



KGPI 31 GIDA KİMYASI





PROTEINLER

GİRİŞ

- İnsan, hayvan ve bitki hücrelerinin esas yapısı proteinlerdir ve hücrelerin çoğalması için gereklidir. Proteinler büyük moleküllü maddelerdir, molekül ağırlıkları birkaç bin ile milyonlar arasında değişir.
- Vücudun bütün hücrelerinin büyük bir bölümü proteinlerden yapılmıştır ve bu hücreler sürekli olarak değişip yenilenmektedir. Eğer vücut proteini yeterli alamazsa, yıkılan hücreler yenilenemez, yapım onarım işleri yapılamaz, büyüme gerçekleşmez.
- Protein kelimesi eski Yunanca'da **'ilk önce gelen'**, **'birinci sıradan'** anlamındaki proteois kelimesinden kaynaklanmıştır. Latincedeki karşılığı 'yaşayan varlıklar için elzem azotlu öge'dir.

Proteinler temelde

- % 50-55 karbon,
- % 6-7 hidrojen,
- % 20-23 oksijen,
- % 12-19 azot ve
- %0.2-3.0 kükürt içeren ve yalnızca ribozomlarda sentezlenen bileşiklerdir.
- Bazı proteinlerde bunlardan başka P, Fe, Zn, Cu gibi elementler de bulunabilmektedir.

- 
- 
- Proteinler bazen bir polipeptidten bazen de birkaç polipeptidin bir araya gelmesiyle de oluşabilir. Her bir polipeptid zinciri (protein)
 - ❖ belli bir aminoasit sayısına,
 - ❖ dizgilenmesine,
 - ❖ belirli bir molekül ağırlığına,
 - ❖ kimyasal içeriğe ve
 - ❖ üç boyutlu bir yapıya sahiptir.

 - ❖ Bazı proteinler aminoasitlerin yanı sıra karbonhidrat, lipid, mineral madde ve renk maddeleri (pigmentler) gibi diğer yapıtaşlarını da içerir.

- Bitkiler kendi proteinlerini kök ve yapraklardan emilen inorganik kaynaklardan (CO_2 , su ve azot) sentezleyebilmektedir. Bitkiler sentezleme sırasında inorganik azot kaynaklarını kullanabildikleri halde, insan ve hayvanlar kendi vücut proteinlerini sentezleyebilmek için gerekli azot kaynağını bitkisel ve hayvansal proteinlerden sağlamak zorundadırlar.
- İnsan vücuduna giren proteinler, sindirim sonucu aminoasitlere kadar indirgenmektedir.
- İnsan vücudu, bu aminoasitleri genlerin (DNA –Deoksiribo nükleik asit) denetiminde, belirli bir diziliş sırasında birleştirerek kendine özgü proteinlerini elde ederek kullanmaktadır.

AMİNOASİTLER

- **Proteinlerin temel yapı taşı aminoasitlerdir.**
- Bugüne kadar belirlenmiş 20 aminoasit bulunmaktadır. Aminoasitler dallanmış yapıda hidrokarbon zincirleridir.
- Aminoasitler birbirlerine peptid bağlarıyla bağlanarak peptidleri oluşturur. Peptidler ise proteinleri meydana getirir.

- İki aminoasit yan yana geldiğinde COOH ve NH₂ grupları arasında bağlanma meydana gelir ve bu bağa "**peptid bağı**" adı verilir.
- Bağlanma sırasında ise bir su molekülü sebest kalır. İki aminoasidin yalnızca uç kısımlarını yani karboksil ve amino gruplarının bağlanması şu şekilde olur;



- Denklemden COOH birinci aminoasidin bir ucu, NH_2 ise ikinci aminoasidin diğer ucunu temsil etmektedir. Bu uçlar yan yana geldiklerinde COOH grubundan bir oksijen ve NH_2 grubundan bir hidrojen serbest kalır.
- Böylelikle serbest kalan bu atomlar aralarında bağ yaparak suyu oluşturur. İki aminoasidin yan yana gelmesiyle oluşan peptid bağına "**dipeptid**", üç veya daha fazla (yüzlerce ya da binlerce) aminoasidin yan yana gelmesiyle oluşan zincirdeki peptid bağlarına ise "**polipeptid**" adı verilir.

- Aminoasitlerin net yük, çözünürlük, kimyasal reaktivlik, hidrojen bağlama gücü gibi bazı fizikokimyasal özellikleri R grubunun (çeşitli aminoasitleri meydana getiren değişken grup) kimyasal doğasına bağlıdır.
- Genellikle proteinlerde büyüklük, şekil, yük, hidrojen bağlama yeteneği ve kimyasal etkileşimde farklı 20 çeşit yan zincir (R grubu) bulunur. Proteinler aracılığı ile yürütülen işlevlerin çok olması genelde bu 20 yapı taşının yani aminoasidin farklı sayıda ve düzende sıralanmasındadır.

AMİNOASİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

- Aminoasitler çeşitli şekilde sınıflandırılabilir

I. Moleküllerin Zincir Ve Halka Yapılarına Göre

- **Alifatik (yan zincir içeren) aminoasitler:** Alkil kökü düz veya dallanmış karbon zincirinden meydana gelmiştir. Bunlar; glisin (en basit aminoasit), **alanin, valin**, lösin, izolösin, aspartik asit, glutamik asit, **lizin**, hidroksilizin, serin, treonin, sistein ve sistin, mitionin, arginindir.
- **Halkalı (aromatik) aminoasitler:** Karbon atomları halka oluşturacak biçimde bağ yapmıştır. Bunlar; **fenilalanin**, tirozindir.
- **Heterosiklik aminoasitler:** **Triptofan**, prolin, hidroksprolin, histidindir.

■ **Organizmada Sentez Edilip Edilmediğine Göre**

- **Temel olmayan (ekzojen) aminoasitler:** Elzem veya esansiyel amino asitler dedenir. Vücudumuzda sentezi yapılamaz. Besin maddelerinde yeter miktarda vardır. Organizmadaki azot dengesinin devamı için bu aminoasitlerin besinlerle dışarıdan alınması şarttır.Lizin, lösin, izölösin, metiyonin, treonin, triptofan, fenilalanin ve valin olmak üzere 8 tanedir ve bebeklerde bunlara ek olarak arjinin ve histidindir.
- **Temel aminoasitler (endojen):** bunları başta karbonhidratlar olmak üzere diğer gıda maddelerinden sentezleyebilmektedir. Bunlar: glisin,alanin, aspartik asit, glutamik asit,sistin,prolin, hidroksiprolin, serin, tirozin, (arjinin,histidin).

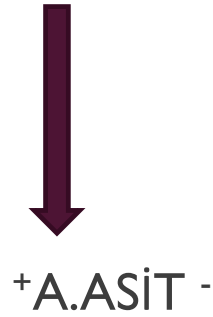
AMİNOASİTLERİN ÖZELLİKLERİ

I. İyonik özellikler (Dissosiyasyon, izoelektrik nokta)

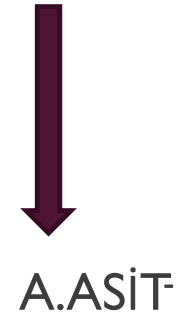
- Aminoasitlerinin yapısında bulunan amino (-NH₂) ve karboksil (-COOH) grupları sulu çözeltilerinin asidik, bazik ya da amfoter karakter (bileşiğin hem asit hem de baz özelliği taşıması yani asidik ortamda baz, bazik ortamda asit gibi davranması) kazanmalarına neden olur.
- Çözeltinin amfoter özellik gösterdiği pH'ya izoelektrik nokta denir ve her aminoasit için spesifik bir değerdir. Bu özelliğinden dolayı elektroforez denilen aletle kolayca birbirinden ayrılırlar ve miktarları da belirlenebilir.



ASİT ORTAM
(KATYON HALDE)



İZOELEKTRİK NOKTA
(ZWİTTERİON HALDE)



ALKALİ ORTAM
(ANYON HALDE)

2. Çözünürlük

- Aminoasitler tuz benzeri yapıları nedeniyle kararlı, kristal yapıdadır ve genellikle suda, seyreltik asit ve bazlarda çözünürler. Polar karakterleri nedeniyle alkollerdeki çözünürlükleri güç olup diğer organik çözücülerde de (eter vb) çözünmemektedirler.

3. UV absorpsiyonu

- Aminoasitlerin maksimum UV absorpsiyonunu ve floresans özelliğini farklı dalga boylarında gösterir. Proteinlerdeki yapısal değişimler, bu aminoasitler üzerinden gözlenen absorbans ve floresans değişimleri takip edilerek belirlenebilmektedir.

4. Optik aktivite

- Glisin dışındaki tüm aminoasitlerin karbon atomu asimetriktir, yani dört farklı grup bağlanmıştır. Bu da optikçe aktif olmalarına neden olur. Polarize ışığı sağa çevirenler “+, dekstrorotary”, sola çevirenler “-, levorotary” olarak bilinirler.
- Doğal aminoasitler L formunda bulunur ve proteinlerin yapısına giren amino asitlerdir, D formundaki amino asitler ise atipik aminoasitlerdir vücut tarafından kullanılamaz bu yüzden doğal olmayan aminoasitler de denir. Bazı bakterilerin hücre duvarları ile antibiyotiklerin yapısında bulunurlar. Doğadaki aminoasitler çoğunlukla L- (+) durumundadırlar.

5. Aminoasitlerin renk reaksiyonları

- Aminoasitler ve yapılarında aminoasit bulunan proteinler kimyasal maddelerle renkli reaksiyonlar verir. Bu reaksiyonlardan yararlanarak aminoasitlerin ve proteinlerin kantitatif tayinleri yapılır.
- Ninhidrin aminoasitlerin tanınmasında kullanılan önemli bir maddedir. Aminoasitlerin ninhidrin ile kaynatılması ile mavi-menekşe renk oluşur. Bu durum çalışılan örnekte amino asitin varlığını kanıtlar.

PROTEİNLERİN YAPISI

- Peptidler peptid zincirinde yer alan aminoasit sayısına göre mono, di, tri gibi ön ekler verilerek isimlendirilirler.
- Genel bir kural olarak yapısında 10 kadar aminoasit içeren peptid zincirleri oligopeptid, daha uzun zincirli peptidler ise polipeptid olarak adlandırılır.

Proteinlerin Yapı Dereceleri	Aminoasit Molekül Sayısı
Dipeptidler	2
Tripeptidler	3
Tetrapeptidler	4
Oligopeptidler	5-10
Polipeptidler	11-100
Makropeptidler(pentonlar)	100'ün üzerinde

- Proteinlerin pek çoğu tek bir polipeptid zincirinden oluşur (myoglobin). Bazıları ise birbirlerinin aynı ya da farklı olan iki veya daha fazla polipeptidlerden meydana gelebilir.
- Her proteinin karakteristik üç boyutlu doğal bir yapısı vardır. Üç boyutlu yapısı bozulmuş (denatüre olmuş) bir protein biyolojik etkinliğini de kaybeder.
- Proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapılarını oluşumundan primer, sekonder, tersiyer ve kuarterner olarak adlandırılan yapılar sorumludur. Primer yapı her proteinde yer almakta, buna karşılık bazı proteinler sekonder yapıda bazıları ise tersiyer veya kuarterner yapıda kendilerine özgü üç boyutlu yapılarına kavuşmaktadır.

PRIMER PROTEIN YAPISI

Bir protein molekülünü oluşturan polipeptid zinciri veya zincirlerindeki aminoasit sıralanışı proteinlerin primer yapısını oluşturur.

SEKONDER YAPI

- Peptid zinciri üzerinde belirli bölgeler yan zincirlerle ve/veya kendi üzerine katlanarak bağlar oluşturur. Polipeptid zincirindeki bu katlanmalar periyodik olarak tüm zincir boyunca yinelenir. İki elektronegatif atom arasındaki hidrojen bağı polipeptid zincirinde heliksel yapı oluşmasına neden olur. Sekonder proteinler heliksel yapıda ya da plakalı yapıda olabilir. Bu yapılar kararlılık kazandıran aynı polipeptid zinciri üzerinde kurulan H köprüleridir ve en stabil yapı göstereni α -heliks proteinlerdir. α -heliks proteinlerin çoğunda heliksin bir yüzü hidrofobik (su sevmeyen) iken diğer yüzü ve yan zincirler hidrofilik (su seven) kalıntılarla bağlanmıştır.
- Plakalı protein yapısı heliksel yapıdan farklı olarak pili benzeri yapı oluşturacak şekilde katlanmalar gösterir. Plakalı yapılarda hidrojen köprüleri farklı polipeptid zincirleri arasında kurulur.

TERSIYER YAPI (ÜÇÜNCÜL YAPI)

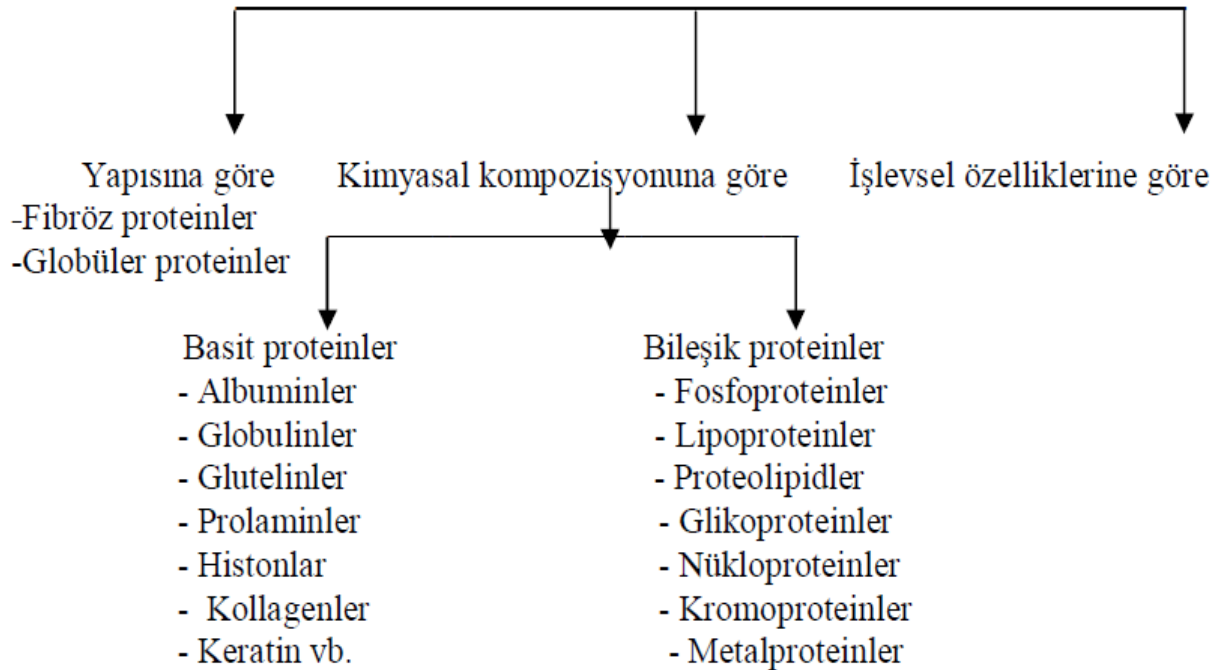
- Protein molekülünün yuvarlak veya elipsoid bir şekil alabilmesi için ikinci yapıyı meydana getiren dizilişlerin üst üste katlanması veya yumak şeklinde sarılması gerekmektedir. Bu ise yan zincirlerin reaksiyona girmesi ile mümkün olur. Helezon yapısı veya düz tabaka yapısı dışında kalan zincirlere ait gruplar veya atomların meydana getirdikleri çeşitli bağlar ve güçler protein molekülünün içerisinde pek az boşluk bırakan sıkı ve belirli bir şekil almasını sağlar ve tersiyer yapıyı oluşturur.

KUARTERNER YAPI (DÖRDÜNCÜL YAPI)

- Birden fazla polipeptid zinciri (alt birimi) içeren proteinlerde polipeptid zincirleri tersiyer yapıyı oluşturan aynı bağ tipleriyle birbirleriyle salkımlar, topluluklar yaparak birleşir ve kuarterner yapıyı oluşturur. Hemoglobinin yapısında her biri myoglobine benzer dört protein monomeri (alt birimi) birbirine kuarterner yapıyı oluşturmak üzere çok sıkı bir şekilde bağlanmışlardır.

PROTEİNLERİN SINIFLANDIRILMASI

Proteinlerin Sınıflandırılması



YAPISINA GÖRE PROTEİNLER

- Proteinler konfigürasyon tipine göre; fibröz ve globüler olmak üzere ikiye ayrılır.
- **Fibröz proteinler**
- **Globüler proteinler**

KİMYASAL KOMPOZİSYONLARINA GÖRE PROTEİNLER



- Proteinler kimyasal kompozisyonlarına göre basit ve bileşik proteinler olarak ikiye ayrılabilirler. Burada çözünürlük özelliği sınıflamada temel olarak görev üstlenmektedir.



- **Basit Proteinler**

- Hidrolize olduklarında yalnızca aminoasitleri ve türevlerini veren proteinlerdir. Başlıca basit proteinler şunlardır: Albuminler, Globulinler, Glutelinler, Prolaminler , Histonlar, Kollagenler, Keratin vb.

- **Bileşik Proteinler (Konjuge Proteinler, Proteidler, Heteroproteinler)**
- Basit protein ve buna zayıf veya çok sağlam bir şekilde bağlanmış protein olmayan bazı maddelerden kurulmuşlardır. Hidroliz edildiklerinde aminoasitlere ek olarak bileşik proteinin cinsine göre nükleik asit, karbonhidrat, fosforik asit ve lipit gibi maddeler verir.
- Başlıca bileşik proteinler şunlardır;

- 
- 
- **Fosfoproteinler**
 - **Lipoproteinler**
 - **Proteolipidler**
 - **Glikoproteinler ve mukoproteinler (mukoidler)**
 - **Nükleoproteinler**
 - **Kromoproteinler**
 - **Metalproteinler**

I. PROTEİNLERİN MOLEKÜL AĞIRLIKLARI

- Proteinler yüksek molekül ağırlıklarına sahip bileşiklerdir. Proteinlerin molekül ağırlıkları çeşidine göre değişmektedir.

2.PROTEİNLERİN İYONLAŞMA ÖZELLİĞİ

- İyonlaşabilen fonksiyonel grupların pek çoğu yan zincirlerden kaynaklanmaktadır. Proteinin kendine özgü bir izoelektrik pH noktası vardır. Bu noktada proteindeki pozitif ve negatif yüklerin toplamı kesinlikle birbirine eşittir ve net yük sıfır, toplam yük ise maksimumdur. Toplam yük proteindeki bütün pozitif ve negatif yüklerin toplamı, net yük ise pozitif ve negatif yüklerin farkıdır. Ortam pH'nın düşmesi veya yükselmesi, net yükü maksimuma doğru artırma eğiliminde iken toplam yük daima izoelektrik noktadan daha düşük olur.

3.PROTEİNLERİN ÇÖZÜNÜRLÜK ÖZELLİĞİ

- Proteinlerin çözüdüğü ortamlar genellikle su, gliserol, dietilformamit, dimetilformamit veya formik asit gibi kuvvetli polar çözücülerdir. Çözünürlük protein yapısındaki hidrolik (polar) ve hidrofobik (apolar) gruplara bağlı olarak değişmektedir.

4. PROTEİNLERİN ÇÖKELME ÖZELLİĞİ

- **Proteinlerin izoelektrik noktada (pH) çöktürülmesi:** Proteinlerde aminoasitler gibi izoelektrik noktalarında çok düşük çözünürlük özelliği gösterir. Proteinin izoelektrik nokta pH'ında, yüksüz olup elektriksel bir alanda kutuplara hareket edemez durumdadır.
- **Ağır metal ve tuzları ile çöktürme:** Hg^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} , Ag^{+} , Au^{+} , Pb^{+4} gibi pozitif ağır metal iyonları ve bunların tuzları ($HgCl_2$, kurşun asetat vb) bazik koşullarda proteinleri çökeltirler. Bu iyonlar, proteinlerdeki - SH (sülfidril) grupları ile sülfidleri oluşturduklarından proteinlerin denatürasyonuna neden olur.

- **Asit ile çöktürme:** Hidroklorik, sülfirik, nitrik ve asetik asit gibi asitler, sulu çözelti halinde proteinleri çöktürürler. Çöktürme işlemi, ısı işlemlerle daha da hızlandırılabilir. Bu tip çöktürme, pH'daki hızlı değişim nedeniyle proteinlerin denatürasyonu ile sonuçlanır.
- **Nötral tuzlarla çöktürme**
- **Organik çözücülerle çöktürme**

5. PROTEİN DENATÜRASYONU

- Protein molekülünün sekonder, tersiyer ve kuarterner yapılarındaki bağların parçalanmasına denatürasyon denir. Yani protein molekülünün üç boyutlu yapısı bozulur.
- Proteinlerin denatürasyonunda primer yapı (peptid bağları) korunmakla birlikte molekülün 2., 3. ve dördüncül yapısını oluşturan özellikle H bağları ve disülfid bağları gibi bağlar koparlar. Moleküldeki katlanma ve sarılmalar çözülür. Protein denatürasyonunda en belirgin gösterge molekülün sudaki çözünürlüğünün azalmasıdır. Denatürasyon geri dönüşümsüz bir olaydır.



- Denatürasyonun diğer etkileri ise:

1. Proteinin peptid bağları proteolitik enzimlerle hidroliz için daha uygun hale gelir
2. Protein molekülünün enzimatik aktivitesi varsa ya azalır ya kaybolur
3. Proteinin kristalleşmesi mümkün olmaz
4. Protein viskozitesi artar
5. Protein solüsyonunun optik rotasyonu artar

■ Denatürasyona çeşitli etkenler yol açabilir:

1. Protein molekülünün izoelektrik noktası civarında ısıtılması (koagülasyon)
2. Kuvvetli asit ve alkali etkisi
3. Yüksek pH
4. Konsantre üre
5. Organik solventler
6. Aromatik asitler
7. Deterjanlar
8. Fazla çalkalama
9. UV ve infrared ışınları
10. İyonize radyasyon

KAYNAKLAR

- Demirci, M., 2010. Gıda Kimyası. Gıda Teknolojisi Derneđi Yayın No: 40.
- Saldamlı, İ. 1998. Gıda Kimyası. H. Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliđi Bölümü, Ankara.
- Tayar, M. ve Çıbık, R., 2011. Gıda Kimyası. Dora Yayıncılık.