatyon**'un yapısını yukarıda anlatmıştık. Glutatyon kolaylıkla H verebilen bir maddedir. Bu özelliği ile çeşitli redoks olaylarına katkıda bulunur. Bazı enzim sistemlerinin içinde yer alır, ayrıca eritrositlerde hemoglobinin irreverzibl oksidasyonunu engeller ve barsaklardan Fe Emilimini kontrol eder.

Yine birer tripeptid olan yapıları Tablo 145'de görülen **oftalmik** ve **nonoftalmik asit**'ler göz merceğinde bulunurlar. Sekizer amino asitten kurulu olan **oksitosin** ve **vazopressin** hipofiz hormonudurlar.

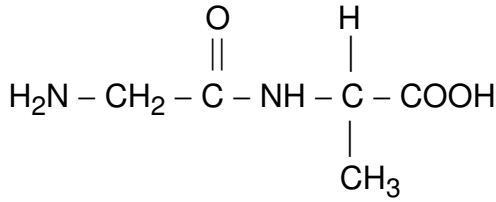
Hipofiz ön lobunun **adrenokortikotropik hormonu (ACTH)** 39 amino asit kapsar, **insülin** ise 51 amino asit taşıyan pankreasın hormonudur ve her ikisinde birer polipeptidlerdir.

PEPTİD BAĞI OLUŞUMU, OLİGO ve POLİPEPTİDLER

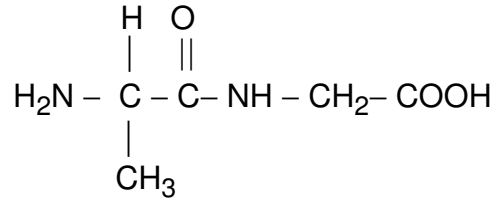
Peptid bağı: (T.145-1)



İsimlendirilmesi:



Glisil - Alanin (T.145-2)



Alanil - Glisin (T.145-3)

BAZI Dİ- OLİGO- ve POLİPEPTİDLER

	Amino asitler	Özellikleri
KARNOLİN	β-alanil histidin	<ul style="list-style-type: none"> • Dipeptid • Kaslarda bulunur.
ANTERİN	β-alanil N-metil histidin	<ul style="list-style-type: none"> • Dipeptid • Kaslarda bulunur.
GLUTATYON	Glutamil sisteil glisin	<ul style="list-style-type: none"> • Tripeptid • Oksidoredüksiyon' da rol alır. • Bazı enzimlerin yapısına katılır. • Fe emilimini kontrol eder.
OFTALMİK ASİT	Glutamil aminobutiril glisin	<ul style="list-style-type: none"> • Tripeptid • Göz merceğinde bulunur.
NON OFTALMİK ASİT	Glutamil alanil glisin	<ul style="list-style-type: none"> • Tripeptid • Göz merceğinde bulunur.
OKSİTOSİN	8 amino asit	<ul style="list-style-type: none"> • Okta peptid • Hipofiz hormonudur.
VAZOPRESSİN	8 amino asit	<ul style="list-style-type: none"> • Okta peptid • Hipofiz hormonudur.
ACTH	39 amino asit	<ul style="list-style-type: none"> • Hipofiz ön lobu hormonudur.
İNSULİN	51 amino asit	<ul style="list-style-type: none"> • pankreas hormonu • Glikoz metabolizmasında rol alır.
GLUKAGON	29 amino asit	<ul style="list-style-type: none"> • pankreas hormonu

Tablo 145- Peptid bağı ve di- oligo- ve polipeptidler.

6.6- PROTEİNLERDEKİ AMİNO ASİTLERİN BİRBİRİNDEN AYRILMALARI VE MİKTAR TAYİNLERİ.

Bazı amino asitlerin örneğin, **tirozin**'in çözünürlüğü izoelektrik noktada az olduğundan, bunlar izoelektrik noktalarında kristalize edilebilir ve diğer amino asitlerden ayrılabilirler.

Arjinin, lizin, histidin gibi bazı amino asitler fosfo tungustik asitle çöktüklerinden, bu amino asitlerin toplam miktarları kolaylıkla tayin edilebilir.

Tirozin ve **triptofan** gibi bazı amino asitler değişik ayıraçlarla renk reaksiyonları verirler. Bunun içinde **kolorimetrik yöntemler** kullanılarak miktarları kolaylıkla saptanabilir.

Mono amino asitler'in çoğu, etil esterlerine çevrildikten sonra **fraksiyonlu destilasyon** ile birbirinden ayrılabilirler. Fakat bu şekilde yapılan tayinlerde amino asitlerin bir kısmı işlem sırasında kaybolur ve proteinin kapsadığı amino asitlerin % 70 - 80 kadarı elde edilebilir. Ancak son yıllarda yeni yöntemlerin yardımı ile bazı proteinlerin amino asit içeriği % 100' e varan oranlarda saptanabilmesi mümkün olmaktadır.

Proteinlerin yapısında bulunan amino asitlerin analizinde kullanılan yöntemlerin en yaygın ve kullanılan olanları **kromatografik adsorpsiyon, izotop seyreltme ve mikrobiyolojik yöntemler**'dir.

Kromatografik adsorpsiyon yöntemi, çeşitli amino asitlerin değişik adsorbanlar tarafından farklı derecede adsorbe edilmesi esasına dayanır. Asit karakterde amino asitler, bazı adsorbanlar. bazı amino asitler ise asit adsorbanlar tarafından daha kolay tutulurlar.

Amino asitleri ayırmada kullanılan kromatografik adsorpsiyon yönteminin de 3 farklı biçimi vardır.

Kağıt kromatografisi,
İyon değişim kromatografisi,
İnce tabaka kromatografisi.

İzotop seyreltme yöntemi, bilinmeyen bir amino asit karışımına izotop atomu ile işaretlenmiş belli bir amino asitten bilinen miktarda ilave edildikten sonra bu karışımdan aynı amino asitin olabilecek en iyi ölçüde saf olarak tekrar elde edilmesi esasına dayanır. Bu saf olarak elde edilmiş olan amino asitte işaretlenmiş amino asitin hangi oranda bulunduğu saptanır. Saptanan orandan, incelenen amino asidin karışımdaki başlangıçtaki miktarı hesaplanır.

Mikrobiyolojik yöntem ise, bazı mikroorganizmaların üremesi için, üreme ortamında belli amino asitlerin, belli miktarlarda bulunması gerekir esasına dayanır. Örneğin, **laktobasillus kazei** yalnız **arjinin**'in bulunduğu ortamlarda ürer. Bu mikroorganizma gerekli olan bütün diğer maddeleri taşıyan fakat arjinin bulunmayan ortamlarda üremez. Arjinin ilavesi ile üreme başlar. Ortama ilave edilen arjininin miktarı ile üreyen bakterilerin sayısı arasında doğru bir orantı mevcuttur.

PROTEİNLERDEKİ AMİNO ASİTLERİN AYRILMALARI	
Amino asit	Ayırıcı olay
Tirozin	<ul style="list-style-type: none"> İzoelektrik noktada az çözüldüğünden kolayca kristalize edilerek ayrılabilir.
Arjinin Lizin Histidin	<ul style="list-style-type: none"> Bu amino asitler, protein çözeltilisinden fosfo tungustik asitle çöktürülebildiğinden, toplam miktarları kolayca saptanabilir.
Trozin Triptofan	<ul style="list-style-type: none"> Bu amino asitler renk reaksiyonları verebildiklerinden kolorimetrik yöntemlerle miktarları kolaylıkla saptanabilir.
Monoamino asitler	<ul style="list-style-type: none"> Bu amino asitler etil esterlerine çevrilebildikleri için, sonradan fraksiyonlu destilasyon yöntemi ile birbirlerinden ayrılabilir.
PROTEİNLERDEKİ AMİNO ASİTLERİN NİTEL VE NİCEL AYRILMA YÖNTEMLERİ	
Yöntemler	Prensip
1-KROMATOĞRAFİK ADSORPSİYON YÖNTEMİ a)Kağıt Kromatografisi b)İyon değişim kromatografisi c)İnce tabaka kromatografisi	<ul style="list-style-type: none"> Çeşitli amino asitlerin değişik adsorbanlar tarafından farklı derecede adsorbe edilmesi olayıdır. Asit karakterde amino asitler, bazik adsorbanlar, bazik amino asitler ise asit adsorbanlar tarafından tutulur.
2-İZOTOP SEYRELTME YÖNTEMİ	<ul style="list-style-type: none"> Bilinmeyen bir amino asit karışımına, izotop atomu ile işaretlenmiş, belli bir amino asitten bilinen bir miktarda ilave edildikten sonra, bu karışımdan aynı amino asitin saf olarak elde edilmesini takiben, ne ölçüde seyreltildiğinin saptanması olayıdır.
3-MİKROBİYOLOJİK YÖNTEM	<ul style="list-style-type: none"> Bazı mikroorganizmaların üremesi için üreme ortamında belli amino asitlerin belli miktarlarda bulunması gerektiği esasına dayanan bir olaydır.

Tablo 146- Proteinlerdeki amino asitlerin ayrılmaları ve nitel, nicel saptanmaları.

6.7- PROTEİNLERİN GENEL NİTELİKLERİ.

6.7.1- Protein molekülünde yapı.

Protein molekülleri peptid zincirlerinden oluşurlar. Yani polipeptid yapısındadırlar. Bir proteinin kurulmasına “n” sayıda amino asit katılmışsa, bu protein molekülünde “n-1” sayıda peptid bağı bulunur. Bu güne kadar bilinen protein sayısı 1000’in çok üstündedir.

Tam bir protein molekülü, birbirini tamamlayan dört alt yapı gösterir. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibidir.

6.7.1.1- Primer (Birinci) yapı.

Belirli sayıda ve belirli türden amino asitlerin belirli diziliş sırası ile sıralanarak oluşturdukları peptid zinciri birinci yapıyı ifade eder. Peptid zinciri düz olabileceği gibi, dallanmış ya da halkalaşmış da olabilir. Dallanma ya da halkalaşma iki karboksilli amino asitlerin fazla karboksil grupları ile diamino asitlerin fazla amino grupları aracılığı ile olur.

Peptid zincirinde amino asit diziliş sırasına **amino asit sekansı** denir ve değişmesi ile çok çeşitli peptidler ve proteinler oluşur. Örneğin 12 değişik türden 288 amino asit taşıyan proteinde bu amino asitlerin 10^{300} değişik biçimde sıralanabileceği hesaplanmıştır.

6.7.1.2- Sekonder (İkinci) yapı.

İkinci yapının belli başlı iki örneği vardır. Bunlardan birisi **α -heliks** denilen ve biçimi Tablo 147’de T.147-1’de görülen, aynı peptid zincirinin bir eksen etrafında helozoni bir şekilde kıvrılmasıyla meydana gelen yapı biçimidir. **β -heliks** denilen diğeri ise, ayrı iki veya daha fazla sayıda polipeptid zincirinin hidrojen bağları ile birbirlerine bağlanması suretiyle meydana gelen biçimdir. Buna ait yapıda aynı Tablo’da T.147-’de görülmektedir.

α -heliks yapısına, yünde, saçlarda ve kasların miyozininde raslıyoruz. Yün ve saçlar ıslatıldığı zaman uzar ve gerilmiş bir hal alır. İşte bu süre içinde **β -heliks** durumuna geçmişlerdir. Ancak kurudukça bunlar eski durumuna dönerler. Islatılan kıvrıkcık saçlar, bu yüzden düz bir hal alırlar, kuruyunca eski durumlarına dönerler.

6.7.1.3- Tersiyer (Üçüncü) yapı.

İkinci yapıyı meydana getiren heliks yapıların –S–S– köprüleri ile üst üste katlanması ile globuler ve elipsoidal hale geçmesidir.

6.7.1.4- Kuarterner (Dördüncü) yapı.

Bu yapı daha ziyade proteinin polimerizasyonunu yansıtır. Benzer özelliklere sahip alt üniteler, salkımlar, topluluklar yaparak dördüncü yapıyı oluşturur. Primer, sekonder ve tersiyer yapıları tabakaların birleşmesiyle oluşan yumaklar biçiminde bir yapıdır.

PROTEİN MOLEKÜLÜNDE YAPI	
1-Primer Yapı (Birinci yapı)	<ul style="list-style-type: none"> Belirli sayıda amino asidin, belli diziliş sırası ile sıralanarak meydana getirdikleri zincir şeklindeki yapıyı ifade eder. <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">S - S</p> <p style="text-align: center;">Cy - tyr - ile - gln - asn - Cy - pro - leu - gly</p> </div>
2-Sekonder yapı (İkinci yapı)	<ul style="list-style-type: none"> İkinci yapının belli başlı iki örneği vardır. <p>α-heliks, peptid zincirinin bir eksen etrafında helezon şeklinde kıvrılmasıyla meydana gelen yapı.</p> <p>β-heliks, iki veya daha fazla sayıda polipeptid zincirinin H bağları ile birbirine birleşmesiyle meydana gelen yapı.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>α-heliks (T.147-1)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>β-heliks (T.147-2)</p> </div> </div>
3-Tersiyer yapı (Üçüncü yapı)	<ul style="list-style-type: none"> Heliks yapılar, -S -S - köprüleri ile katlanarak globüler ve elipsoidal hale geçmesidir.
4-Kuarterner yapı (Dördüncü yapı)	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 2; padding-left: 20px;"> <p>* Primer, sekonder ve tersiyer yapıları tabakaların birleşmesi ile oluşur. Benzer özelliklere sahip alt üniteler, salkımlar, topluluklar yaparak dördüncü yapıyı oluşturur.</p> </div> </div>

Tablo 147 - Proteinlerin yapısı.

6.7.2- Proteinlerin bazı özellikleri.

6.7.2.1- Proteinlerin tatları.

Saf proteinler genellikle tatlıdır. Hidroliz ürünleri ise çoğunlukla acıdır.

6.7.2.2- Proteinlerin kokusu.

Saf proteinler kokusuzdur. Yanma olayı sonunda, kıl veya tüyün yanma kokusunu verirler.

6.7.2.3- Proteinlerde homojenite.

Eskiden homojen olduğu sanılan bir çok protein türünün, gelişen teknolojinin getirdiği yeni tekniklerle yapılan analizleri sonucu homojen olmadıkları anlaşılmıştır. Ultrasantrifüj ve elektroforez gibi tekniklerle, bir çok proteinin yapıcı birbirine yakın molekül türlerinden oluştuğu anlaşılmıştır. Örneğin, başlangıçta tek bir maddeden ibaret olduğu sanılan ve ilkel tekniklerle **albumin** ve **globulin**'e ayrılan **serum proteinleri**'nin 30'dan fazla fraksiyonu temsil ettiği saptanmıştır.

6.7.2.4- Proteinlerde çözünürlük.

İnsan ve hayvan organizmasında bulunan proteinlerin çoğunluğu soğukta, suda ve nötr tuz çözeltilerinde çözünürler. Bu seyreltik protein çözeltileri, eşit hacimde doymuş amonyum sulfat çözeltisi ile karıştırılırsa, ortamdaki proteinlerin bir bölümü çöker. Bunlara **globulin**, çökelmeyip üste kalanlara **albumin** adı verilir. Suda ve nötr tuz çözeltilerinde hiç çözünmeyen proteinler ise, **skleroprotein** adını alır.

6.7.2.5- Proteinlerin denatürasyonu.

Denatürasyon doğal yapının bozulmasıdır. Doğal yapının bozulması içinde protein molekülünün bir takım etkenlere maruz kalması gerekmektedir. Denatürasyon olayının olması için peptid bağlarının çözülmesi şart değildir. Protein molekülünün, katlarının açılması ve değişik bir biçimde tekrar katlanması yani ikinci ve üçüncü yapılarıdaki değişikliklerde protein molekülünün niteliklerini değiştirir. Üçüncü yapının bozulması geridönebilir bir denatürasyon olduğu halde, ikinci yapının bozulduğu durumlarda, oluşan denatürasyonun geriye dönüşü yoktur.

Denatürasyon etkenlerinin başında bazı fiziksel olaylar vardır. Kısa süreli ısı uygulamaları, X ve UV (ultraviyole) ışınları, protein çözeltilerinin kuvvetle çalkalanması, dondurulup çözülmesi, yüksek basınç uygulanması bunların başında gelir.

Denatürasyona neden olan başlıca kimyasal etkileride şöyle sayabiliriz. Proteinlerin etanol, aseton ve başka apolar çözücülerle işleme tabi tutulması, üre, salisilat ve guanidin tuzları ile hazırlanmaları, asit ve alkalilerle uzun süre bekletme ve sodyum dodesil sülfat gibi uzun zincirli alkil sulfatlarla tepkimeye sokulmaları.

Denatürasyona uğrayan proteinlerin, çözünürlüğü değişir, bazı renk tepkimeleri şiddetlenir, enzim ve hormonların biyolojik etkinlikleri kaybolur.

PROTEİNLERİN BAZI ÖZELLİKLERİ			
◆ TATLARI	◆ Saf proteinler TATLIDIR.		
◆ KOKUSU	◆ Saf proteinler KOKUSUZDUR.		
◆ HOMOJENİTE	◆ Proteinlerin bir çoğu saf olmayıp, alt fraksiyonlara sahiptir.		
◆ ÇÖZÜNÜRLÜK	◆ Suda ve nötr tuzlu çözeltilerde çözünürler. ◆ Eşit miktarda amonyum sulfat çözeltisinde çöken proteinlere globulin , çökmeyenlere albumin denir.		
◆ DENATÜRASYON	◆ Proteinlerin doğal yapısının bozulmasıdır. ◆ Bazı denatürasyon nedenleri :		
	◆ Asit'de bekletme ◆ Alkali'de bekletme ◆ Etanolde çözme ◆ Asetonda çözme ◆ Üre tuzları ile işlem ◆ Salisilat ile işlem ◆ Guanidin ile işlem Sodyum dodesil sulfat ile işlem	◆ ISI ◆ X-ışınları ◆ UV ışınları ◆ kuvvetli çalkalama ◆ dondurup, çözme ◆ yüksek basınç	
◆ MOLEKÜL AĞIRLIĞI			
Protein	Ağırlığı	Protein	Ağırlığı
İnsulin (pankreas)	12.000	Miyosin (tavşan kası)	850.000
Myoglobin (kas)	17.000	Fibrinojen (plazma)	450.000
Hemoglobin (kan)	68.000	Apoferritin	480.000
Albumin (serum)	69.000	Hemosiyanin (yengeç)	2.800.000
Tireoglobulin (tiroid)	660.000	Mozaik virusu (tütün)	40.000.000

Tablo 148- Proteinlerin özellikleri 1.

6.7.2.6- Molekül ağırlığı.

Proteinler çok yüksek molekül ağırlığına sahip maddelerdir. Proteinlerin molekül ağırlıkları, birkaç bin ile, milyonlar arasında değişebilir. Bu konuda örnek olabilecek bazı proteinlere ait molekül ağırlıklarını Tablo 148'de görebilirsiniz.

Böyle büyük moleküllerin, dolayısıyla proteinlerin, molekül ağırlıklarının klasik kimyasal yöntemlerle saptanabilmesi mümkün değildir. Bu konuda daha çok **ozmotik basınç, diffüzyon, sedimentasyon, jel filtrasyon** gibi fiziksel yöntemlerden yararlanır.

Proteinlerin molekül ağırlıkları, dördüncü yapının oluşması ile artar, Kümeler halindeki bu yapının monomerlere ayrılması ile de azalır. Bunun için proteinlerde molekül ağırlığı koşullara göre değişebilir.

6.7.2.7- Proteinlerin molekül biçimi.

Protein molekülleri **küre** biçiminden, **iplik** biçimine kadar değişen biçimler gösterir.

Kolay çözünen proteinlerin çoğu küre biçimindedir. İplik biçimindeki proteinler çözünmeyen proteinlerdir. Küre biçimindeki proteinlerin çözeltileri, vizkoziteyi az arttırdığı halde, **çomak** şeklindekiler çok arttırır.

6.7.2.8- Proteinlerin çöktürülmeleri.

Proteinler, belirli **asitler, ağır metaller, ve spesifik antikorlarla** çökerler.

Negatif iyonlar taşıyan, triklorasetik asit, pikrik asit, sulfosalisilik asit, fosfotungustik asit gibi, **asitler** proteinlerle tuzlar oluşturarak çökerler. Ancak bu olay için ortamın uygun pH' da olması lazımdır. Çünkü asitler yukarıda da söylediğimiz gibi negatif iyonlara sahip olduğu için, proteinlerde amfoter özellik gösterdiklerinden, proteinler ancak "+" yüke sahip oldukları zaman asitlerle çökerler. Bu olaydan, analiz amacı ile, kan proteinlerinin çöktürülmesinde yararlanır.

Proteinler, kendi izoelektrik noktalarına kıyasla, daha alkalik olan bir ortamda "-" yüklü olarak bulunurlar. Böyle bir ortamdaki çözeltileri üzerine Hg, Pb, Ag, Cu, Fe, Cd ve Zn gibi "+" yüklü ağır metal çözeltileri ilave edilecek olursa, bu metallerin tuzlarından oluşan bir çöküntü meydana gelir. Metaller, proteinin karboksil grupları ile birleşirler. Bundan dolayı proteinler, metal zehirlenmelerinde **antidot** olarak kullanılırlar. Bu amaçla yumurta akı, süt, ayran gibi sıvılar içirilebilir.

Proteinler çok özel maddeler olduklarından antijen etkisine sahiptirler. Organizma tarafından sindirim yolu dışında verildiklerinde yabancı madde olarak kabul edilirler ve antikorlar oluştururlar. Her protein kendi türüne karşı oluşmuş spesifik antikor ile çöker.

PROTEİNLERİN ÖZELLİKLERİ		
◆ MOLEKÜL BİÇİMLERİ		
Biçimleri	Özellikleri	Örnek protein
• Küresel	• Kolay çözünürler • Çözeltileri vizkoziteyi azaltır.	• Myoglobin • İnsulin • Pepsin
• Çomak	• Çözeltilerin vizkozitesini çok artırır.	• Miyosin
• Fibriller	• Çözünmezler	
◆ PROTEİNLERİN ÇÖKTÜRÜLMESİ	Çöktürücü etken	Özelliği
	• Ağır metal tuzları	• Metal zehirlenmelerinde antidot olarak proteinlerden yararlanır.
	• Negatif iyonlar	• Analiz amacı ile kan proteinlerinin çöktürülmesinde yararlanır.
	• Spesifik antikor proteinler	• Antijen elde etmekte kullanılır.
◆ HİDRASYON	◆ Polar gruplar su bağlama yeteneğine sahiptir.	
◆ VİSKOZİTE	<ul style="list-style-type: none"> • Moleküller çomak biçiminde → • Moleküller küre biçiminde → • Büyük moleküller → • IEN pH'sında → 	<u>Vizkozite</u> Fazla Az Fazla Düşük
◆ KRİSTALLEŞME	Proteinler	Kristalleşme
	• Pepsin, tripsin, üreaz	+
	• Ovalbumin, serum albumin	Zor
	• Hemoglobin	Kolay

Tablo 149- Proteinin özellikleri 2.

6.7.2.8- Proteinlerin hidrasyonu.

Proteinlerde diğer maddeler gibi su bağlarlar. Proteinlerde bulunan peptid zincirindeki polar gruplar, amino, karboksil, hidroksil, imino v.b. gruplardır. Bu gruplar su ile bağlanma yeteneğine sahiptirler.

6.7.2.9- Proteinlerin Vizkozitesi.

Vizkozite molekül şekli ile doğrudan ilgilidir. Molekül uzun ise vizkozite daha fazladır. Büyük molekülü proteinlerde de vizkozite fazladır. IEN pH'sında vizkozite en düşüktür.

6.7.2.10- Proteinlerin kristalleşmesi.

Pepsin, tripsin, üreaz gibi enzim proteinleri kristal halde elde edilmişlerdir. Kristalleştirme işinde sodyum klorür, amonyum sulfat ilave edilerek IEN pH' sının ayarlanması hızlandırıcı etki gösterir.

6.8- PROTEİNLERİN SINIFLANDIRILMALARI.

Proteinlerin fonksiyonel sınıflandırılması daha önce anlatılmıştı. Şimdi yapısal sınıflandırılmasını anlatacağız. Proteinler yapısal nitelikleri ve orijinlerine göre üç sınıfa ayrılırlar.

1-Basit Proteinler, Hidrolize olunca sadece amino asitleri veren proteinlerdir.

2-Konjuge proteinler (Proteidler), Hidrolize edildiklerinde, amino asitlerden başka değişik nitelikte, kimyasal maddeler de veren proteinlerdir.

3-Türev Proteinler, İlk iki grupta yer alan çeşitli proteinlerin belirli etkilerle değişimleri sonu oluşan proteinlerdir.

6.8.1- Basit proteinler.

Değişik niteliklerine göre alt gruplara ayrılarak incelenirler.

6.8.1.1- Albuminler.

Suda ve sulu tuz çözeltilerinde çözünürler. Isı ile pıhtılaşır. Sulu çözeltilerde amonyum sulfatla doyurulmuş bir ortamda çökerler. Molekül ağırlıkları genel olarak 100.000'in altındadır. Glisince fakirdirler.

Yumurta akında bulunan **ovalbumin**, kanda ki **serum albumin** ve sütteki **laktalbumin** hayvansal albuminlerdir. Baklagillerdeki **legumelin**, hububattaki **löykosin** ise bitkisel kaynaklı albuminlerdir.

6.8.1.2- Globulinler.

Suda çözünmezler, sulu nötr tuz çözeltilerinde çözülürler. Sulu çözeltilerinden, amonyum sulfat ile yarı doyurularak çöktürülebilirler. Globulinler albuminlere göre daha çözülürler. Isı ile pıhtılaşır.

Yumurtadaki **ovglobulin**, sütteki **laktglobulin**, Kan plazmasındaki **α-, β-, γ globulinler** ve **fibrinojen** hayvansal, kendin tohumundaki **edestin**, baklagillerdeki **legumin** bitkisel menşeyli globulinlerdir.

PROTEİNLER		
BASİT PROTEİNLER	KONJUGE PROTEİNLER	TÜREV PROTEİNLER
<ul style="list-style-type: none"> • Albuminler • Globulinler • Glutelin • Prolaminler • Protaminler • Histonlar • Skleroproteinler 	<ul style="list-style-type: none"> • Fosfoproteinler • Glikoproteinler • Lipoproteinler • Metalloproteinler • Nükleik asitler • Kromoproteinler 	<ul style="list-style-type: none"> • Primer türev proteinler • Sekonder türev proteinler
I- BASİT PROTEİNLER		
Alt grupları	Örnekleri	Özellikleri
<ul style="list-style-type: none"> • Albuminler 	ovalbumin (yumurta) laktalbumin (süt) serum alb. (serum) legumelin (baklagiller) löykosin (hububat)	<ul style="list-style-type: none"> • Suda ve sulu tuz çözeltilerinde erir. • Sulu çözeltilerinden amonyum sulfat ile doyurularak çöktürülür. • Isı ile pıhtılaşır. • Glisin'ce fakirdir. • Molekül ağırlığı 100.000' den aşağıdır.
<ul style="list-style-type: none"> • Globulinler 	ovoglobulin (yumurta) laktoglobulin (süt) α-globulin (plazma) β-globulin (plazma) γ-globulin (plazma) fibrinojen (plazma) edestin (kendir tohumu) legumin (baklagiller) faseolin (fasulye)	<ul style="list-style-type: none"> • Suda erimezler. • Sulu nötr tuz çözeltilerinde erirler. • Sulu çözeltilerinden amonyum sulfat ile doyurularak çöktürülür. • Isı ile pıhtılaşırlar. • Glisin'ce zengindirler. • Molekül ağırlıkları 100.000'den yüksektir.
<ul style="list-style-type: none"> • Glutelinler 	glütenin (buğday) hordenin (arpa) orizenin (pirinç)	<ul style="list-style-type: none"> • Bitkisel menşeylidir. • Suda erimez. • Sulu nötr tuz çözeltilerinde erimez. • Çok seyreltik asit ve alkalilerde çözünür. • Isıtmakla pıhtılaşır.

Tablo 150- Proteinlerin sınıflandırılması ve türleri 1.

6.8.1.3- Glutelinler.

Bitkisel kaynaklı olan bu basit proteinler suda ve sulu nötral tuz gibi çözücülerde çözünmezler. Çok sulu asit ve alkalilerde çözünürler. Isıtmakla pıhtılaşır.

Buğdayda bulunan **glütenin**, arpada bulunan **hordenin** ve pirinçte bulunan **orizenin** tipik örneklerdirler. Glütenin'in molekül ağırlığı 2-3 milyon kadardır.

6.8.1.4- Prolamin.

Suda, nötral tuzlarda ve alkolde erimezler. Ancak % 70 - 80'lik alkolde erirler. Bitkisel kaynaklı basit proteinlerdir. Adlarını çok fazla kapsadıkları prolin amino asidinden alırlar. Sistin ve lizin yönünden fakirdirler.

Bitkilerde, özellikle taneli bitkilerde çok bulunurlar. Buğdayda bulunan **gliyadin**, mısırdaki bulunan **zein** ve arpada ki **hordein** bunlara örnek gösterilebilir.

Buğday unu hamuru akar su altında nişastasını kaybedince, geriye çok elastik bir madde kalır. **Glüten** adını alan bu madde glütenin ve gliyadin karışımıdır.

6.8.1.5- Protaminler.

Suda, seyreltik asit ve alkalilerde çözünürler. Keza seyreltik amonyum hidroksit çözeltisinde de erirler. Isı ile pıhtılaşmazlar. Kuvvetli bazik karakterde basit proteinlerdir. Kuvvetli bazik karakterde olması fazla miktarda arjinin kapsamalarından kaynaklanır. Trozin, triptofan ve kükürtlü amino asitleri hiç kapsamazlar. Proteinlerin en kısa zincirli olanıdır. Molekül ağırlığı 1000 - 5000 arasındadır.

Dokularda, asitlerle, özellikle nükleik asitle birleşmiş olarak bulunurlar. Türü protaminler, balıkların spermalarından büyük miktarlarda elde edilmiştir. Uskumrudan **skombrin**, som balığından **salmin**, ringa balığından elde edilen **klüpein** bunlara örnektir.

6.8.1.6- Histonlar.

Suda, seyreltik asit ve alkalilerde çözünürler. Seyreltik amonyum hidroksit çözeltisinde ise çökerler. Isı ile pıhtılaşmazlar. Bunlarda protaminler gibi arjininden zengin olduklarından kuvvetli bazik proteinlerdir. Molekül ağırlıkları 30.000 civarındadır.

Başlıca histon örnekleri, hemoglobinin **globin'i** uskumru balığından elde edilen **skombrin**, timüs bezinde bulunan **timohiston'dur**.

6.8.1.7- Skeleroproteinler (Albuminoidler).

Suda, nötral tuzlarda, seyreltik asit ve alkalilerde ve saf alkolde çözünmezler. Pepsin tripsin gibi enzimlere dirençlidirler, yani sindirilmeyizler. Hayvansal kaynaklıdır. Boynuz, kıl ve tırnaklarda bulunan, **keratin**, bağ doku, kemik , kıkırdak ve tendolarda bulunan **kollagen**, ligament ve öbür esnek dokularda bulunan **elastin** bu basit proteinlerin önemli örneklerindendir.

I- BASİT PROTEİNLER		Devam ➔
<ul style="list-style-type: none"> • Prolamin 	Gliadin (buğday) Zein (mısır) Hordein (arpa)	<ul style="list-style-type: none"> • Bitkisel kaynaklıdır. • Suda erimez. • Alkol ve nötr tuz çözeltilerinde erimez. • % 70 - 80'lik etanolde çözünür. • Lizin ve sistin amino asitleri yönünden fakirdir. • Prolin'den zengindir.
<ul style="list-style-type: none"> • Protamin 	Skombrin (uskumru) Salmin (som balığı) Klüpein (ringa balığı)	<ul style="list-style-type: none"> • Balık spermalarından elde edilmiştir. • Suda çözünürler. • Seyreltik asit ve alkalilerde çözünür. • Amonyum hidroksitte çözünür. • Isı ile pıhtılaşmaz. • Triptofan, tirozin ve kükürtlü amino asitleri kapsamazlar. • Arjinin yönünden zengindirler. • Molekül ağırlığı 30.000 kadardır.
<ul style="list-style-type: none"> • Histon 	Timohiston (bez doku.) Globin (hemoglobin) Skombron (uskumru)	<ul style="list-style-type: none"> • Suda erir. • Seyreltik asit ve alkalilerde erir. • Seyreltik amonyakta çöker. • Isı ile pıhtılaşmaz. • Kuvvetli bazik amino asitler yönünden zengindir. • Arjininden zengindir. • Molekül ağırlığı 30.000 civarındadır.
<ul style="list-style-type: none"> • Skleroprotein (Albuminoidler) 	Keratin (boynuz, kıl) Kollagen (tendo) Elastin (ligament)	<ul style="list-style-type: none"> • Hayvansal kaynaklıdır. • Suda erimezler • Tuz çözeltilerinde erimezler. • Sulu asit ve alkalilerde erimezler. • Alkolde çözünmezler. • Keratin sindirilmez, kollagen sindirilir.

Tablo 151- Proteinlerin sınıflandırılması ve türleri 2.

-
Kollagen, bağ doku, kemik ve kıkırdağın proteinli maddesidir. Organizma proteinlerinin yarısından çoğunu oluştururlar. Sıcak suda, sulu asit ve alkalilerde kaynatmakla **jelatin** meydana getirirler. Buda suda kolay çözünür ve enzimler tarafından parçalanabilir, dolayısıyla sindirilebilir.

Elastin, ligament, arter ve öbür esnek dokularda bulunur. Bir çok bakımdan kollagene benzerler. Yanlız jeletin vermezler. enzimler tarafından parçalanmazlar ve sindirilmezler.

Keratin, kıl, saç, yün, boynuz, tırnak gibi epidermal dokunun proteinli maddesidir. Kükürtlü amino asitlerden çok zengindir. Çözünmez ve sindirilmezler.

6.8.2- Bileşik (Konjuge) Proteinler.

Hidrolize edildiklerinde amino asitlerden başka prostetik grup olarak değişik nitelikteki kimyasal maddelerde veren proteinlerdir. Prostetik grubun kimyasal yapısına göre 6 gruba ayrılır.

6.8.2.1- Fosfoproteinler.

Prostetik grup olarak fosfat taşıyan proteinlerdir. Fosforik asit protein molekülüyle, serin, treonin ve tirozin gibi OH grupları taşıyan amino asitlerin OH grupları üzerinden bağlanır. Sütteki **kazein**, yumurtada bulunan, **vitellin**, **livetin** ve **fosvitin**, balık yumurtasında bulunan **ihutul** en önemli fosfoproteinlerdir.

6.8.2.2- Glikoproteinler.

Prostetik grup olarak karbonhidratları taşıyan proteinlerdir. Genellikle karbonhidrat oranı % 4'den az olanlara **glikoprotein**, % 10-20 arasında değişenlere, **mükoprotein**, karbonhidrat oranı proteinden fazla olanlara **mükoid** adı verilir.

Belirli kan plazması proteinleri örneğin **transferrin**, **seruloplazmin**, kemikteki **osseomükoprotein**, tendolardaki, **tendomükoprotein**, kıkırdaktaki, **kartilagomükoprotein**, tükürükteki, **müsin** prostetik grupları karbonhidrat olan proteinlerdir.

6.8.2.3- Lipoproteinler.

Prostetik grup olarak fosfolipid, trigliserit, kolesterol gibi lipidleri taşıyan proteinlerdir. Lipoproteinlerin ilginç bir özelliği önemli oranlarda lipid kapsamalarına karşın suda kolay çözünmeleridir. Bu özelliklerinden dolayıda kanda lipidler proteinlere bağlanmak suretiyle taşınırlar.

Serumda bulunan **şilomikronlar**, **lipalbumin**, β 1 ve β 2 **lipoproteinler** ile yumurta sarısında bulunan **lipovitellin** birer lipoproteindirler.

6.8.2.3- Metalloproteinler.

Metalik atomları prostetik grup olarak bulunduran proteinlerdir. Metal bazılarında doğrudan proteine bağlanmıştır. **Ferritin**, **siderofilin**, **hemosiderin**, **seruloplazmin**, **hemosiyanin** gibi. Bazılarında ise, metal önce porfirin gibi bir organik madde içine katılmış, o organik maddede proteinlerle birleşmiştir. **Hemoglobin**, **myoglobin**, **sitokromlar** gibi.

II- BİLEŞİK (KONJUGE) PROTEİNLER		
<ul style="list-style-type: none"> • Fosfoproteinler 	<p>Kazein (süt) Vitellin (yumurta sarısı) Livetin (yumurta) Fosvitin (yumurta) İhtülin(balık yumurtası)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prostetik grup olarak fosforik asit taşıyan proteinlerdir. • Fosforik asit, Protein molekülündeki serin, treonin ve tirozin'in OH gruplarına bağlanmıştır.
<ul style="list-style-type: none"> • Glikoproteinler (Mükoproteinler) 	<p>Seruloplazmin(plazma) Transferrin (plazma) Osseomükoprotein (kemik) Tendomükprotein (tendo) Kartilagomükoprotein (kıkırdak) Müsin (tükürük)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prostetik grup olarak karbonhidrat taşıyan proteinlerdir. • Karbonhidrat oranı % 4'den az ise glikoprotein adını alırlar. • Karbonhidrat oranı %10-20 arasında ise mükoprotein adını alırlar. • Karbonhidrat oranı çok, protein oranı daha az olursa mükoid adını alırlar.
<ul style="list-style-type: none"> • Lipoproteinler (Proteolipid) 	<p>Şilomikron (serum) Lipalbumin (serum) β₁-lipoprotein (serum) β₂-lipoprotein (serum) Lipovitellin (yumurta sarısı)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prostetik grup olarak fosfolipid, trigliserit, kolesterol gibi lipidleri taşıyan proteinlerdir. • Suda kolay çözünürler. • Lipidler suda çözünemedikleri için kanda proteinlere bağlanarak lipoprotein şeklinde taşınırlar.
<ul style="list-style-type: none"> • Metalloprotein 	<p>Ferritin Karbonhidraz eritrokuprein siderofilin hemosiderin seruloplazmin Hemosiyenin</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prostetik grup olarak metal taşıyan proteinlerdir.
<ul style="list-style-type: none"> • Nükleoprotein 	<ul style="list-style-type: none"> • AYRICA ANLATILACAK 	
<ul style="list-style-type: none"> • Kromoprotein 	<ul style="list-style-type: none"> • AYRICA ANLATILACAK 	

6.8.3- Türev Proteinler.

İlk iki protein grubunda yer alan çeşitli proteinlerin belirli etkilerle değişmeleri sonu oluşan proteinlerdir. İki alt grupta incelenirler.

6.8.3.1- Primer Türev Proteinler.

Suda erimeyen bu proteinler, peptid bağlarına dokunmadan asit, baz ve diğer kimyasal etkilerle protein moleküllerini değiştirebilen faktörlerin ürünüdürler. Isı da aynı etkiyi gösterebilir. Böyle proteinlere **denatüre proteinler** denir. Seyreltik asitler ve enzimlerin etkisiyle oluşanlara **protean**, asit ve alkalilerin sürekli etkisiyle oluşanlara, **metaprotein**, kaynatma, çalkalama, UV ışınları ve etanol etkisiyle oluşanlara **pıhtılaşmış protein** veya **koagüle proteinler** adı verilir.

6.8.3.2- Sekonder Türev Proteinler.

Peptid bağlarını kısmen yıkan asit veya enzimlerin etkileriyle oluşan proteinlerdir. Bu şekilde peptid bağlarının parçalanması ile, protein molekülleri gitgide daha küçük parçalara bölünürler. Böyle bir parçalanmada büyük parçalara **proteoz (albümoz)** küçük parçalarda **pepton** adı verilir. Daha küçük zincirler de **polipeptidler** ve **peptidler** denir.

6.9- NÜKLEOPROTEİNLER.

Nükleoproteinler, bileşik proteinlerin çok önemli bir grubunu oluştururlar. Nükleoproteinler, prostetik grubu nükleik asitler olan proteinlerdir. Bunun için nükleik asitleri incelemekte fayda vardır.

6.9.1- Nükleik Asitler.

Kıtsal nitelikleri olan, genleri taşıyan ve protein biyosentezinde anahtar özellik gösteren maddelerdir. Her canlı hücrenin yapı taşıdır.

İlk olarak hücre çekirdeğinden izole edildiklerinden **nüklein** veya **nüklein maddesi** adı verilmiştir. Hücrenin parçalanması dahil her özel biyolojik olayın nükleik asitlerle ilgisi vardır.

Nükleik asitlerin yapısında üç madde bulunur. **azotlu baz, pentoz** ve **fosfat**.


Azotlu baz, purin veya pirimidin bazlarıdır.

Pentoz, olarakta riboz veya dezoksi riboz bulunur.

Tablo 154'de de görüldüğü gibi bu üç madde bu sırayla bağlanmış durumdadır. Bu yapıya **nükleotid** denir. Azotlu baz ve pentoz'dan oluşan ikili yapıya da **nükleosid** adı verilir. Nükleotid'in diğer bir adı da **MONONÜKLEOTİD**'dir. Bunun diğer bir adı da **nükleosid monofosfat**'tir. Dört mononükleotid birleşirse **tetranükleotid**'i oluşturur. Çok sayıda tetra nükleotid'de kendi aralarında birleşirse **NÜKLEİK ASİTLER** meydana gelir.

III- TÜREV PROTEİNLER		
<ul style="list-style-type: none"> • Primer Türev Proteinler =Denatüre Pro. =Koagüle Pro. 	Protean Metaprotein Pıhtılaşmış protein	<ul style="list-style-type: none"> • Peptid bağları yıkılmadan denatüre edici etkenlerle oluşurlar. • Suda erimezler.
<ul style="list-style-type: none"> • Sekonder Türev Proteinler 	Proteoz (albümoz) Pepton Peptid	<ul style="list-style-type: none"> • Proteinlerin çeşitli etkiler ile yıkılımı sonucunda oluşurlar. • Kaynatmakla çökelmezler. • Isı ile pıhtılaşmaz.

Tablo 153- Proteinlerin sınıflandırılması ve türleri 4.

NÜKLEOPROTEİNLER	
TARİFİ	<ul style="list-style-type: none"> • Prostetik grubu nükleik asitler olan proteinlere verilen addır.
ÖNEMİ	<ul style="list-style-type: none"> • Nükleoproteinler kalıtım ile doğrudan ilgilidir. • Nükleoproteinler kromatinin temel maddesi olmaları nedeni ile, hücre bölünmesinde, üremesinde ve kalıtsal faktörlerin naklinde önemli rol oynarlar.
NÜKLEİK ASİTLER	
<p style="text-align: center;"> nükleosid  nükleotid MONONÜKLEOTİD (Mononükleotid)_n = NÜKLEİK ASİT </p>	

Tablo 154- Nükleoproteinler ve nükleik asitler.

Mononükleotid'lerin, ya da başka bir deyişle, fosfat-pentoz ve azotlu bir bazdan oluşan bir nükleotid'in birbirleri ile birleşmeleri, pentoz ve fosfat aracılığı ile olur. Bunun şematize edilmiş bir şeklini, Tablo 155'de ve DNA ile RNA'nın tetranükleotid yapısını gösteren formülü de Tablo 156 ve 157'de görüyorsunuz.

Bağlantıda 1. nükleotid'deki pentoz'un 3. karbonun -daki OH grubu ile, 2. nükleotid'deki fosfatın esterleşmesi ile gerçekleşir. Aynı şekilde 2. nükleotid'in pentozu ile 3. nükleotid'in fosfatı esterleşir. Bu bağlantı böylece yerine göre yüzlerce nükleotid'in yani "n" sayıdaki nükleotid'in birleşmesiyle devam eder ve **nükleik asitler** oluşur.

Bir nükleotid'deki fosfat ile pentoz'un birleşmesi, pentozun 5. karbon atomundaki birincil alkol (CH₂OH) grubunun fosfat ile aralarından bir mol H₂O çıkması sonu esterleşmeleri ile gerçekleşir. Pentoz'un, azotlu bazla bağlanması ise pentozun birinci karbonu üzerinden sağlanır.

Görüldüğü gibi bir nükleotid'in yapısında pentoz ortada yer almakta, 1. karbonu ile azotlu bazla, 5. karbonu ile fosfatla bağlanırken 3. karbon atomu ile de bir sonraki nükleotid'in fosfatı ile bağlanmaktadır.

Bir nükleotid de bulunan azotlu bazlar yukarıda da belirttiğimiz gibi **pürin** ve **pirimidin bazlar**'dır. Bunların formülleri Tablo 155'de görülmektedir.

Nükleotid de bulunan pürin bazları **adenin** ve **guanin**'dir. Bunların dışında seyrek olarak nükleik asitin çeşitine göre her iki pürin'inde **metil-**, **dimetil-**, ve **N-metil-** türevlerine de rastlanır. Bunların bazı örnekleri, **1-metil adenin**, **N-6-metil adenin**, **N-2-dimetil guanin**, **5-hidroksimetil urasil** olarak verilebilir.

Nükleotid'lerde, dolayısıyla nükleik asitlerde en çok bulunan pirimidin bazlarında, **sitozin**, **urasil** ve **timin**'dir.

Sitozin her iki nükleik asitte yani DNA ve RNA'da bulunduğu halde, **urasil** ribonükleik asitte (RNA), **timin** ise sadece dezoksiribonükleik asitte (DNA) bulunur.

Bunlardan başka yine az da olsa nükleik asitin çeşidine göre **5-metil sitozin**, **5-hidroksimetil sitozin**'de nükleik asitlerin yapılarında yer alır. 5-metil sitozin, hayvansal kaynaklı DNA'da eser, fakat bitkisel kaynaklılarda büyük miktarlarda bulunur.

Hücreler purin ve pirimidin bazları sentez etme yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle bunların besinlerle alınmaları şart değildir. Ancak zaman zaman hücre nükleik asitlerin sentezinde eksojen purin ve pirimidin bazlardanda yararlanır.

Nükleik asitler, DNA ve RNA adlarını yapılarında bulunan pentozdan alırlar. Şayet **dezoksiriboz** bulunuyorsa, **dezoksiribonükleik asit (DNA)**, **riboz** bulunuyorsa **ribonükleik asit (RNA)** adını alırlar.

Nükleotidlerin bağlanması:

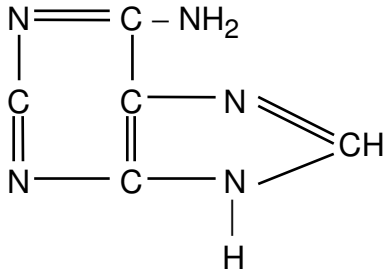
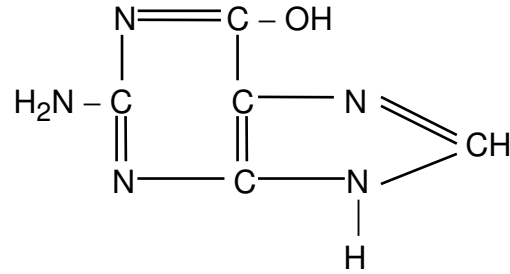
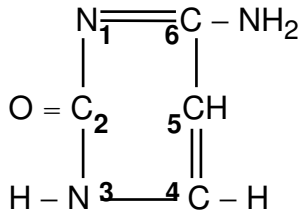
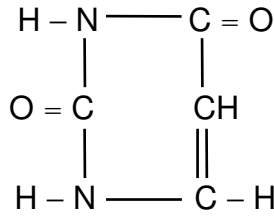
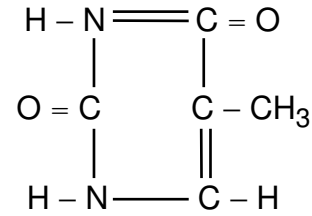
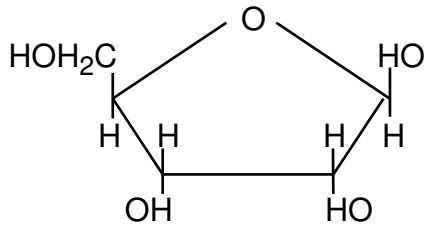
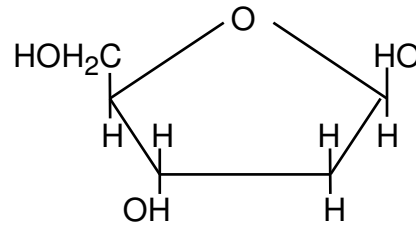
Fosfat – Pentoz – Azotlu baz

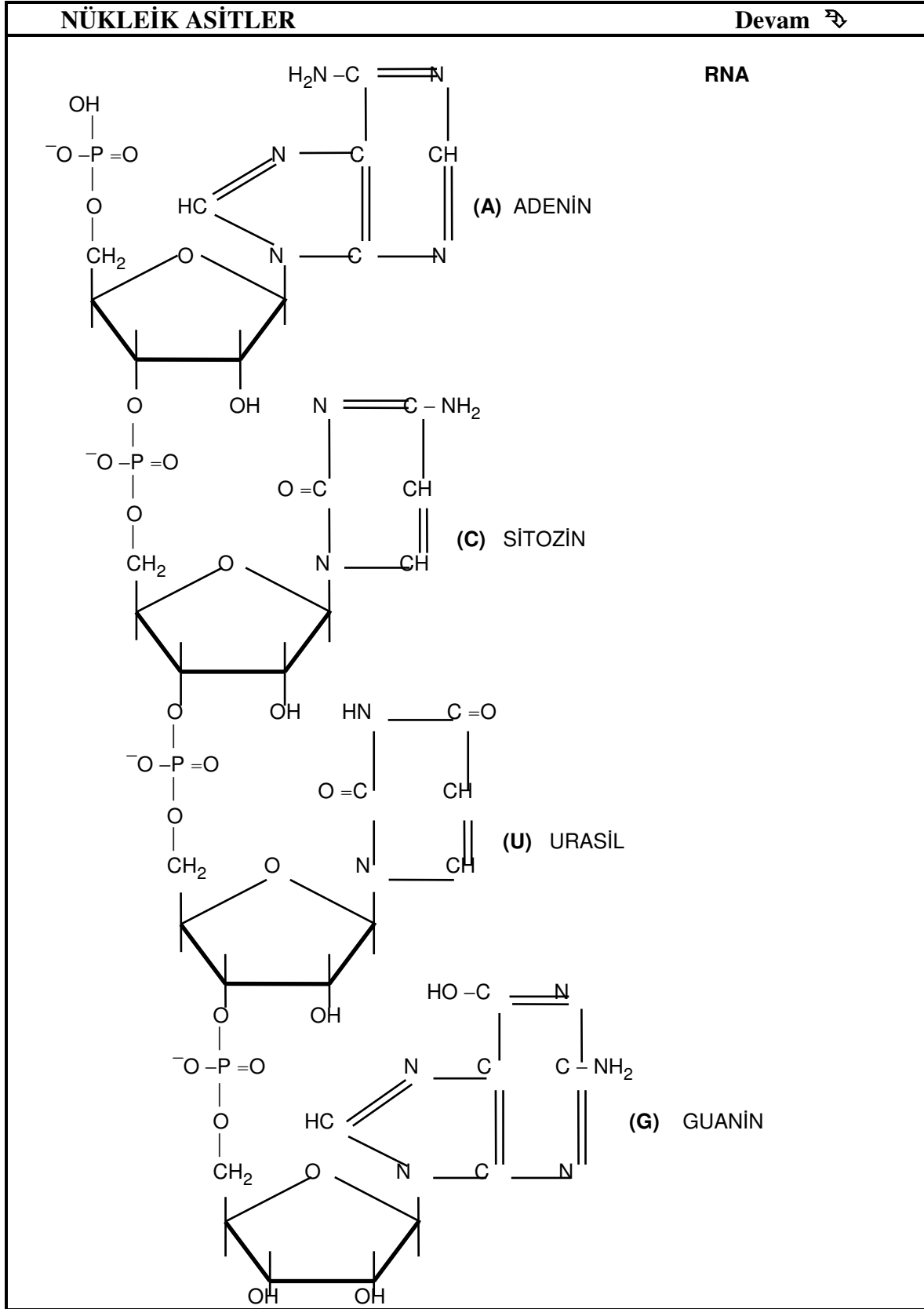
Fosfat – Pentoz – Azotlu baz

Fosfat – Pentoz – Azotlu baz

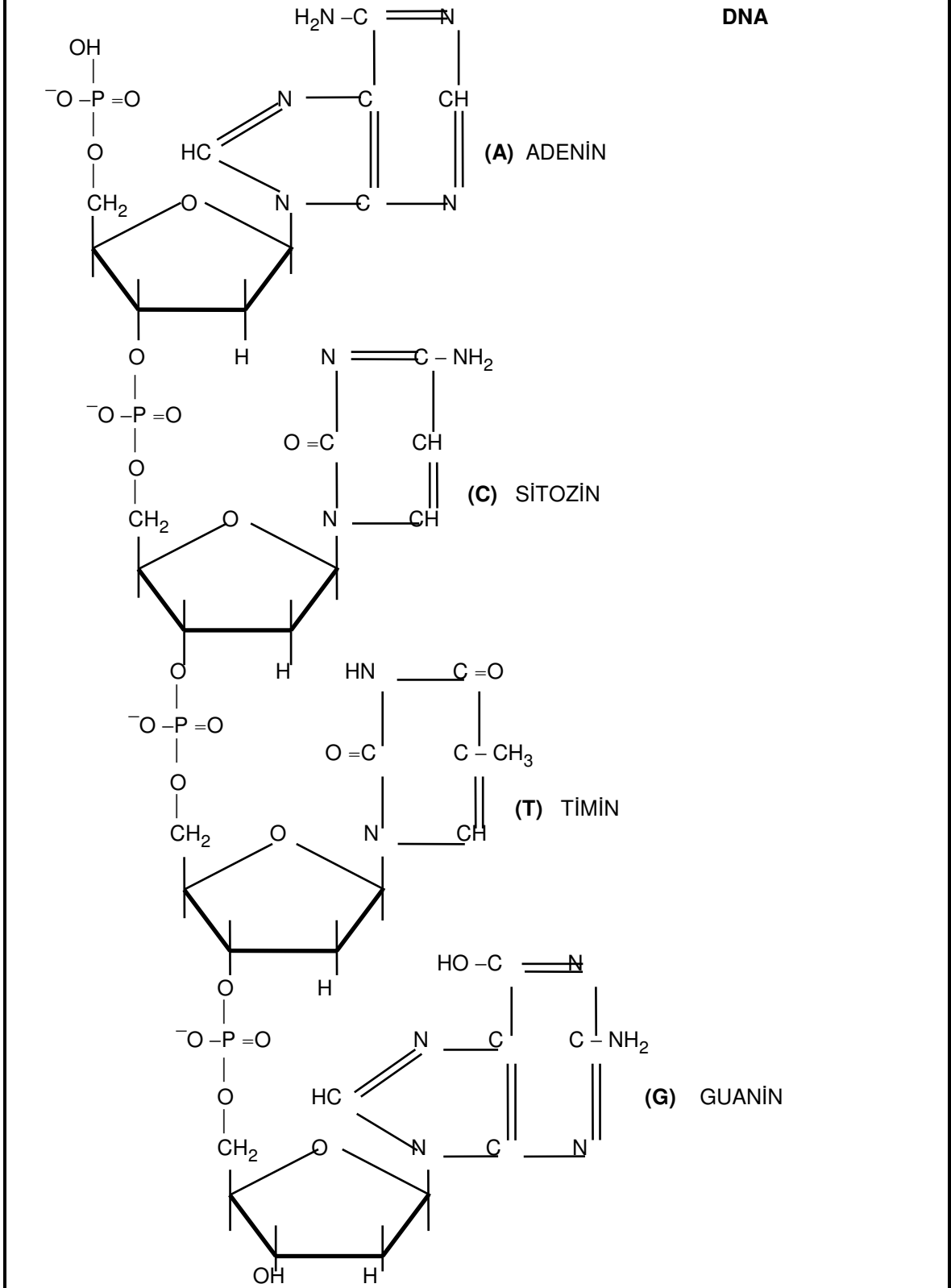
Fosfat – Pentoz – Azotlu baz

Fosfat – Pentoz – Azotlu baz

Adenin (A)
(T.155-1)Guanin (G)
(T.155-2)**Purin bazları**Sitozin (S)
(T.155-3)Urasil (U)
(T.155-4)Timin (T)
(T.155-5)**Pirimidin bazları**Riboz
(T.155-6)Dezoksiriboz
(T.155-7)**Pentoz (Şeker)****Tablo 155- Nükleik asitler ve yapılarında yer alan azotlu bazlar ve pentozlar.**



Tablo 156 - RNA'nın tetranükleotid'i.



Tablo 157 - DNA'nın tetranükleotid'i.

6.9.2- Biyolojik Yönden Önemli Serbest Nükleotidler.

Nükleotidler, nükleik asitlerin yapılarında bulunma -nın yanı sıra, nükleotidler veya nükleotidlere yakın yapıda olan birçok maddeler, dokularda serbest halde bulunur. Bu maddelerin çoğunun katalitik görevleri vardır ve enzim sistemleri ile birlikte görev yaparlar.

Azotlu baz, pentoz ile birleştiğinde **nükleosid** oluşturduğunu bir kaç sayfa önce yazmıştık. Burada azotlu baz **adenin**, pentoz da **riboz** ise **adenozin** adı verilen yapı meydana gelir. Adenozin'de bir molekül fosfat ile birleşirse **adenozin monofosfat (AMP)** adı verilen **nükleotid** oluşur. Adenozin monofosfat'a **adenilik asit** adı da verilir.

Benzeri şekilde meydana gelen, nükleosidler ve nükleotidler isimlerini yapılarında bulunan bazlardan alırlar. Örneğin meydana gelen nükleosidler'de guanin bulunana **guanozin**, sitozin bulunana, **sitidin**, urasil bulunana **uridin**, timin bulunana **timidin** adı verilir.

Yukarıdaki yapıların fosfatla birleşmesi sonunda, meydana gelen nükleotidler'de adenin bulunana **adenilik asit** veya **adenozin monofosfat (AMP)**, guanin bulunana **guanilik asit** veya **guanozin monofosfat (GMP)**, sitozin bulunana **sitidilik asit** veya **sitidin monofosfat (CMP)**, urasil bulunana **uridilik asit** veya **uridin monofosfat**, timin bulunana **timidilik asit** veya **timidin monofosfat (TMP)** adı verilir.

Adenilik asit veya adenozin monofosfat da denen nükleotid'e bir molekül fosfat daha bağlanırsa **adenozin difosfat (ADP)**, üçüncü bir fosfat daha bağlanırsa, **adenozin trifosfat (ATP)** meydana gelir.

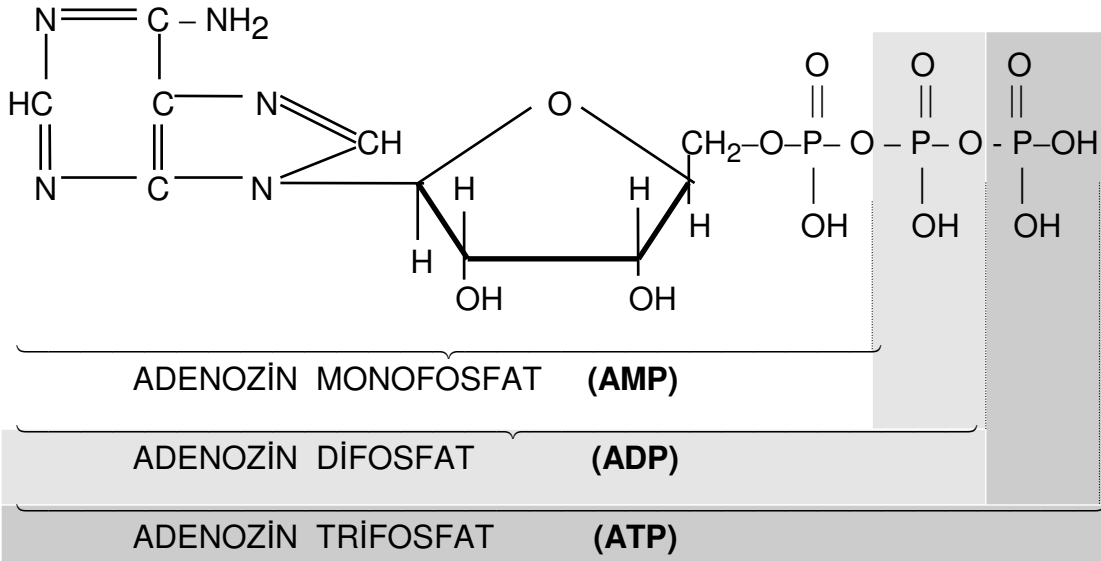
Adenozin trifosfat, kimyasal reaksiyonların başlıca enerji kaynağıdır. ATP, serbest halde bulunan nükleotidler'dendir. Flavinli enzimlerin, ko-enzimi olarak görev yapar. ATP'yi oluştururken fosforik asitlerin birbirine bağlanmaları **endoterm** yani enerji harcanmasını gerektiren bir olaydır. Bu fosfatlar ATP'den ayrılırken ise, enerji serbest hale geçer.

Tablo158'de yaşam yönünden önemli biyokimyasal reaksiyonların pek çoğunda katalitik aktiviteyi sağlayan çeşitli serbest nükleotid'ler ve ko-enzimlerin yapıları verilmiştir.

Bunlardan ilk üçünün yani, AMP,ADP ve ATP'nin yapılarını yukarıda detaylı olarak gördük. Dokuzuncuya kadar diğerlerinin yapısına da şöyle bir bakarsak, hepsinde azotlu baz, pentoz ve fosfat yani en az bir nükleotid'in olduğunu görürüz.

Bunlardan NAD. NADP, FMN ve FAD biyolojik oksidasyonlarda rolü olan ve yapı bakımından nükleotidlerle ilgisi bulunan ko-enzimlerdir. UDP-G, galaktoz-1-fosfat'ın, glukoz-1-fosfat'a çevrilmesine katılan ko-enzimdir.Koenzim A ise, çeşitli asetilleşme olaylarına katılan bir ko-faktördür.

NÜKLEOTİDLER



ÖNEMLİ SERBEST NÜKLEOTİDLER:

- 1- **AMP** (Adenosin Monofosfat = Adenilik asit) **Adenin – Riboz – PO₄**
- 2- **ADP** (Adenosin difosfat) **Adenin – Riboz – PO₄ – PO₄**
- 3- **ATP** (Adenosin trifosfat) **Adenin – Riboz – PO₄ – PO₄ – PO₄**
- 4- **NAD** (Nikotinamid Adenin Dinükleotid)
Adenin – Riboz – PO₄ – PO₄ – Riboz – Nikotinamid
- 5- **NADP** (Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat)
Adenin – Riboz – PO₄ – PO₄ – Riboz – Nikotinamid
|
PO₄
- 6- **FMN** (Flavin Mononükleotid) **Flavin – Ribitol – PO₄**
- 7- **FAD** (Flavin Adenin Dinükleotid)
Flavin – Ribitol – PO₄ – PO₄ – Riboz – Adenin
- 8- **UDP-G** (Uridin difosfat - Glukoz) **Urasil – Riboz – PO₄ – PO₄ – Glikoz**
- 9- **Koenzim A** = **Adenin – Riboz – PO₄ – PO₄ – Pantotenat tiyoletilamin**
|
PO₄

Azotlu baz	Nükleosid	Nükleotid	Simgesi
Adenin	Adenosin	Adenilik asit	AMP
Guanin	Guanosin	Guanilik asit	GMP
sitozin	Sitidin	Sitidilik asit	CMP
Urasil	Uridin	Uridilik asit	UMP
Timin	Timidin	Timidilik asit	TMP

Tablo 158 - Biyolojik yönden önemli serbest nükleotidler.

6.9.3- Nükleik Asitlerin Yapı ve Görevleri.

Hayvansal dokularda hem DNA hem de RNA yaygın bir biçimde bulunur. DNA nükleusta daha çok bulunmakla beraber çok sayıda RNA'da bulunur. Sitoplazmanın başlıca nükleik asit fraksiyonu, RNA'dır. Sitoplazmada RNA genellikle mitokondriler ve ribozomlarda yer alır.

6.9.3.1- Dezoksiribonükleik Asit (DNA).

DNA'nın yapı taşları daha öncede yazdığımız gibi, fosfat, dezoksiriboz ve adenin (A), guanin (G), sitozin (C), timin (T) gibi pürin ve pirimidin bazlarıdır. Aralarındaki fark nükleotidlerin yapısında yer alan pürin ve pirimidin bazların cins ve sıralanışından kaynaklanır.

Bir DNA molekülünde üç yapı bulunur. Birinci yapı, belli türlerden ve belli sayıdaki nükleotidlerin bir diziliş sırasına göre Tablo 155-156 ve 157'de görüldüğü gibi polinükleotid zincirleri oluşturmasıdır.

İkinci yapı, Tablo 159'da T.159-2'de görüldüğü gibi, iki polinükleotid zincirinin karşılıklı yer almasından meydana gelir. Bu iki zincir birbirine azotlu bazlar arasında H köprüleriyle birleşir. Ancak bu bağlantıda karşılıklı bazlarında uygun olması gereklidir. Daima **adenin timin'e (A-T), guanin sitozin'e (G-C)** karşı bulunur. Bir DNA'da adenin ile timin veya guanin ile sitozin daima ekimolar yani eşit oranda bulunduğu halde, (A+T) / (G+C) oranı değişebilir.

T.159-2'de görülen üçüncü yapıda iki polinükleotid sarmallaşmış başka bir deyişle çift spiral oluşmuştur. Yapıyı oluşturan yasalar burada da aynıdır. Yine aynı azotlu bazlar karşılıklı gelir ve iki zincir h köprüleriyle birleşir.

DNA'nın organizmada 2 temel görevi vardır.

1-Genetik haberi taşımak.

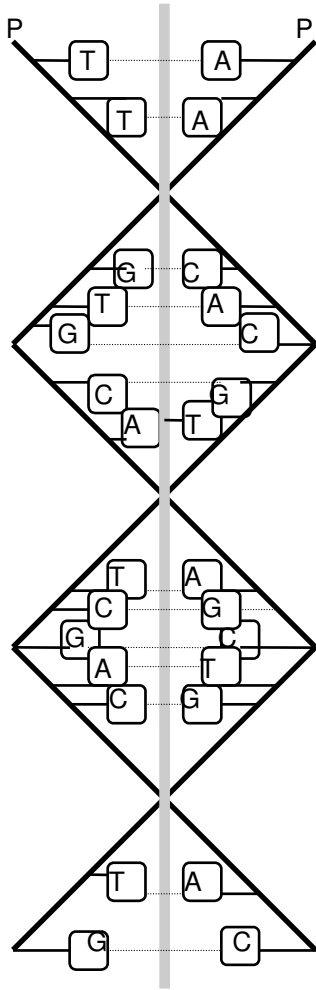
2-Eşleşme (replikasyon) yeteneğine sahip olmak.

Hücre bölünmesinde genetik unsurlar, tamamıyla ve değiştirilmeksizin yavruya verilir. Yeni bir DNA molekülünün meydana gelebilmesi (DNA replikasyonu) için çift sarmalın yani üçüncü yapının bozulup ikinci yapının meydana gelmesi lazımdır. Bu şekilde ayrılan DNA şeritleri, yeni oluşacak DNA şeritleri için, adeta bir kalıp meydana getirir. Bu kalıp karşısında ancak ve sadece bu şeridin kendisinden ayrıldığı eş şeridin yapısına benzer bir DNA şeridi oluşabilir. Çünkü kalıp olarak adlandırdığımız DNA şeridi içerisinde yer alan azotlu bazlar ancak kendi sırasına uygun azotlu bazlar ile eşleşebilir. Böyle bir eşleşmenin oluşumunu Tablo 159'de T.159-3'de görmekteyiz. Burada meydana gelen şeritler, baz sıralaması yönünden ebeveynin çift şeridine tümüyle benzediği ve çift şeritlerden herbiri bir ebeveyn şeridi içerdiği için replikasyona **semikonservatif eşleşme** denir.

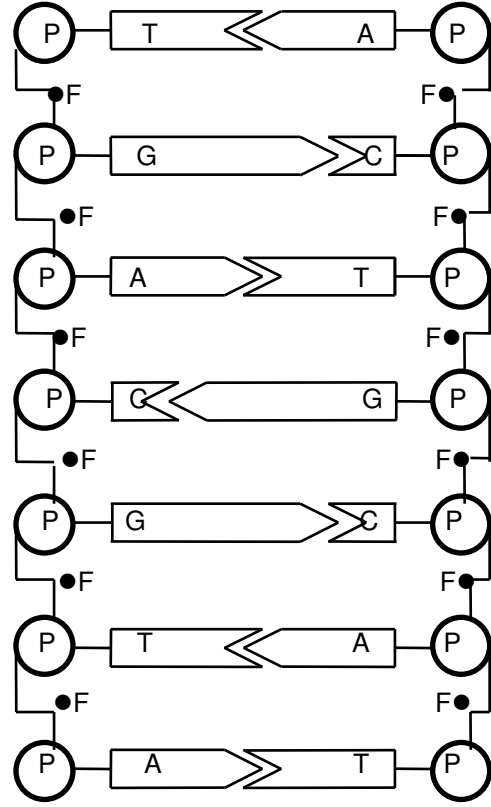
DNA molekülünde birbiri üzerinde yer alan 3 azotlu baz bir amino asidi kodlar ve buna **kodon** adı verilir.

DNA'nın YAPISI

Üçüncü yapı (T.159-1)



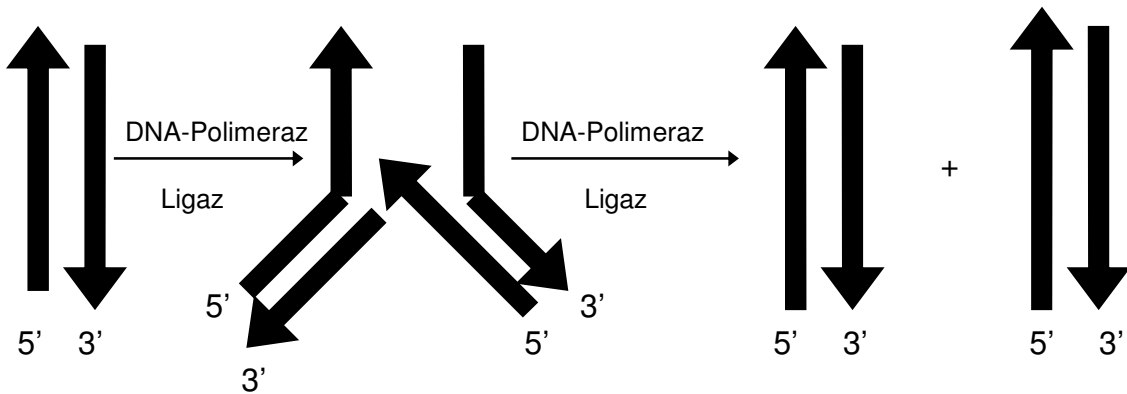
İkinci yapı (T.159-2)



P= Pentoz F= Fosfat

A= Adenin T= Timin G= Guanin C= Sitozin

HÜCRE BÖLÜNMESİNDE EŞLEŞME (REPLİKASYON): (T.159-3)



6.9.3.2- Ribonükleik asit (RNA).

RNA'ların oluşabilmesi için, primer (birincil) DNA'lara gereksinim duyulur. RNA yapısının DNA yapısından farkı dezoksiriboz yerine riboz bulunmasıdır. RNA yapısının bir diğer farkı da DNA zincirinde adenin bazlarının eş zincirinde yer alan timin'le hidrojen bağı oluşturmasına karşılık RNA'da timin'in yerini **urasil** almasıdır. Hücre içerisinde değişik amaçlar için kullanılan başlıca 3 tip RNA vardır. Bunlar **m-RNA**, **t-RNA** ve **r-RNA** dır.

m-RNA (Haberci = Elçi = Messenger RNA).

Daha önceki konularda bahsetmiştik, proteinler amino asitlerin peptid bağları ile birleşmeleriyle oluşurlar. Amino asitlerin farklı dizilişi ve farklı sayılarda oluşu, binlerce farklı protein molekülünün meydana gelmesini sağlar. Proteinlerin amino asitlerinin diziliş sırasını da DNA'lar belirler. Bir DNA'nın polinükleotid zincirinde bulunan her üç azotlu baz, bir amino asidi kodlar. İşte nükleustaki DNA'lardaki azotlu bazların diziliş sırası genetik haberi oluşturur.

Protein biyosentezinde ilk koşul DNA'lardaki genetik haberin, ribozomlarda protein sentezinin meydana geldiği yere taşınmasıdır. Bunu m-RNA'lar gerçekleştirir. DNA'nın genetik haberi için, DNA'nın baz sırasının RNA'nın baz sırasını temsil etmesi sağlanır.

Protein sentezi için gerekli genetik haberi ve DNA kısmını temsil eden bir RNA kalıbı oluşur. Sitoplazmada yerleşir. Orada ribozomlara bağlanarak m-RNA adını alır. m-RNA'nın baz sırası meydana gelen proteinin amino asit sırasını belirler. Amino asit kodu virüsler dahil hayatın şimdiye kadar araştırılmış tüm şekilleri için geçerlidir.

r-RNA (Ribozomal RNA).

İkinci RNA tipini, stoplazmanın endoplazmik retikulumunun ribozom denen elementinde yer alan r-RNA oluşturmaktadır. Ribozomların büyük kısmını RNA meydana getirmektedir. r-RNA'nın gerçek görevinin ne olduğu tam olarak bilinmemektedir.

t-RNA (Taşıyıcı = Transfer RNA).

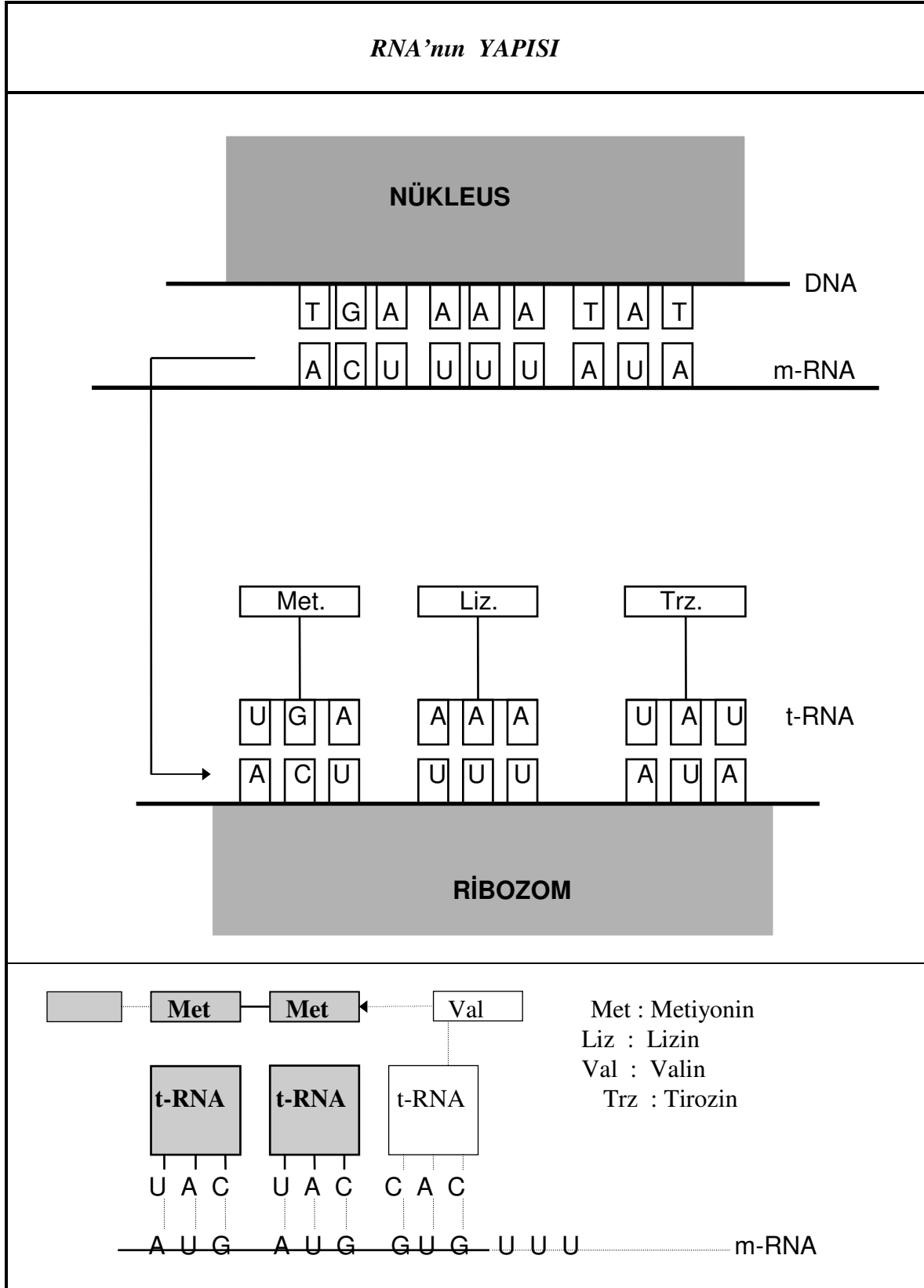
Bunlar özel amino asitlerle birleşme ve onları ribozomlara nakletme yeteneğinde olan RNA molekülleridir. t-RNA'ların 3 önemli özelliği vardır.

1-Özel bir amino asidi kovalent olarak bağlayabilir.

2-Kendi yapıları içerisinde m-RNA kodundaki amino asidi tamamlayan ve bu nedenle **antikod** denen üçlü bir koda sahiptirler.

3-m-RNA'nın kodu, ile t-RNA'nın antikodunu temsil eden bazlardan ilk ikisinin birleşmesi DNA'daki prensibe göre olur.

RNA'nın YAPISI



Tablo 160 - RNA'nın yapısı ve t-RNA, m-RNA

6.10- KROMOPROTEİNLER.

Prostetik grubu porfirinler gibi renkli maddeler olan konjuge proteinlerdir.

Hemoglobin ve solunum enzimleri prostetik grubu **hem** olan kromoproteinlerdir. Yine prostetik grubu **riboflavin** olan flavoproteidler, prostetik grubu **melanin** olan siyah saç ve yünde bulunan proteinli maddelerde kromoproteindirler. Katalaz enzimi de prostetik grubu **hem** olan kromoproteindir.

Hem maddesini prostetik grup olarak taşıyan kromoproteinlere **hemoproteidler** adı verilir. Hemoglobin, myoglobin, stokromlar ve peroksidazlar birer hemoproteiddirler.

Hem maddesi genelde demir taşıyan **porfirin** kompleksidir. Bunun için önce **porfirinler**'i incelemekte yarar vardır.

6.10.1- PORFİRİNLER.

Tablo 161'da T.161-1 gördüğünüz **pirol** halkası porfirinlerin ilk ve en basit temel maddesini oluşturur.

Eğer bu pirol halkasına aynı Tablo da T.161-2' de görüldüğü biçimde piropiyonik asit, asetik asit veya metil, etil, hidroksi etil, vinil gibi yan zincirler eklenirse **porfobilinojen** denen yapı meydana gelir. Porfobilinojen'e **monopirol** de denir.

Dört **pirol** halkası = CH – köprüleriyle birbirine bağlanarak T.161-3'de görülen yapıyı oluşturursa buna **porfin** adı verilir.

Dört **porfobilinojen** halkası aynı şekilde = CH – köprüleriyle birbirine bağlanırsa işte o zaman **porfirinler** meydana gelir.

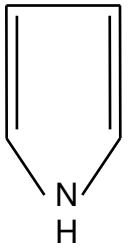
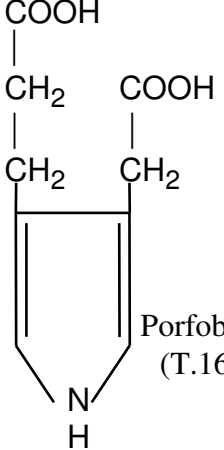
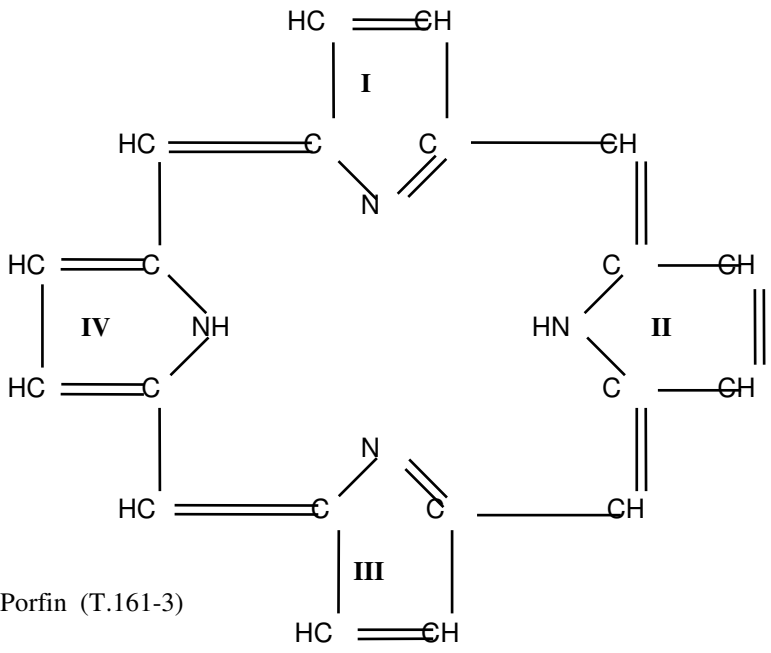
Bunun yapı ve formülünü de bir kaç sayfa sonra Tablo 163'de Hemoglobin'in formülüne bakarak daha iyi anlayabilirsiniz.

Başka bir deyişle **porfirinler**, yan zincir taşımayan 4 **pirol** halkasından kurulu kapalı bir yapı olan **porfin** maddesinin türevleri olarakta tarif edilebilirler.

Porfobilinojenler, porfirinlerin ön maddesi olarak kabul edilirler.

Porfin ve porfirin'de ki, pirol veya porfobilinojen halkaları romen rakkamlarıyla numaralandırılırlar ve düzlem üzerinde en üste olan halka "I" sayısını alır, sağda kalan "II" olarak, aşağıdaki "III" ve soldaki de "IV" olarak numaralandırılırlar.

Bu numaralandırma şekli özellikle safra rekli maddelerini anlatırken önem kazanacaktır.

KROMOPROTEİNLER	
TARİFİ	<ul style="list-style-type: none"> • Prostetik grup olarak porfirinler gibi renkli maddeler taşıyan proteinlerdir.
ÖNEMİ	<ul style="list-style-type: none"> • Prostetik grubu “hem” olan kromoproteinlerin en önemli örneği <i>hemoglobin</i>'dir. • Yine prostetik grubu <i>riboflavin</i> olan <i>flavoproteinler</i>, <i>melanin</i> olan saç ve yünde bulunan proteinler kromoproteindirler.
PORFİRİNLER	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Pirol halkası (T.161-1)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Porfobilinojen (T.161-2)</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Porfin (T.161-3)</p> </div>	

Tablo 161 - Kromoproteinler, 1- pirol, porfobilinojen, porfin.

Porfin, halkası oldukça karışık ve çizilmesi her seferinde zor olduğundan, Tablo 162'de T.162-1' de görüldüğü biçimde şematize edilmiş olarak gösterilir.

Porfirin, halkasını göstermek gerektiğinde de T.162-2'de görüleceği gibi her köşeye giren yan zincirlerin isimlerinin ilk harfleri yazılır.

Bir porfirin halkasına giren yan zincirler ve onları simgeleyen harfler aşağıdaki gibidir.

M : Metil - CH_3

E : Etil - C_2H_5

E - OH : Hidroksi etil - $\text{CHOH} - \text{CH}_3$

V : Vinil - $\text{CH} = \text{CH}_2$

A : Asetik asit - $\text{CH}_2 - \text{COOH}$

P : Propiyonik asit - $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

Porfirin halkasına T.162-2 ve 3'de görüldüğü biçimde 4 asetik asit, 4 propiyonik asit bağlanırsa **uroporfirinler** oluşur.

Uroporfirinler ilk kez idrardan izole edildikleri için bu adı almışlardır. Bunların iki izomeri vardır.

Uroporfirin I' de, asetik asit ve propiyonik asit 4 porfobilinojen halkasında da aynı sıra ile ve önce asetik asit (A), sonra propiyonik asit (P), şeklinde bağlanmışlardır.

Uroporfirin III' ün uroporfirin I' den farkı sadece IV numaralı halkadaki asetik asit ve propiyonik asitlerin yerlerinin değişmiş olmasıdır.

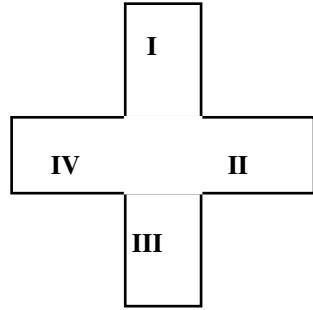
Uroporfirin I ve III' de ki asetik asit yan zincirinin dekarboksile olması yani asetik asit'in bir mol CO_2 kaybetmesi ile **koproporfirinler** meydana gelir.

Asetik asit'in CO_2 kaybetmesi ile metil yan zinciri oluşur. Korpoporfirin'in de 2 izomeri vardır.

Korpoporfirin I' de metil ve propiyonik asit yan zincirleri 4 porfobilinojen halkasında da aynı sıra ile ve önce metil (M) sonra propiyonik asit (P) şeklinde dizilmişlerdir.

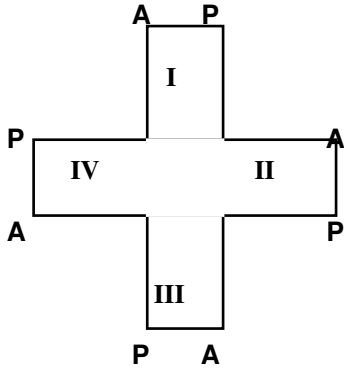
Korpoporfirin III' ün korpoporfirin I' den farkı sadece IV numaralı halkadaki metil ve propiyonik asitlerin yerlerinin değişmiş olmasıdır.

Korpoporfirin I ve III' ün şematize edilmiş yapı ve formülleri Tablo 162'de T.162-4 ve 5' de görülmektedir.

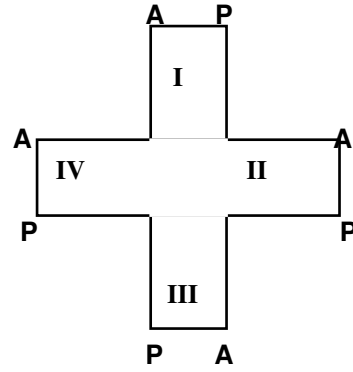


Basitleştirilmiş porfin halkası
(T.162-1)

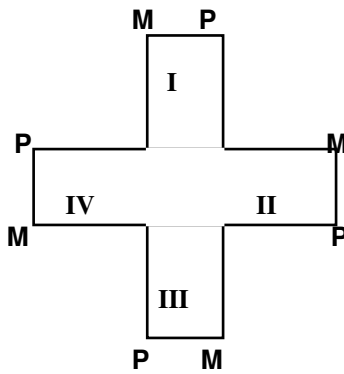
- M** : Metil - CH₃
- E** : Etil - C₂H₅
- E - OH** : Hidroksietil - CHOH - CH₃
- V** : Vinil - CH = CH₂
- A** : Asetik asit - CH₂ - COOH
- P** : Propiyonik asit - CH₂ - CH₂ - COOH



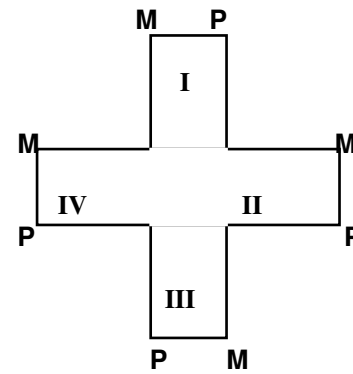
Üroporfirin I
(T.162-2)



Uroporfirin III
(T.162-3)



Koproporfirin I
(T.162-4)



Koproporfirin III
(T.162-5)

Tablo 162 - Porfirinler, Uroporfirin I ve III, Koproporfirin I ve III.

Porfirin halkasına yan zincir olarak birbirinden farklı 3 tip yan zincir bağlanırsa, bu tip porfirinlere genel olarak **tip 9** adı verilir. Bunlardan biri Tablo 163'de T.163-1'de yapı ve şematize edilmiş formülünü gördüğünüz **mezoporfirin 9**'dur.

Mezoporfirin 9'da I ve II numaralı halkalarda metil (M) ve etil (E) grupları yer alır. Etil grubu propiyonik asitin dekarboksile olması ile meydana gelmiştir. III ve IV numaralı halkalarda ise metil (M) ve propiyonik asitler (P) bulunur. Başka bir deyişle mezoporfirin tetra-metil, di-etil, di-propiyonik asitli porfin'dir.

Mezoporfirin 9'da ki iki etil (E) grubu, hidroksietil (E-OH) haline dönerse, **hemotoporfirin 9** meydana gelir. Yani hemotoporfirin 9, tetra-metil, di-hidroksietil, di-propiyonik asitli porfin'dir. Bunun da yapı ve şematize edilmiş formülünü T.163-2'de görmekteyiz. Hemotoporfirin 9'da ki hidroksi etil grupları yerine vinil (V) grupları girerse, **protoporfirin 9** meydana gelir. O halde protoporfirin 9 da tetra-metil, di-vinil, di-propiyonik asit porfin'dir.

Protoporfirin 9' a bir demir atomu eklenirse **HEM** maddesi meydana gelir. **Hem**'de protoporfirin 9 halkasının merkezine yerleşen Fe ferro şeklinde olup, 4 valansı, 4 pirol azotu ile koordine olduğundan, 2 koordinasyon grubu için yer kalır. Hem maddesine ait formülleri T.163-4 ve 5'de görmekteyiz.

6.10.2- Hemoglobin.

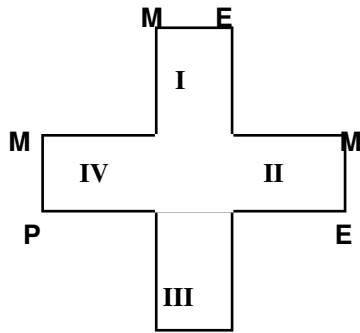
Hemoglobin prostetik grup olarak "hem" taşıyan kromoproteinlerdir. Dört "hem" grubunun, birbirine paralel bir şekilde ve peptid zincirine dik olarak globinle bağlanmalarıyla oluşmuşlardır. Molekül ağırlıkları 68.000 civarındadır. Ana karnındaki yavruda hemoglobin başlıca karaciğerde sentez edilir ve yetişkinlerin kemik iliğinde sentezlenen hemoglobininin farklıdır. Hemoglobin histidin yönünden zengindir ve kanda fazla bulunması nedeni ile de iyi bir tampondur. Hemoglobinin en önemli görevi **oksihemoglobin** oluşturmak suretiyle akciğerlerde atmosferik oksijen ile birleşerek oksijeni dokulara taşımaktır. Hemoglobindeki 4 hem grubundan her biri 1 molekül oksijen bağlayabilir. Hemoglobin CO₂ ile birleşirse **karbamino-hemoglobin** meydana gelir. CO ile birleşirse, **karboksihemoglobin** oluşur. oksi-, karbomino- ve karboksi-hemoglobinlerde Fe, iki değerlidir yani ferro durumundadır. Oksitleyici maddelerle tepkimeye girerse **methemoglobin** meydana gelir. Bazı anyonlarla da birleşebilir. Örneğin, siyanür ile birleşerek **siyan-methemoglobin** oluşturur. Oksihemoglobin H₂S ile muamele edilirse **sulfhemoglobin** meydana gelir.

6.10.3- Myoglobin.

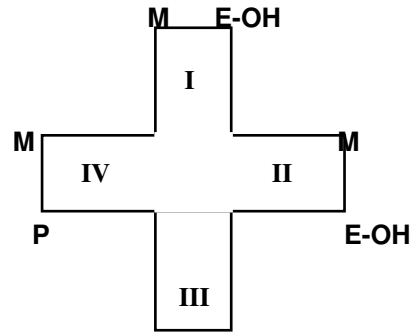
Hemoglobin molekülünün 1/4'ü büyüklüğündedir. Molekül ağırlığı yaklaşık 17.000 dir. Yani prostetik grup olarak 1 "hem" maddesi taşır. Görevi hemoglobinin dokulara getirdiği oksijeni tutmaktır.

PORFİRİNLER

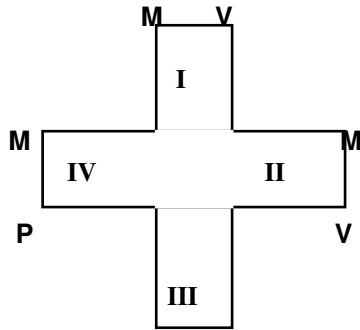
Devam ➡



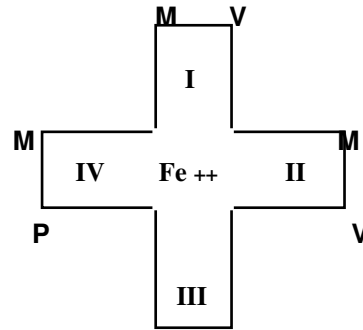
Mezoporfirin 9
(T.163-1)



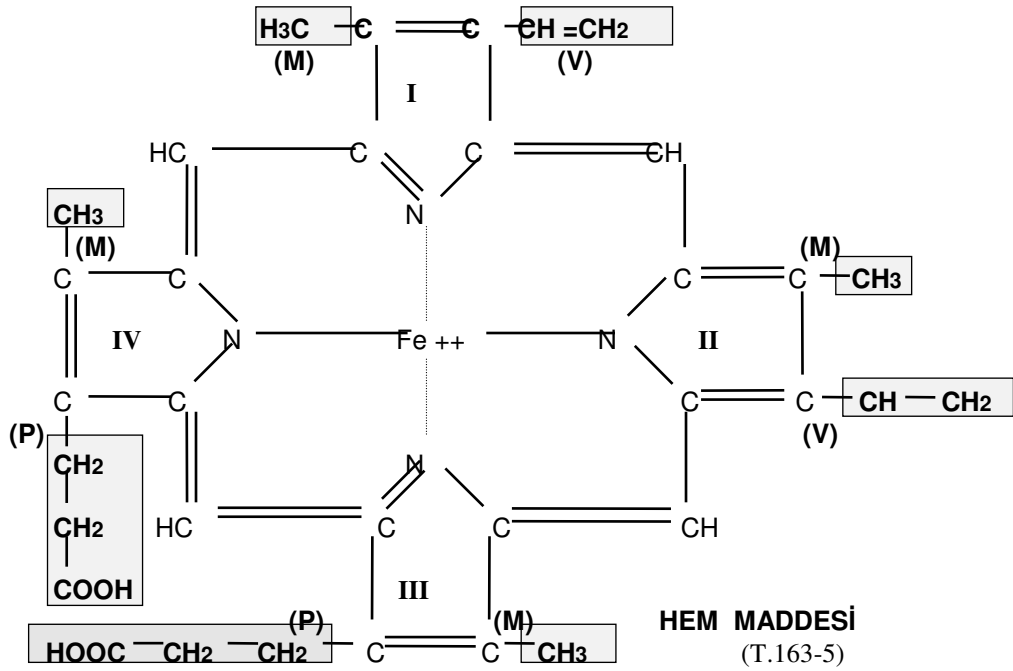
Hemotoporfirin 9
(T.163-2)



Protoporfirin 9
(T.163-3)



HEM
(T.163-4)



Tablo 163 - Porfirinler, mezoporfirin 9, hemotoporfirin9, protoporfirin 9 ve hem.

6.11-SAFRA RENKLİ MADDELERİ.

Eritrositlerin parçalanma ürünleri oldukları için safra asitlerinin başlıca kaynağı olarak eritrositler gösterilir.

Eritrositler yaklaşık 125 gün süren ömürleri sonunda yıkılırlar. Bunun sonucu olarak da porfirin halkası açılır ve bir metin grubuna (CH) ait karbon atomu ayrılır. Neticede, 4 pirol halkası içeren açık bir zincir meydana gelir ki bunlara **safra renkli maddeleri** denir.

Safra renkli maddeler grubuna dahil maddelerin tamamının teorik olarak bir ana (**proto**) **Bilen** maddesinden türemiş oldukları kabul edilir.

Bilen teorik olarak, **protoporfirin 9**'daki I ve II numaralı porfobilinojen halkaları arasındaki metin grubunda bulunan karbonun oksitlenerek ayrılması sonucu, halkanın açılmasıyla meydana gelir. Yine bu açılmanın sonucu olarak, metin bağlarının tamamı metilen bağlarına indirgenmiş (redüklenmiş) haldedir.

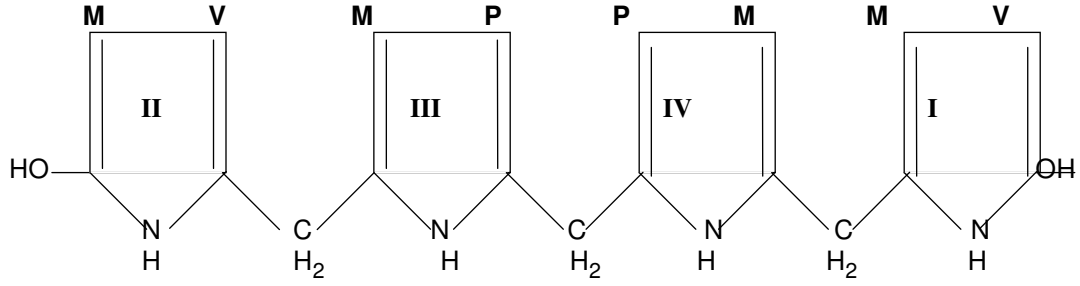
Bilen maddesinin yapı ve formülü Tablo 164'de T.164-1'de gösterilmiştir. Orada da görüldüğü gibi, porfoporfirin halkası I ve II numaralı halkalardan parçalandığı için meydana gelen zincirde düzlemin solunda kalan porfobilinojen halkası II numaralı halkadır. Böyle olunca düzlemin en sağında da I numaralı porfobilinojen halkası yer alır.

Hemoglobinin parçalanmasında, ilk basamakta meydana gelen safra renkli maddesi **biliverdin**' dir. Buna ait formül T.164-2'de verilmiştir. Biliverdin, Bilen'deki porfobilinojen halkalarını bağlayan metilen bağlarının üçünün de metilen gruplarına oksitlenmesiyle oluşmuştur.

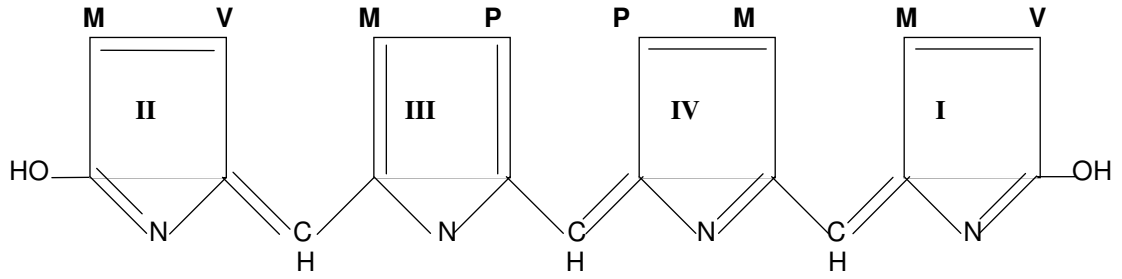
Biliverdindeki porfobilinojen halkalarını bağlayan metin gruplarından birisinin metilen grubuna indirgenmesiyle (redüklenmesiyle) **bilirubin** meydana gelir. Bilirubin'in formülü T.164-3'de verilmiştir.

Bilirubin'de ki **vinil** gruplarının etil gruplarına çevrilmesi ile oluşan **mezobilirubin**' e ait formülde T.164-4'de görülmektedir

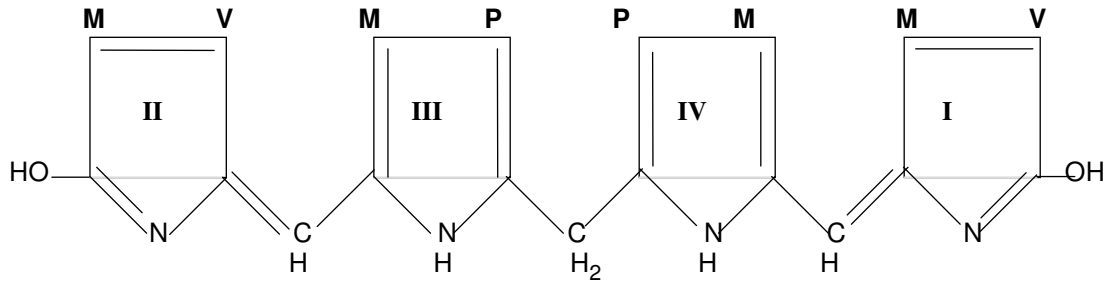
SAFRA RENKLİ MADDELERİ



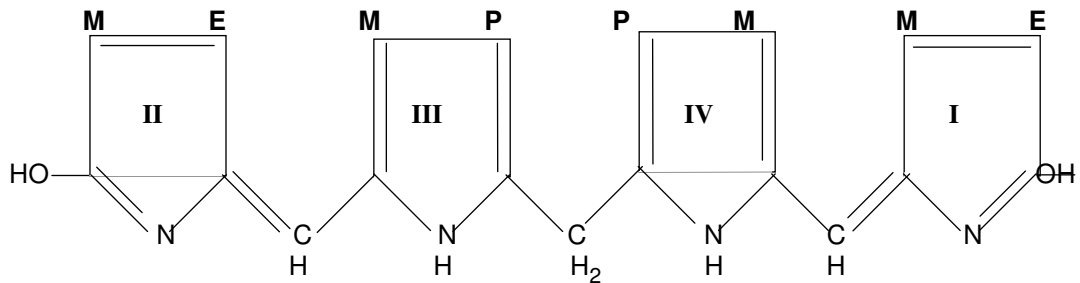
(Proto) Bilan (T.164-1)



Biliverdin (T.164-2)



Bilirubin (T.164-3)



Mezobilirubin (T.164-4)

Tablo 164 - Safra renkli maddeleri 1.

Mezobilirubin'deki porfobilinojen halkalarını bağlayan diğer iki metin (CH) grubunda, metilen (CH₂) grubuna redüklenmesiyle (indirgenmesiyle) **mezobilirubinojen** meydana gelir. Mezobilirubinojen'e ait formülü Tablo 165'de T.165-1'de görmekteyiz.

T.165-2' de formülü verilen **sterkobilinojen** mezobilirubinojen'de ki iki yan porfobilinojen halkalarına, yani I ve II numaralı halkalara ikişer hidrojen girmesiyle oluşur.

Klinik Biyokimya'da mezobilirubinojen ve sterkobilinojen'e **bilinojenler** veya **urobilinojenler** adı verilir.

Gerek mezobilirubinojen'de gerekse sterkobilinojen'de merkezde mevcut metilen (CH₂) grubunun hidrojen kaybetmek suretiyle oksitlenerek, yani metin (CH) grubuna çevrilmesiyle mesobilirubinojen'den **urobilin**, sterkobilinojen'den de **sterkobilin** meydana gelir. Her ikisine ait formüller T.165-3 ve 4' de gösterilmiştir.

Urobilin ilk defa idrarda, sterkobilin ise ilk defa dışkıdan izole edildiklerinden bu isimleri almışlardır.

Aslında bunlar, diğer vucut sıvılarında, diğer vucut dokularında ve diğer salgılarda da bulunur. Ürobilin ve sterkobilin'e **bilinler**' de denir.

6.11.1- Safra Renkli Maddelerinin Özellikleri.

Mezobilinojen ve sterkobilinojen, **renksiz**, ürobilin ve sterkobilin, **sarı**, mezobilirubin ve bilirubin **portakal sarısı** ve biliverdin de **mavimsi yeşil**'dir.

Biliverdin ve bilirubin'in sodyum ve potasyum tuzları, suda çözüldüğü halde, baryum ve kalsiyum tuzları çözünmez.

Tüten nitrik asit ile safra renkli maddelerinin çözeltileri tabaka yaptırılırsa, temas yüzeyinde **yeşil**, **mavi**, **menekşe**, **kırmızı** renkler meydana gelir. Buna **Gmelin deneyi** adı verilir.

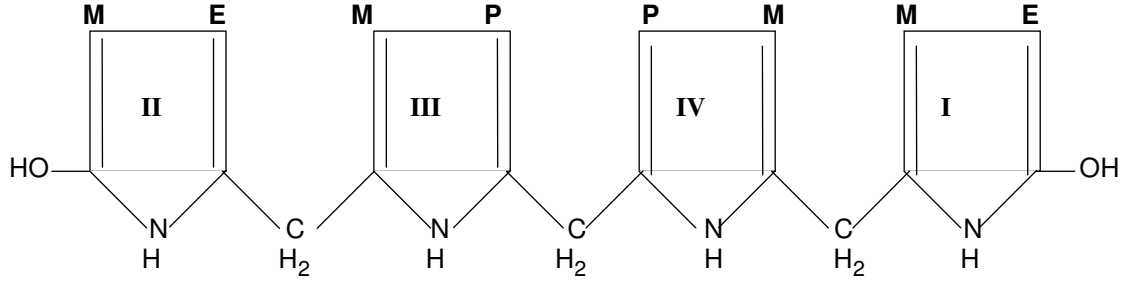
Pratikte bu deneyden sarılığın teşhisinde klinisyenlere yardım amacı ile idrarda safra renkli maddeleri aranmasında yararlanır.

Bu reaksiyonda safra renkli maddeleri oksitlenir. Metil bağları, karbonil gruplarına çevrilir ve nihayet zincir kopmasıyla reaksiyon tamamlanır.

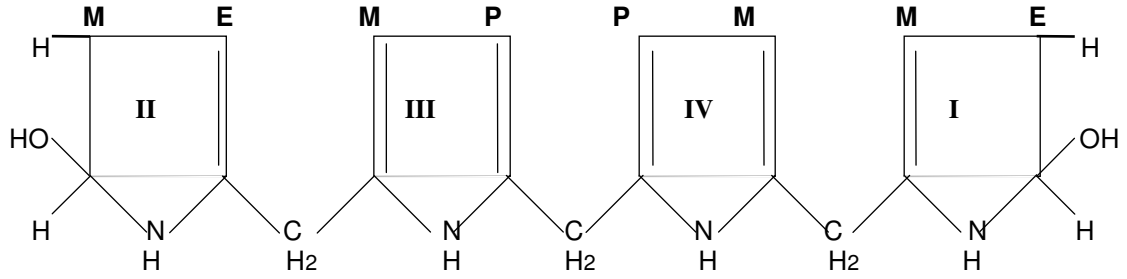
Bilirubin ve mazobilirubin bu reaksiyonu verir.

Bilirubin taze hazırlanmış, **diazo ayırıcı** ile reaksiyona sokulursa, **kırmızı** renkte **azo-bilirubin** meydana gelir. Diazo ayırıcı, sulfanilik asit, HCl ve sodyum nitritin bir karışımıdır.

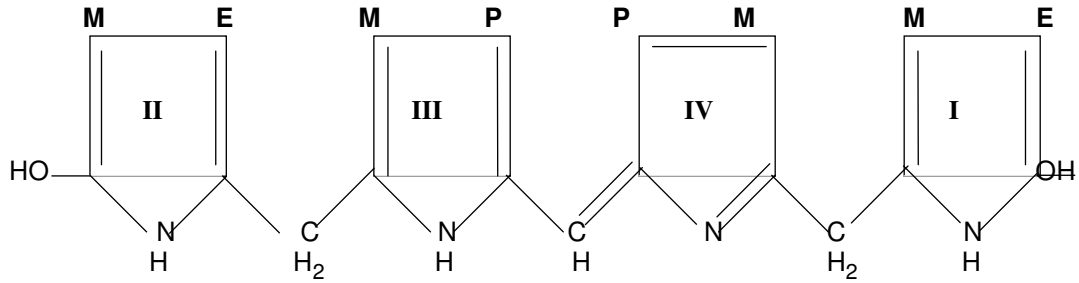
Bu reaksiyon bilirubin'in kandaki miktarının saptanmasında çok kullanılır.



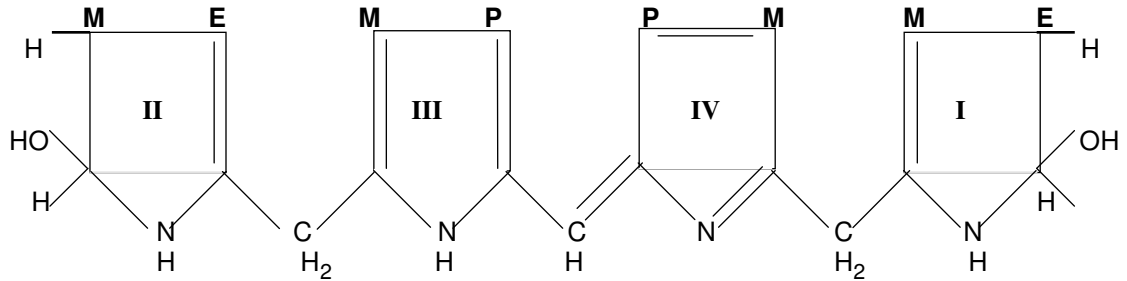
Mezobilirubinojen (T.165-1)



Sterkobilinojen (T.165-2)



Ürobilin (T.165-3)



Sterkobilin (T.165-4)

Tablo 165 - Safra renkli maddeleri 2.

6.11.2- Sarılık.

Safra renkli maddelerinden olan **bilirubin**'in plazmada toplanmasına **bilirubinemi**, idrarla çıkarılmasına, **bilirubinüri**, deri ve mukozaya toplanarak bu dokuları boyaması haline **sarılık (ikterus)** adı verilir.

Sarılık veya diğer adı ile ikterus oluş nedenlerine göre üç grupta incelenir.

6.11.2.1- Mekanik Sarılık.

Bu sarılığın diğer bir adı da **retensiyon sarılığı**'dır. **Mekanik sarılık** safra yollarının yangı, taş, parazit, urlar gibi çeşitli nedenlerle mekanik olarak tıkanması sonucu, safranın, barsaklara atılamaması ve dokularda birikerek idrarla dışarı çıkarılması şeklinde gelişir.

Serumda direkt bilirubin tepkimesi görülür. Uzun süren tıkanma hallerinde hem direkt hem de indirekt bilirubin miktarı yükselir. İdrarda bilirubin pozitifdir. Urobilinojen normal düzeydedir, ya da negatiftir.

Tam yıkanma durumunda dışkı renksizdir ve bu duruma **akoli** adı verilir.

6.11.2.2- Hepatosellüler Sarılık.

Bilirubin'in yani safra renkli maddelerinin karaciğer hücrelerinden alınıp safra kanallarına atılamaması **hepatosellüler sarılığın** nedenidir. Bilirubin'in karaciğerden alınamamasının nedenleri ise çok değişiktir. Bu nedenlerin başında bulaşıcı karaciğer yangıları gelir. **Enfeksiyöz hepatit** ve **viral hepatit** gibi. Bunun dışında, bulaşıcı mononükleos, leptospiroz gibi hastalıklar HCl₄ , CHCl₃ gibi maddelerle zehirlenmeler de hepatosellüler sarılığın nedenlerindedir.

Bu sarılık tipinde serumda indirekt tepkime görülür. Karaciğer fonksiyon testleri bozulmuştur.

İdrarda urobilinojen artmıştır.

Dışkı açık renklidir.

6.11.2.3- Hemolitik Sarılık.

Bir nedene bağlı olarak örneğin kene gibi dış parazitlerin salgıladıkları toksinlerle eritrositlerin parçalanmasının arttığı hallerde birdenbire oluşan fazla bilirubin karaciğerin sağlam olmasına rağmen bunu barsak kanallarına salgılamaya yetişememesi sonucu plazmada birikmesiyle oluşur.

Serumda indirekt tepkime çok yüksektir. Karaciğer fonksiyon testleri normaldir.

İdrarla çok fazla urobilinojen çıkarılır.

Sterkobilinojen ve urobilinojen oluşumu çok arttığı için, dışkı çok koyu renklidir.

SARILIK (İKTERUS)	
TARİFİ	<ul style="list-style-type: none"> • Bir safra renkli maddesi olan bilirubin'in çeşitli nedenlerle deri ve mukozaya birikerek bu dokuları boyaması olayıdır.
1 MEKANİK SARILIK	<ul style="list-style-type: none"> • Safra yollarının yangı, taş, parazit, urlar gibi çeşitli nedenlerle, mekanik olarak tıkanması ve safranin karaciğer hücrelerinde ve dokularda toplanması olayıdır. • Serumda, hem direkt hem de indirekt bilirubin yükselmiştir. • İdrarda, bilirubin (+), urobilinojen normaldir. • Dışkı, renksizdir.
2 HEPATOSELLÜLER SARILIK	<ul style="list-style-type: none"> • Hepatit ve zehirlenmeler gibi nedenlerle, karaciğer hücresinin bilirubini kandan alıp, safra kanallarına salgılayamaması ile oluşur. • Serumda, indirekt tepkime görülür. • İdrarda, Urobilinojen (+) dir. • Dışkı, açık renklidir.
3 HEMOLİTİK SARILIK	<ul style="list-style-type: none"> • Eritrosit parçalanmasının, arttığı durumlarda birdenbire oluşan fazla bilirubin'in karaciğer tarafından safra kanalına salgılamaya yetişememesi sonucu kanda birikmesiyle oluşur. • Serumda, indirekt tepkime yüksektir. • İdrarda, urobilinojen çok fazladır. • Dışkı, çok koyu renklidir.
VAN DEN BERGH TEPKİMESİ	<ul style="list-style-type: none"> • Bilirubin, laboratuvarada Van den Bergh tepkimesi ile tanınır. Bu tepkime, bilirubin'in diazo ayırıcı ile azobilirubin adı verilen kırmızı renkli bir madde oluşturması esasına dayanır. • Bilirubin'in bir bölümü bu tepkimeyi diazo ayırıcı ile doğrudan doğruya verir. Buna direkt tepkime denir. • Bilirubin'in bir bölümü ise ortama metanol katıldıktan sonra bu tepkimeyi verir. Buna, indirekt tepkime adı verilir.

Tablo 166 - Sarılık.

6.12- ORGANİZMA SIVILARININ VE DOKULARININ BAŞLICA PROTEİNLERİ

6.12.1- Serum ve Plazma.

İçerisinde pıhtılaşmaya engel olacak uygun bir **antikoagulan** madde bulunan tüpe kan alındıktan sonra, santrifüje edilecek olursa, dibe çöken şekilli elemanlar ve üstte kalan sarı-pembe renkli sıvı kısımdan oluşan iki tabakaya ayrılır. Kanın bu şekilde ayrılan sıvı kısmına **plazma** denir. Plazma içerisinde % 8 oranında plazma proteinleri, % 1 inorganik tuzlar, geri kalan oranda da lipidler, karbonhidratlar, amino asitler v.b. maddeler bulunur. % 8 kısmını oluşturan plazma proteinlerinin **fibrinojen** fraksiyonunda plazma içerisinde yer alır.

İşte plazma içerisinde bulunan ve **fibrin** haline geçerek kanın pıhtılaşmasını sağlayan fibrinojen plazmadan ayrıldığı takdirde geriye kalan açık sarı sıvı kısım **serum** adını alır. Bunu başka bir şekilde şöyle açıklayabiliriz. Kan herhangi bir tüpe alınır ve bekletilirse yaklaşık 5 dakika içerisinde fibrinojen fibrin haline geçerek kan pıhtılaşır. Bu kan bir süre sonra santrifüje edilirse yine altta şekilli elementlerden oluşan katı kısım (pıhtı), üstte ise açık sarı bir sıvıdan oluşan iki tabaka meydana gelir. Üstte kalan sıvıya **serum** adı verilir.

6.12.2- Kanın Pıhtılaşması.

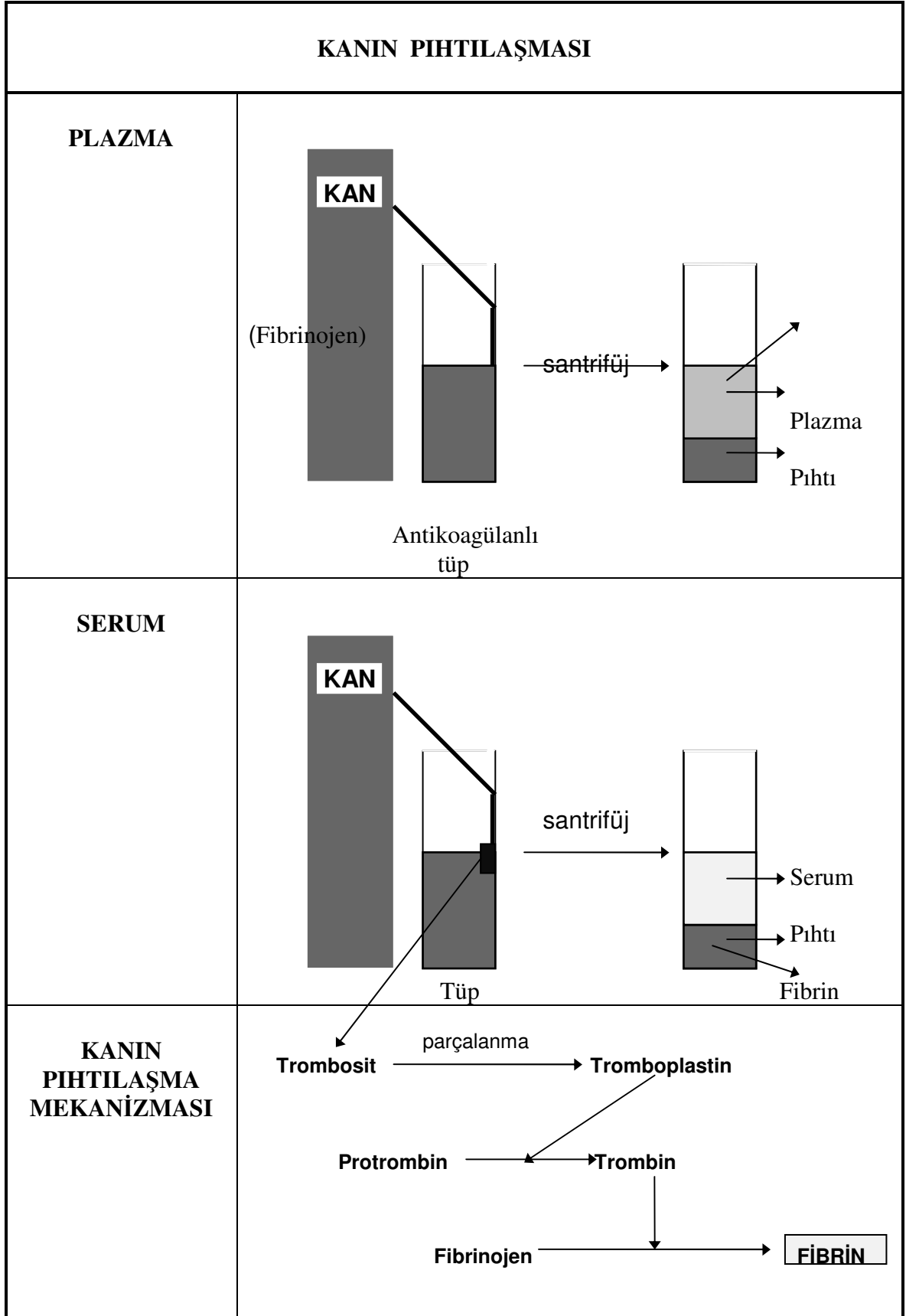
Kanın pıhtılaşması olayı, dolaşım kanında bulunan, çözümlü bir protein olan fibrinojenin değişmesiyle ortaya çıkar. Gerektiğinde bu fibrinojen bir dizi tepkime ile fibrine değişir. Bu olaya **koagulyasyon** (kanın pıhtılaşması) adı verilir.

Yukarıda da değindik, fibrinojen'in fibrine değişmesi öyle basit bir olay değildir. Bir dizi tepkime sonunda pıhtılaşma olayı gerçekleşir. Çünkü kanda da pıhtılaşmayı önleyici bir kakım tedbirlerin olması doğaldır.

Fibrinojen'in fibrine çevrilmesi, **trombin** adı verilen bir enzim sayesinde olur. Ancak trombin enzimi dolaşım kanında aktif halde değildir.

Trombositler, kanın şekilli elementlerindendir. Dolaşım kanından kan alındığında, bu trombositler tüpün cidarına ya da bir kanama söz konusu ise yaranın kenarlarına yapışırlar ve parçalanırlar. Bu parçalanma sonu taşıdıkları **tromboplastin** adı verilen bir madde açığa çıkar. Bu tromboplastinler, dolaşım kanında bulunan ve trombin'in inaktif şekli olan **protrombin'i** **trombin'e** çevirir. İşte aktif hale geçen bu trombin de fibrinojen'in fibrin haline geçmesini gerçekleştirerek kanın pıhtılaşmasını sağlar.

Kanın pıhtılaşması olayı temel olarak kısaca böyle gerçekleşir. Ancak bunların dışında pıhtılaşma olayında rol alan daha bir çok faktör vardır. Bu faktörlerden birisi de Ca dur.



Tablo 167 - Kanın pıhtılaşması.

6.12.3. Plazma ve Serum Proteinleri.

6.12.3.1-Fibrinojen.

Kanın pıhtılaşmasında önemli görevi bulunan **fibrinojen** % 5 oranında karbonhidrat içeren bir proteindir. Molekül ağırlığı 341.000 olan fibrinojen'in kandaki normal miktarı % 300 mg kadardır. Molekül biçimi çok uzun görünüşlü elipsoid ve çomaklar şeklindedir. Çözeltileri ileri derecede vizkozdur. Plazmanın içerisinde bulunur, serumun içerisinde bulunmaz. Serum ile plazma arasındaki farkta buradan kaynaklanır.

6.12.3.2- Serum Albumin.

Albuminler diğer serum proteinlerinin aksine karbonhidrat içeren proteinler değildirler. Buna karşılık lipidleri taşırlar. Tüm plazma proteinlerinin % 55'ini oluştururlar ve serumda % 3-4 g. kadar bulunurlar. Molekül ağırlıkları 69.000 dir ve molekül biçimleri elipsoid yapıdadır. Serum albumin'in molekül ağırlığına oranla daha küçük (61.000) olan bir fraksiyonu daha vardır ki buna **prealbumin** adı verilir.

Serum albuminlerin önemli bir görevi, zor çözünür bazı maddeleri, anyon ve katyonları bu arada lipidleri bağlayarak onları çözünür duruma getirmesidir. Bu nedenle, böyle maddelerin dolaşım kanında transportlarını (taşınmalarını) sağlamış olarak önemli bir görevi yerine getirmiş olurlar. Bir çok ilaçlar ve lipidler kan serumu içerisinde albumine bağlı olarak bulunur ve taşınırlar.

Diğer bir görevleri de, kanın ozmotik basıncının korunmasında globulinlere kıyasla daha önemli bir rol oynamalarıdır. Albumin fraksiyonunun ağırlık ve tane sayısı itibariyle fazla oluşu kan damarı içerisinde yüksek ozmotik basınç meydana getirebilmesinin başlıca nedenini oluşturur.

6.12.3.3- Serum Globulin.

Serum globulinler başlıca α -globulinler, β -globulinler ve γ -globulinler (immun globulinler) diye üç ana gruba ayrılırlar.

α -globulinler, α_1 - ve α_2 - globulinler olarak iki fraksiyon gösterirler. Bunlardan örnek olarak α_1 - globulinler, gluko-proteinleri, α_2 - globulinler ise, seruloplazmin ve protrombini içerirler.

β -globulinler' de β_1 - ve β_2 -globulinler olmak üzere iki fraksiyon gösterirler. Bunların büyük bir kısmı transferrin ve düşük dansiteli lipoproteinlerden (ADL) oluşur.

γ -globulinler, çok heterojendirler ve **immun globulinler** olarakta adlandırılırlar. Ig_M, Ig_G, Ig_A olarak alt fraksiyona ayrılırlar. **Antikorlar** yada **immunoglobulinler** parenteral (ağızdan başka yollarla) yolla organizmaya giren yabancı proteinlere (antijenler) karşı organizmada sentezlenen özel savunma maddeleridirler.

Globulinlerin molekül ağırlıkları 44.000 ile 1.000.000 arasında değişir.

PLAZMA ve SERUM PROTEİNLERİ							
FİBRİNOJEN	<ul style="list-style-type: none"> • Glukoprotein yapısındadırlar. • Molekül ağırlıkları 341.000 dir. • Molekül biçimleri elipsoid ve çomak yapısındadır.. • Çözeltileri ileri derecede vizkoz'dur. • Görevleri, Kanın pıhtılaşmasında en önemli rolü oynarlar. 						
SERUM ALBUMİN	<ul style="list-style-type: none"> • Çoğunlukla lipoprotein yapısındadırlar. • Molekül ağırlıkları 69.000 dir. • Molekül biçimleri elipsoid yapıdadır. • Çözeltileri diğer plazma proteinlerinden daha az vizkoz'dur. • Görevleri: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ozmotik basıncın korunmasında önemli rol oynarlar, 2. Zor çözünür maddeleri bağlayarak çözünür hale getirirler, ve onların dolaşım kanında transportunu sağlarlar. 						
SERUM GLOBULİN	<ul style="list-style-type: none"> • α-globulinler: İki alt fraksiyona ayrılırlar. <ol style="list-style-type: none"> 1. α₁-globulinler, glukoprotein yapısındadırlar. 2. α₂-globulinler, seruloplazmin ve protrombin örnek gösterilebilir. • β-globulinler: İki alt fraksiyon gösterirler. <ol style="list-style-type: none"> 1. β₁-globulinler, 2. β₂-globulinler, • γ-globulinler, antikorlar ya da immunglobulinler de denir. Ig_M, Ig_G, Ig_A gibi alt fraksiyonlara ayrılırlar. Molekül ağırlıkları: Ig_M, 900.000, Ig_G, 150.000 ve Ig_A 160.000 dir. <u>Molekül Ağırlıkları:</u> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>α-globulinler</td> <td>200.000 - 300.000</td> </tr> <tr> <td>β-globulinler</td> <td>90.000 - 1.300.000</td> </tr> <tr> <td>γ-globulinler</td> <td>156.000 - 1.000.000</td> </tr> </table> 	α-globulinler	200.000 - 300.000	β-globulinler	90.000 - 1.300.000	γ-globulinler	156.000 - 1.000.000
α-globulinler	200.000 - 300.000						
β-globulinler	90.000 - 1.300.000						
γ-globulinler	156.000 - 1.000.000						

Tablo 168 - Plazma ve serum proteinleri.

6.12.4- Kas Proteinleri.

Diğer biyolojik sistemlerde olduğu gibi, kasın kuru kısmında en büyük bölümünü protein oluşturur. Bir kasın % 75'ini su, % 5'ini inorganik maddeler ve bir kısım karbonhidratlar ve geri kalan % 20'sini de proteinler oluşturur.

Kas proteinleri iki grupta incelenir.

Sarkoplazma proteinleri'nin başında elektroforez tekniği ile 11 alt fraksiyona ayrılan **myojen** ile kasın renkli maddesi olan, **myoglobin** gelir. Diğer sarkoplazma proteinleri ise, **myoalbumin** ve **globulin-x** adını taşırlar.

İkinci grubu meydana getiren **Myofibriller proteinler** kasılma olaylarında önemli görevler yüklenirler.

Bu grubun proteinleri **myozin** ve **aktin**'dir. Aktin, **globüler (G-aktin)** ve **fibriller (F-aktin)** olmak üzere iki biçimde bulunur. G-aktin'in molekül ağırlığı 60.000 dir. Monomer yapısındadır. ADP ve Ca^{++} varlığında, 0.1 M KCl çözeltisinde bu monomerler birbirleriyle birleşerek (polimerize olarak) çift sarmal yapısında F-aktin'i oluştururlar. Bu tepkime geri dönüşümlüdür. ATP varlığında G-aktin tekrar meydana gelir.

Myozin ve F-aktin birleşirse vizkozite çok artar ve **aktomyozin** adı verilen yapı oluşur. Bu çözeltiye ATP katılırsa vizkozite azalır. Vizkozitedeki bu değişiklikler, kasılma olayının fiziko kimyasal mekanizması olarak görülebilir.

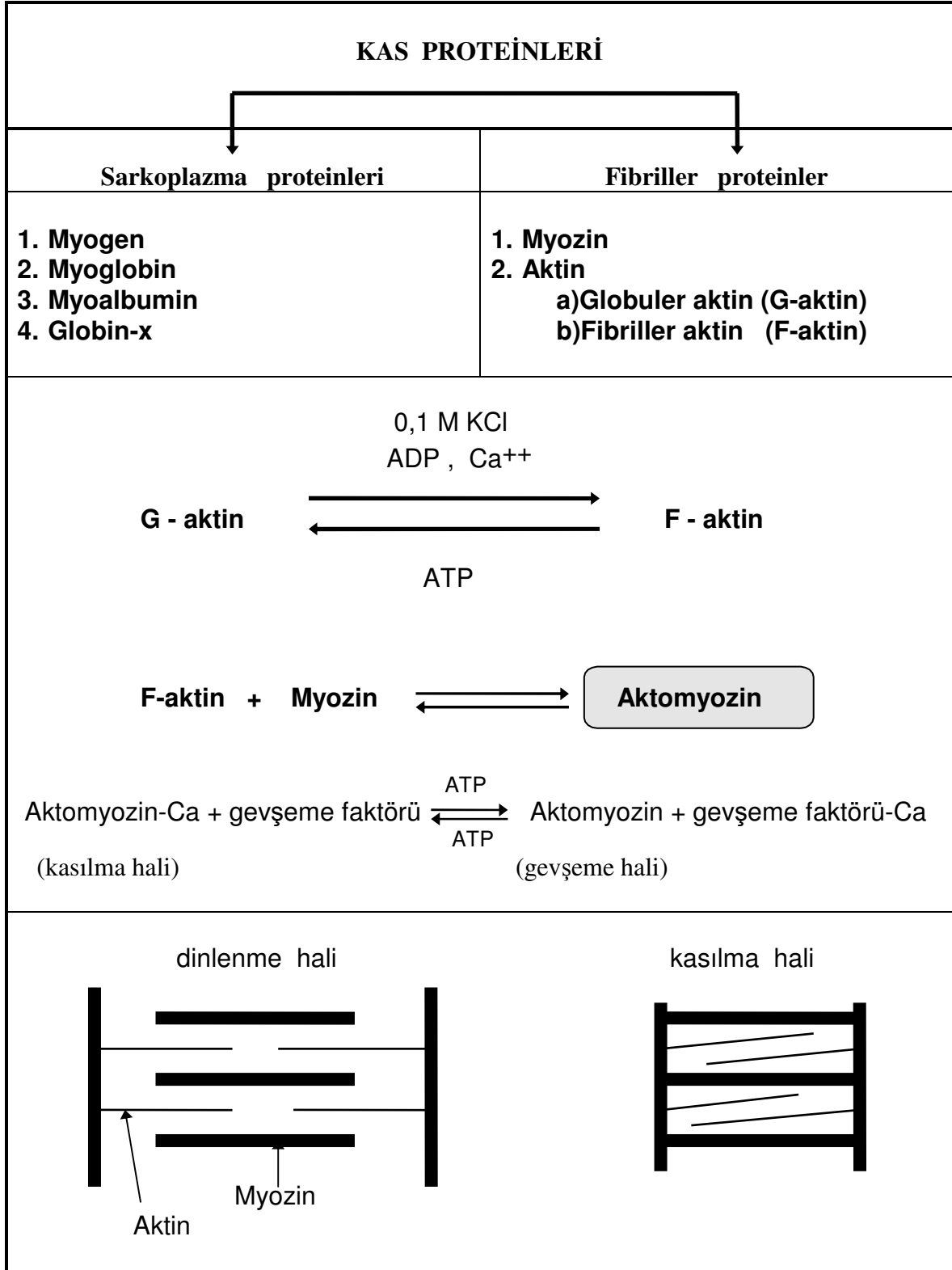
Kasılma sırasında, ince liflerin (aktin), kalın liflere (myozin) doğru bir itilmeye uğradıkları, bunun sonucuda ince liflerin kalın lifler boyunca kaydıkları bugün için elektron mikroskoplarla saptanmıştır. Gerçektende kasın kasılması sırasında myozin ve aktin lifleri teleskop boruları gibi birbirinin içine geçmektedir. Bu olayın şematize edilmiş şeklini Tablo 169'da görmekteyiz.

Dinlenme dönemindeki kasta aktomyozin'in etkisi ortamda Ca^{++} iyonlarının varlığında kalkar. Ortama Ca^{++} iyonlarının katılması yeniden ATP yıkılışını ve kasılmayı sağlar. Kasılmada Ca^{++} iyonlarının önemi çoktur. Ca^{++} iyonu, adeta kasılmanın tetiğini çeker. Gevşeme iki sistemle elde edilir.

a) Ca^{++} iyonlarını toplayan sistem, burada gevşeme faktörü Ca^{++} aktomyozin'den alır.

b) Aktin myozin bağına çözen sistem.

Bu gevşeme olayının gerçekleşmesi için Tablo 169'da ki formülden de gördüğümüz gibi ATP'nin varlığı şarttır. ATP eksikliğinde liflerin birbirinden uzaklaşması olanaklı değildir. Tam ATP kaybında ise, kasların ileri derecede sertleşmesi ortaya çıkar. Ölüm anında ATP sentezlenemeyeceği için kaslardaki ölüm sertliğinin nedeni budur.



Tablo 169 - Kas proteinleri ve kasılma olayı.

6.12.5. Süt ve Yumurta proteinleri.

6.12.5.1- Süt Proteinleri.

Sütteki total protein miktarı hayvan türlerine göre değişen bir protein yüzdesi gösterir. Bu oran % 1,6 ile en düşük insan sütündedir. İnek sütündeki ortalama protein oranı % 3,6'dır.

Sütteki en önemli protein **kazein**'dir. Kazein'in molekül ağırlığı 75.000 ile 100.000 arasında değişir. Elektroforez tekniği ile α -, β - ve γ -kazein fraksiyonlarına ayrılır. Yapısında bulunan fosforik asitlerin, serbest valansları Ca^{++} iyonlarına bağlanır. İsoelektrik noktaları oldukça düşüktür (pH 4,6). Süt zayıf asitlerle asitlendirildiğinde, kazein çöker. Bu şartlarda çökmeyen öbür süt proteinlerini ayırmak bu sayede mümkün olabilir.

Normal koşullarda bulunabilen bazı tek hücreliler, laktozu, laktik aside çevirdiklerinden, sağımdan sonra bir süre oda ısısında bekletilen sütlerde kazein'in çökeldiği görülür, Bu olaya **sütün kesilmesi** denir.

Yoğurt yapımı sırasında kaynatılarak doğal mikroorganizmalar yok edilir ve özel bir mikroorganizma kültürü (yoğurt mayası) katılarak mayalanma işlemi yapılır ve sütün kesilmesi sağlanır. Oluşan çökelti **kalsiyum kazeinat** yapısındadır. Öte yandan süt emen yavruların mide mukozasında bulunan bir enzim olan **rennin** kazein'i kısmen fermente eder ve **kalsiyum parakazeinat** halinde çöktürür. Bu peynir teknolojisinin temelini oluşturur.

Sütün diğer proteinleri arasında laktalbumin, β_1 ve β_2 - laktoglobulinler, yavruya pasif bağışıklık yönünden büyük önem taşıyan immunglobulinler sayılabilir.

6.12.5.2- Yumurta Proteinleri.

Yumurta akının % 50 kadarı **ovalbumin**'den oluşur. Yumurta akı doymuş amonyum sulfatla eşit miktar karıştırılınca **ovogloblin** ayrılır. Geri kalan süzüntü etil alkol ile karıştırılırsa **konalbumin** çöker.

Yumurta akının diğer bir proteinide yaklaşık % 20 oranında karbonhidrat taşıyan **ovomükoid**'dir.

Çiğ yumurta akında bulunan ve sıcakta pıhtılaşarak etkisini kaybeden bir protein **avidin**, besinlerle alınan biotin'i bağlayarak bu vitaminle ilişkili bir karans durumunun yani yetersizlik halinin gelişmesine neden olabilir.

Ovomükoid dışında yumurta akı proteinleri sıcakta denatüre olur ve çökerler.

Yumurta akındaki başlıca proteinlerin miktarları Tablo 170'de verilmiştir.

Yumurta sarısının başlıca proteinleri ise, fosfoprotein yapısında olup, **vitellin**, **livetin** ve **fosvitin**'dir.

SÜT ve YUMURTA PROTEİNLERİ	
SÜT PROTEİNLERİ	<p style="text-align: right;"><u>Total Süt Proteininin</u></p> <p>İnsan sütü % 1,6 İnek sütü % 3,6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kazein, α-, β- ve γ-kazein • Laktalbumin • Laktoglobulin, β_1- ve β_2-laktoglobulin • İmmunglobulinler, yavruya pasif bağışıklık taşıır.
YUMURTA PROTEİNLERİ	<p><u>Yumurta Akı Proteinleri :</u></p> <p style="text-align: right;"><u>Total yumurta akı proteininin</u></p> <p>Ovalbumin % 64,3 Konalbumin % 13,6 Ovomükoid % 9,1 Ovoglobulinler % 8,6 Müsin % 1,1 Avidin % 0,06</p> <p><u>Yumurta Sarısı Proteinleri :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vitellin • Livetin • Fosvitin <p style="text-align: center;">Bunların tamamı fosfoprotein yapısındadır.</p>

Tablo 170 - Süt ve yumurta proteinleri.

BİRİNCİ CİLDİN SONU