

# Proteinler

Proteinlerin

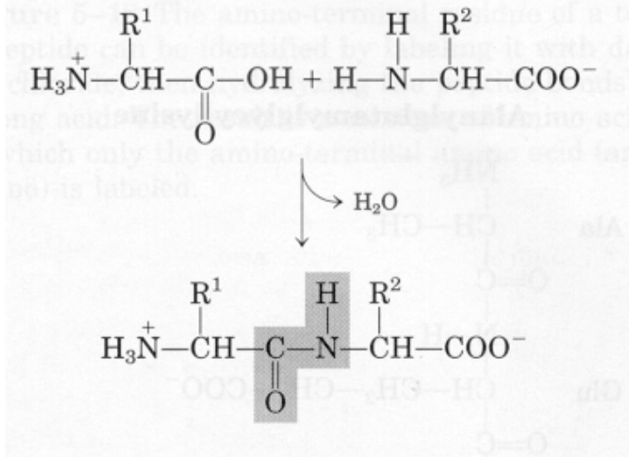
Yapısal özellikleri (bağları)

Proteinlerin yapısal konformasyonu

Proteinlerin yapılarına göre sınıflandırılmaları

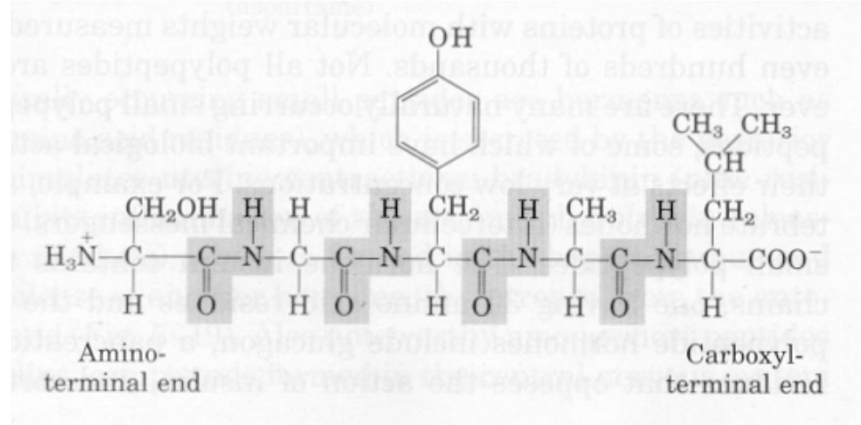
Genel özellikleri

## Peptid ve Proteinler



- **Proteinler**, amino asitlerin belirli türde, belirli sayıda ve belirli diziliş sırasında karakteristik düz zincirde birbirlerine kovalent bağlanmasıyla oluşmuş polipeptitlerdir. Proteinler, amino asitlerin polimerleridir.

- **Peptitler**, amino asitlerin polimerleridirler. Kuramsal olarak, bir amino asidin α-karboksil grubunun OH'i ile diğer amino asidin α-amino grubu arasından su ayrılarak peptit bağı oluşur .
- Bir peptitteki amino asit üniteleri, amino asit kalıntıları olarak adlandırılırlar.



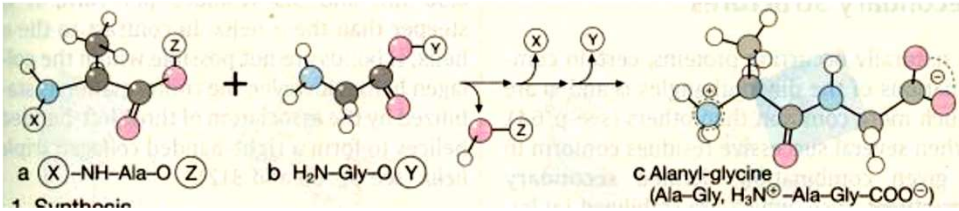
## Protein tanımı ve proteinlerin yapılarındaki bağlar

- Proteinler, amino asitlerin belirli türde, belirli sayıda ve belirli diziliş sırasında karakteristik düz zincirde birbirlerine kovalent bağlanmasıyla oluşmuş polipeptitlerdir
- yaşamsal bütün işlevlerde görev alırlar:
  - Enzimler ve polipeptit hormonlar, metabolizmanın düzenlenmesinde önemlidirler.
  - Kastaki kontraktıl proteinler hareketi sağlarlar.
  - Kemikte kollajen, kalsiyum fosfat kristallerinin depolanmasını sağlar.
  - Kanda albümin ve hemoglobin taşıma görevi alırlar
  - immünoglobülinler bakteri ve virüslerin yıkılmasında görev alırlar.

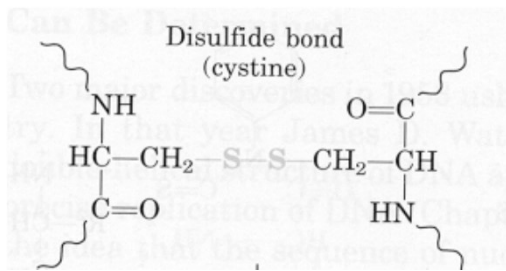
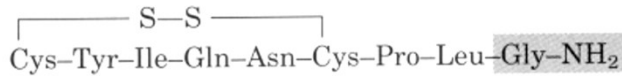
## proteinlerin yapılarındaki bağlar

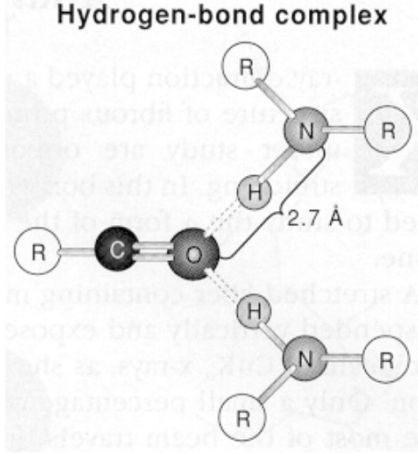
- Proteinlerin yapılarında kovalent bağlar ve kovalent olmayan bağlar vardır. Proteinlerin yapılarındaki **kovalent bağlar**, peptit bağları ve disülfid bağlarıdır; **kovalent olmayan bağlar** ise hidrojen bağları, iyon bağları ve hidrofob bağlar (apolar bağlar)'dır

- 1) Peptit bağları:** Bir amino asidin  $\alpha$ -karboksil karbonu ile bir başka amino asidin  $\alpha$ -amino azotu arasında oluşan **C-N** bağlarıdır:



- 2) Disülfid bağları:** İki sistein kalıntısı arasında, sülfhidril (tiyol,  $-SH$ ) gruplarının H kaybetmeleri sonucu oluşan **S-S** bağlarıdır.





**3) Hidrojen bağları:** Polipeptit zinciri oluşturan peptit bağlarındaki rezonans veya mezomeri durumundan dolayı, oksijenlerin bilinen keto gruplarından daha negatif, azotların ise pozitif özellik taşımasının sonucu olarak, bir polipeptit zincirdeki bir peptit düzleminde bulunan oksijen atomu ile bir başka peptit bağı veya düzlemindeki azot atomu arasında, aradaki uzaklık yaklaşık  $2,7 \text{ \AA}$  olduğunda, hidrojen köprüsü şeklinde ( $\text{C}=\text{O}\cdots\text{H}\cdots\text{N}$ ) oluşan bağlardır:

**4) İyon bağları:** Polipeptit zincirlerindeki asidik ve bazik amino asit kalıntılarının fonksiyonel gruplarının fizyolojik pH'da tamamen veya kısmen iyonlaşmış halde bulunmalarının sonucu olarak, elektronegatif ve elektropozitif gruplar arasında gelişen **elektrostatik çekim kuvveti** ile ( $\text{COO}^- \cdots \cdots \text{H}^3\text{N}^+$ ) oluşan bağlardır.

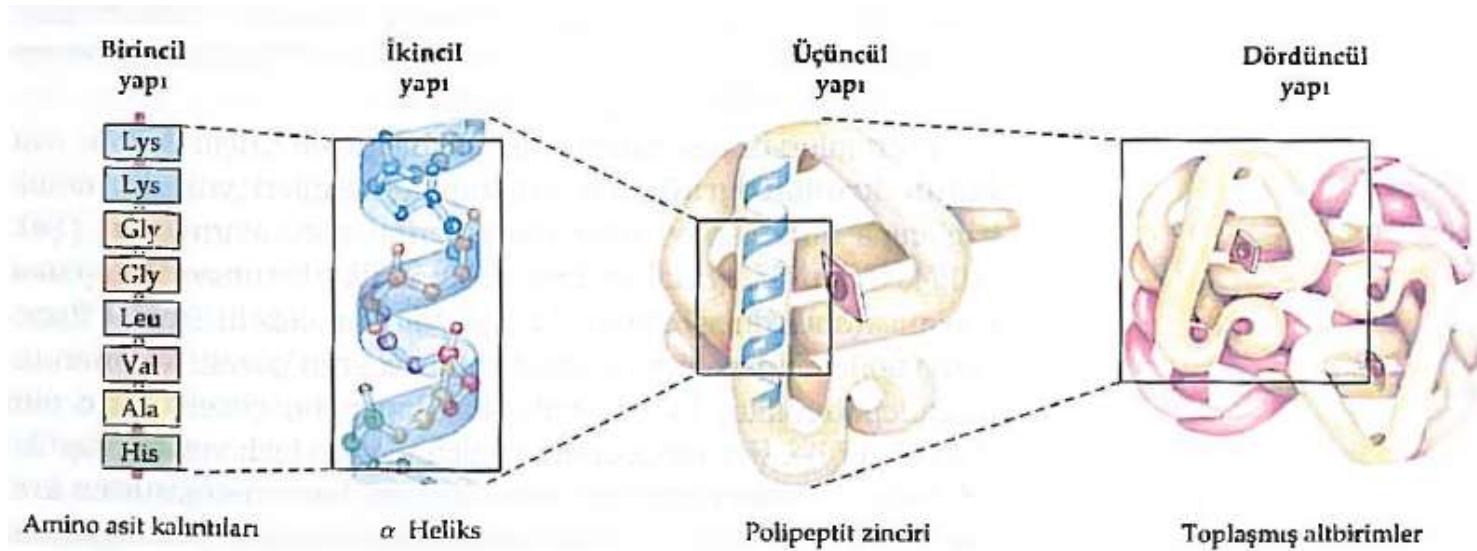
**5) Apolar bağlar (hidrofob bağlar):** Polipeptit zincirindeki amino asit kalıntılarının metil grubu, alifatik grup, siklik grup gibi apolar kısımlarının birbirlerine yeter derecede yakın olmaları halinde geçici bir polarite göstermelerinin sonucu ortaya çıkan ve **Van der Waals-London çekme kuvveti** diye bilinen zayıf çekme kuvveti ile ( $\text{CH}^3 \cdots \cdots \text{CH}^3$ ) oluşan bağlardır. Hidrofobik etkileşimler gerçek bağ değildirler; elektron paylaşımı yoktur. Hidrofobik etkileşimler, proteinlerin iç kısımlarının kararlı olarak devamlılığının sağlanmasında rol oynar.

Proteinlerin yapısında itici güçler de bulunmaktadır:

- 1) Aynı yükü taşıyan gruplar arasında, iyonik güçlerin tersi olan, elektrostatik itme olur.
- 2) Çok yakın duran atomlar arasında Van der Waals itici güçleri vardır.

## Protein moleküllerinin yapısı ve konformasyonu (uyumu, konuşu)

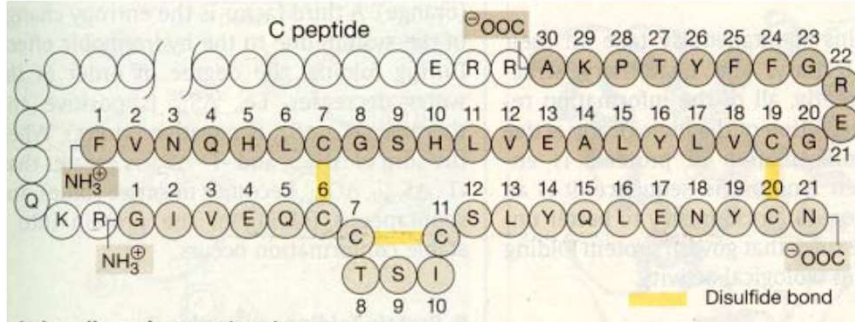
Proteinlerde birinci (primer), ikinci (sekonder), üçüncü (tersiyer) ve dördüncü (kvarterner) yapı diye dört yapı tanımlanır .



İkincil yapıda  $\alpha$  heliks dışında katlamalı yapılar ve dönüşlerde bulunur

## proteinin primer (birincil) yapısı

- bir protein için karakteristik ve genetik olarak tespit edilmiş olan amino asit dizilişidir; belirli türde, belirli sayıda, belirli diziliş sırasında amino asitlerin birbirlerine peptit bağlarıyla bağlanarak oluşturdukları bir polipeptit zinciri biçimindeki yapısıdır
- Polipeptitteki amino asitlerin herbirisi birbiriyle bağlandığından, bağımsız üniteler olmadıklarını belirtmek için **amino asit kalıntıları** (residue-İngilizce) olarak adlandırılır.

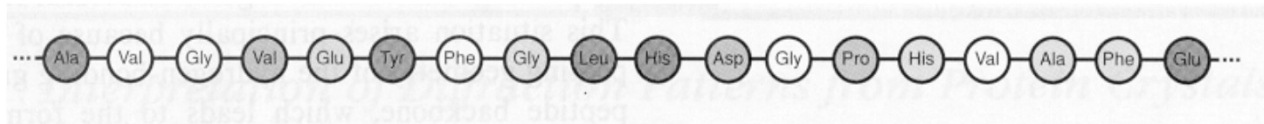


### amino terminal uç veya N-terminal uç:

- zincir başındaki amino asit kalıntısında serbest bir  $\alpha$ -amino grubudur

### karboksil terminal uç veya C-terminal uç

- zincir sonundaki amino asit kalıntısında ise serbest bir  $\alpha$ -karboksil grubudur.

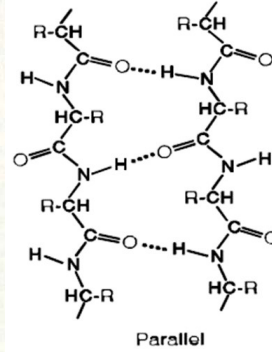
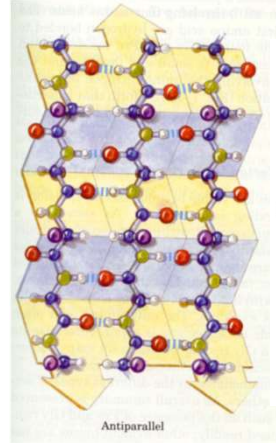
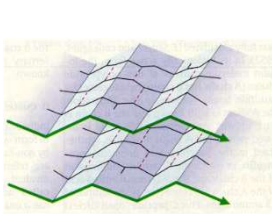
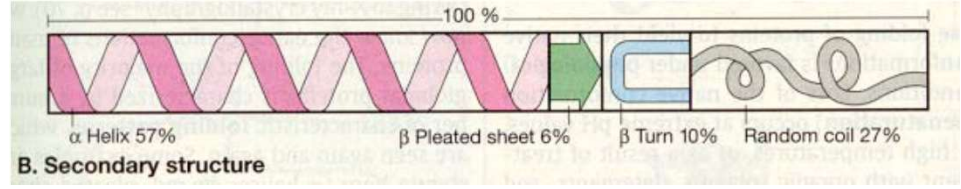


## proteinin sekonder (ikincil) yapısı

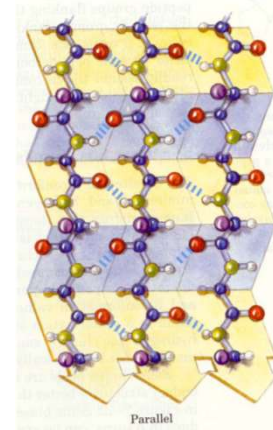
- yarı sertleşmiş polipeptit zincirlerinin bükülmeler ve katlanmalarla oluşturdukları özgün sarmal (sarım, kangal) biçimindeki yapısıdır
- Bir proteinin sekonder yapısının oluşturan, primer yapı ile meydana gelen polipeptit omurgasını oluşturan aminoasit kalıntılarının özelliği ve bunların yan bağlarıdır
- Yan bağlardan en önemlisi hidrojen bağlarıdır.

üç değişik sekonder yapı mevcuttur:

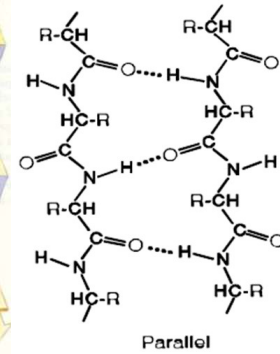
- $\alpha$ -heliks yapısı
- Düzensiz sarmal (random coil)
- $\beta$ -konformasyonu veya kırmalı tabaka yapısı (parallel ve antiparalel)



Parallel



Parallel

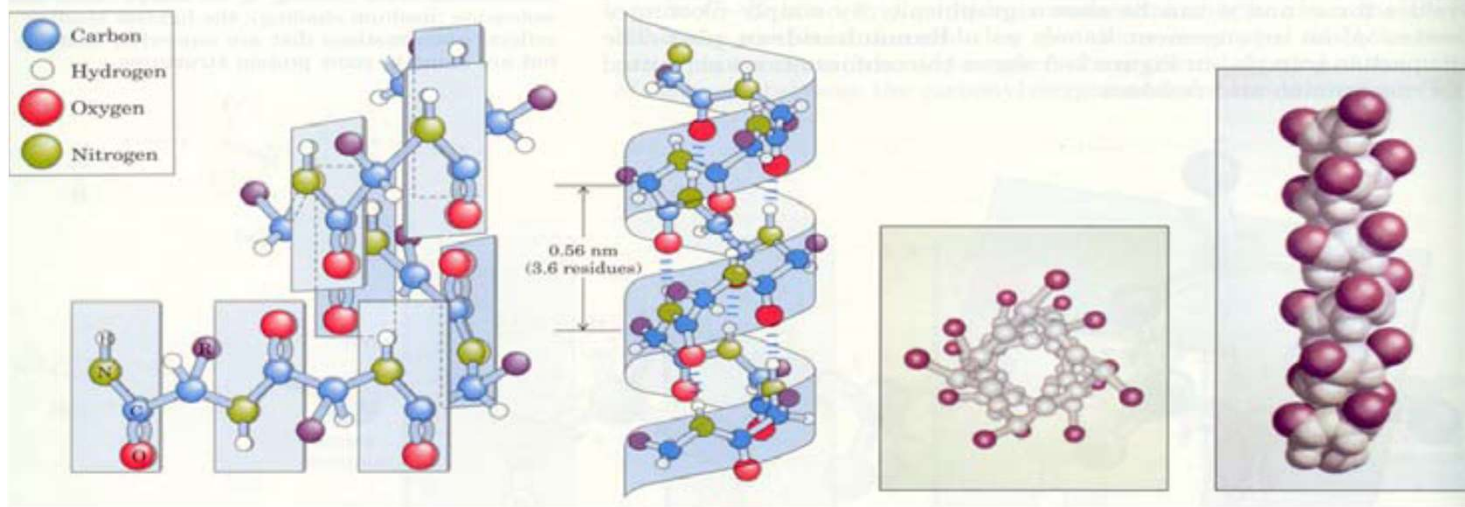


Parallel



## proteinin sekonder (ikincil) yapısı

### $\alpha$ -heliks yapısı

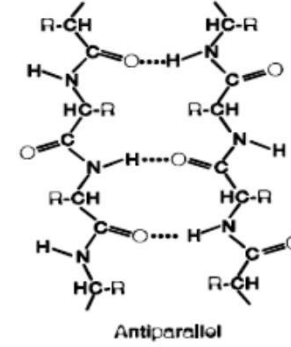
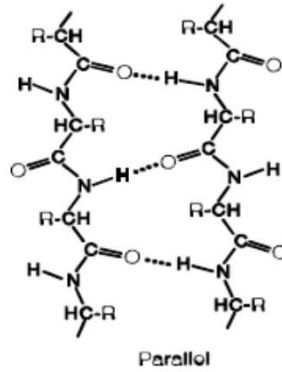
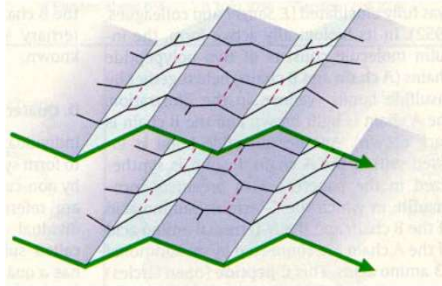


$\alpha$ -heliksin her kıvrımında 3,6 amino asit kalıntısı bulunur ve bir kıvrımın yüksekliği 0,56 nm kadardır; polipeptit zincirdeki amino asit kalıntılarının R- grupları, heliks yüzeyinden dışarı sarkmışlardır.

## proteinin sekonder (ikincil) yapısı

$\beta$ -konformasyonu veya kırmalı tabaka yapısı (paralel ve antiparalel)

- Proteinlerin  $\beta$ -konformasyonu veya kırmalı tabaka yapısı tipi sekonder yapısında, molekülün şekli, kırmalı tabakalı görünümde, yapının oluşmasında temel bağ hidrojen bağıdır:



## proteinin sekonder (ikincil) yapısı

### Düzensiz sarmal (random coil)

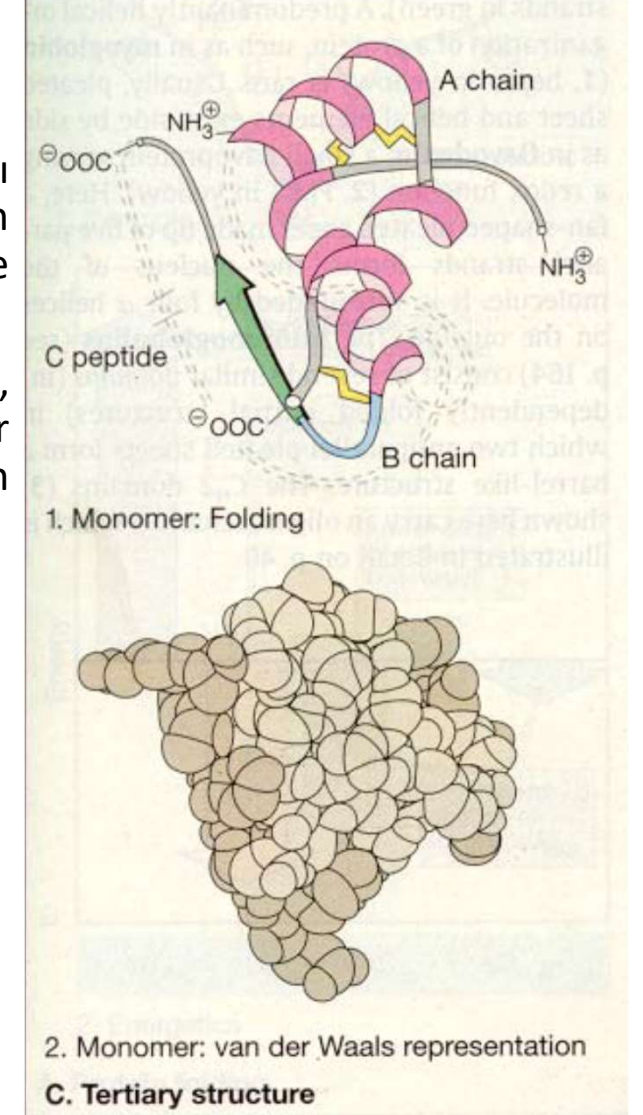
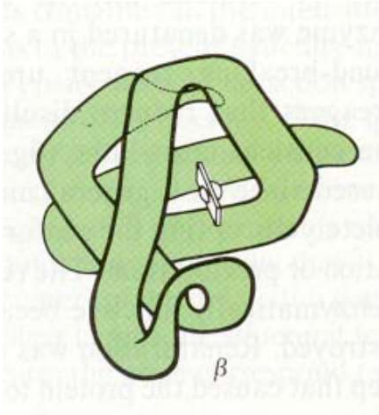
- polipeptit zincirin R- kalıntıları,  $\alpha$ -karbonlar etrafında dönüşler yaparlar; fakat polipeptit zinciri boyunca tekrarlanmış bir örneğine rastlanmayacak biçimde davranışlar olur.

### B-dönüşler

- $\beta$ -konformasyonu veya kırmalı tabaka yapısında belirli amino asit dizilimleriyle tabakalar arası dönüşler olabilir. Bu dönüşlerle paralel ve antiparalel tabakalar elde edilir..

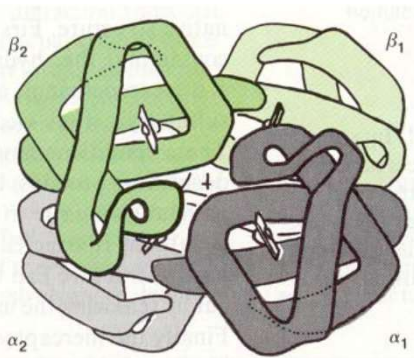
## Bir proteinin tersiyer (üçüncü) yapısı

- Bir proteinin tersiyer (üçüncü) yapısı, polipeptit zincirinin, sekonder yapı oluşumundan sonra, daha önce açıklanan bağlayıcı güçlerin hepsinin toplamı ile uzayda daha ileri katlanmalar veya lifler halinde düzenlenme sonucu oluşan globüler veya fibriler yapısıdır
- Bir proteinin tersiyer yapısının oluşmasına ve bu yapının sürdürülmesine, primer ve sekonder yapının oluşmasına katılan bağlardan başka Van der Waals çekimleri ve iyon bağları da katılır. Böylece, üç boyutlu, tam konformasyonlu ve yoğunlaşmış protein molekülü meydana gelir.



## Bir proteinin kuarterner (dördüncü) yapısı

- Bir proteinin kuarterner (dördüncü) yapısı, primer, sekonder ve tersiyer yapıya sahip polipeptit zincirlerinin daha büyük yapılı agregatlar halinde biraraya gelmesiyle oluşan yapıdır:
- Her proteinin kuarterner yapısı olmayabilir, fakat molekül ağırlığı 100.000'nin üzerinde olan bir protein genellikle kuarterner yapıya sahiptir.
- Bir proteinin kuarterner yapısını oluşturan polipeptit zincirlerinin her birine alt birim veya **monomer** denir
- Bu monomerler, hidrojen bağları, Van der Waals çekmeleri ve iyon bağları etkisiyle polimerize olmuşlardır.
- Bir proteinin kuarterner yapısını oluşturan monomerlerin tersinir düzleşmeleri veya ayrılmaları, konformasyon değişikliğine yol açar.
- Proteinlerin spesifik biyolojik fonksiyonları bunların konformasyonlarına bağlı olduğundan, konformasyonda meydana gelen değişiklik, proteinin biyolojik aktivitesinin kaybolmasına neden olabilir.
- Hemoglobin kuarternar yapısı:



## Proteinlerin yapılarına göre sınıflandırılmaları

- **Basit proteinler**
- Basit proteinler, yalnızca amino asitlerden oluşmuş; hidroliz olduklarında sadece amino asitleri veren, polipeptit zincirleri yapısındaki proteinlerdir. Basit proteinler, değişik niteliklerine göre alt gruplara ayrılarak incelenirler:
  - 1) **Globüler proteinler:** Molekülünün üç boyutlu şekli rotasyon elipsoid biçiminde olan proteinlerdir. Globüler proteinler de albüminler, globülinler, globinler, glutelinler, prolaminler, protaminler, histonlar gibi alt gruplara ayrılırlar
  - 2) **Fibriler proteinler:** Molekülünün üç boyutlu şekli çok gerilmiş elipsoid biçiminde olan proteinlerdir. kollajen; ligament ve diğer destek dokularda bulunan elastin; ipek fibroini gibi **Skleroproteinler** (Albüminoidler), **Fibrinojen**, **Miyozin** proteinleri fibriler proteindir.
- **Bileşik proteinler (Konjuge proteinler)**
- Bileşik proteinler (konjuge proteinler), amino asitlerden oluşmuş polipeptit zincirlerinin prostetik grup denen yapılara bağlanmasıyla oluşmuş; hidroliz edildiklerinde amino asitlerden başka değişik nitelikte kimyasal maddeler de veren proteinlerdir
- Glikoproteinler, Proteoglikanlar, Lipoproteinler, Fosfoproteinler , Nükleoproteinler , Metalloproteinler , Kromoproteinler bileşik proteinler sınıfına dahildir.
- **Türev proteinler**
- Türev proteinler, ilk iki protein grubunda yer alan proteinlerin belirli etkilerle değişmeleri sonucu oluşan proteinlerdir; primer türev proteinler ve sekonder türev proteinler olmak üzere iki alt grupta incelenirler.

- **1) Primer türev proteinler:** Peptit bağlarına dokunmadan, asit, baz ve ısı gibi etkilerle protein moleküllerinin değişmesi sonucu oluşmuş türev proteinlerdir; **denatüre tip proteinler** olarak da adlandırılırlar. Suda çözünmeyen bu proteinlerin seyreltik asitler ve enzim etkisiyle oluşanlarına **protean** denir; asit ve alkalilerin sürekli etkisiyle oluşanlarına **metaprotein** denir; kaynatma, çalkalama, UV ışınları ve etanol etkisiyle oluşanlarına **pıhtılaşmış protein** veya **koagule proteinler** denir.
- **2) Sekonder türev proteinler:** Peptit bağlarını kısmen yıkan asit veya enzimlerin etkisiyle oluşan türev proteinlerdir. Peptit bağlarının bu şekilde parçalanmasıyla protein molekülleri, gitgide daha küçük parçalara bölünürler. Böyle bir parçalanmada büyük parçalara **proteoz (albüminoz)** denir; küçük parçalara **pepton** denir; daha küçük zincirler de **polipeptitler** ve **peptitler**dir. Sekonder türev proteinler, kaynatmakla çökmez veya ısı ile pıhtılaşmazlar

## Proteinlerin biyolojik rollerine göre veya fonksiyonel olarak sınıflandırılmaları

- **1) Katalitik proteinler:** Biyokimyasal reaksiyonları katalize eden enzimler, yüksek derecede spesyalize proteinlerdir. **Amilaz, pepsin, lipaz** önemli katalitik protein veya enzim örnekleridirler.
- **2) Taşıyıcı proteinler (transport proteinleri):** Spesifik molekülleri veya iyonları bağlayıp bir organdan bir başka organa veya hücre membranının bir tarafından diğer tarafına transport eden proteinlerdir. **Serum albümin**, en iyi bilinen taşıyıcı proteindir; bilirubin, kalsiyum, yağ asitleri ve birçok ilaç serum albümine bağlanarak taşınır. **Hemoglobin**, oksijen taşıyan; **lipoproteinler**, lipid taşıyan; **transferrin**, demir taşıyan önemli taşıyıcı protein örnekleridirler. Bütün organizmaların plazma membranlarında ve intrasellüler membranlarında bulunan taşıyıcı proteinler, glukoz, amino asitler ve diğer maddeleri bağlarlar; bunları membranın bir tarafından diğer tarafına taşırlar. **3) Besleyici ve depo proteinler:** Yumurta akının esas proteini **ovalbümin**, sütün esas proteini **kazein** besleyici proteinlerdir; bir çok bitki tohumu da çimlenen tohumun büyümesi için gerekli besleyici proteinleri depolamıştır. **Ferritin**, demir depolayan proteindir.
- **4) Kontraktıl proteinler:** Kasılabilen veya kendiliğinden hareket edebilen proteinlerdir. **Miyozin** ve **aktin**, iskelet kaslarının kontraktıl sisteminde ve aynı zamanda bir çok kas olmayan hücrede işlev görür. **Tubulin**, mikrotubilleri oluşturan proteindir. Hücrelerde bulunan mikrotubuller, hücreleri yürütmek için kamçı ve kirpiklerdeki **dynein** proteini ile birlikte hareket eder.
- **5) Yapısal proteinler:** Tendonların ve kıkırdağın esas yapısını, çok yüksek gerilme gücüne sahip **kollajen** oluşturmuştur; kösele, hemen hemen saf kollajendir. Ligamentler, iki boyutta gerilme yeteneğinde bir yapısal protein olan **elastin** içerirler. Saç, tırnak ve tüyler, **keratin** içerirler. İpek liflerinin ve örümcek ağlarının esas komponenti **fibroin**dir. Bazı böceklerin kanat eksenleri, **resilinden** yapılmıştır.

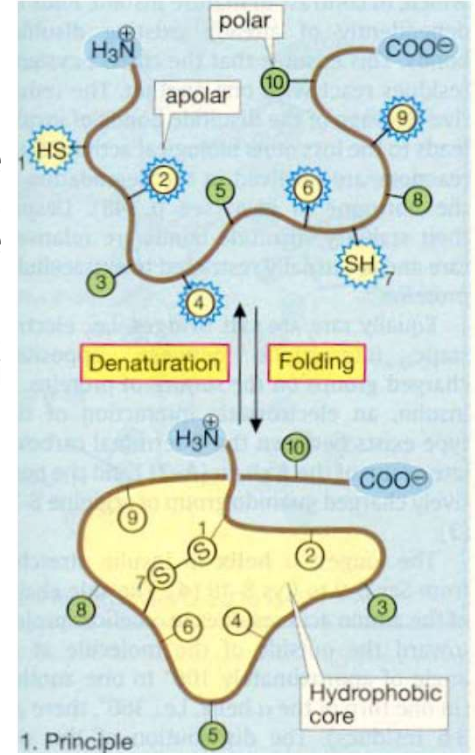


- **6) Savunma (defans) proteinleri:** Organizmaları diğer türler tarafından istilaya karşı savunan, organizmayı hasardan koruyan proteinlerdir. **İmmüoglobülinler**, omurgalıların lenfositleri tarafından yapılan, spesialize (özgüleşmiş) proteinlerdir; organizmayı istila eden bakterileri, virüsleri veya başka türe ait yabancı proteinleri (antijenler) tanıyabilirler ve presipite edebilirler (çöktürebilirler) veya nötralize edebilirler. **Fibrinojen** ve **trombin** gibi **kan pıhtılaşma proteinleri**, vasküler sistem yaralandığında yaralanan yerin kan pıhtısı ile kapatılarak kan kaybının önlenmesini sağlarlar. **Yılan zehirleri, bakteriyel toksinler** ve **risin** gibi toksik bitki proteinleri, aynı zamanda savunucu fonksiyonlara sahip gibi görünmektedirler. Savunma proteinlerinin fibrinojen, trombin ve bazı zehirler dahil bazıları, aynı zamanda enzimdirler.
- **7) Düzenleyici proteinler:** Sellüler düzenleme veya fizyolojik aktiviteye yardım eden proteinlerdir. **İnsülin, büyüme hormonu** gibi bazı hormonlar, düzenleyici proteinlerdir;
- insülin, şeker metabolizmasının düzenlenmesinde etkilidir; büyüme hormonu ise büyümenin düzenlenmesinde etkilidir. Bir çok hormonal sinyal için sellüler yanıtta, sıklıkla G proteinler denen, GTP-bağlayan proteinler sınıfı aracı olur. Bazı düzenleyici proteinler, DNA'yı sarar; enzimlerin ve RNA moleküllerinin biyosentezini düzenlerler.
- **8) Fonksiyonları henüz daha fazla bilinmeyen çok sayıda proteinde vardır.**

# Proteinlerin özellikleri

## 1) Proteinler, çeşitli etkilerle denatüre olurlar.

- Bir proteinin denatürasyonu, proteinin tersiyer yapısının bozulması, sekonder ve primer yapısının korunması biçiminde olursa **reversibl** (geri dönüşümlü, tersiniz)'dür. Denatüre olmuş bir proteinin tekrar eski haline dönmesine renatürasyon denir
- Bir proteinin denatürasyonu, proteinin tersiyer ve sekonder yapısının bozulması, yalnızca primer yapısının korunması biçiminde olursa **irreversibl** (geri dönüşümsüz, tersinmez)'dür.
- Bir proteinin denatürasyonu, çoğu kez hidrojen bağlarını yıkan etkilerle olur.
- Bir proteinin denatürasyonuna neden olan etkiler şunlardır:
  - Isı, X-ışını ve UV ışınlar,
  - ultrason,
  - uzun süreli çalkalamalar,
  - tekrar tekrar dondurup eritmeler,
  - Asit veya, alkali etkisi,
  - organik çözücülerin etkisi,
  - derişik üre ve guanidin-HCl etkisi,
  - salisilik asit gibi aromatik asitlerin etkisi,
  - dodesil sülfat gibi deterjanların etkisi



- **2) Proteinler, amfoter maddeler yani amfoter elektrolit veya amfolittirler**
  - hem asit hem baz gibi davranma özellikleri vardır.
    - a) Proteinlerin hem baz hem asit bağlama özellikleri vardır.
    - b) Proteinlerin hem negatif iyon hem pozitif iyon bağlama özellikleri vardır.
    - c) Proteinlerin su bağlama ve bağlı suyu verme yetenekleri vardır.
    - d) Proteinler, elektriksel alanda farklı hızlarda göç ederler
- **3) Proteinler, polipeptit zincirindeki peptit bağlarının su girişi ile yıkılması sonucu hidroliz olurlar.**
  - Proteinlerin kısmi hidrolizi ile proteozlar, peptonlar ve peptitler oluşur; tam hidrolizi ile amino asitler oluşur.
  - Proteinlerin hidrolizi, kaynatma, asit etkisi ve enzim etkisiyle olabilir