

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

GIDA TEKNOLOJİSİ

PROTEİNLER

Ankara, 2016

- Bu modül, Mesleki ve Teknik Eğitim okul / kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. AMİNO ASİTLER.....	2
1.1.Amino Asitlerin Yapısı	3
1.2. Amino Asitlerin Sınıflandırılması.....	5
1.3. Amino Asitlerin Özellikleri	9
1.3.1. Amino Asitlerin Fiziksel Özellikleri	9
1.3.2. Amino Asitlerin Kimyasal Özellikleri	12
UYGULAMA FAALİYETİ	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	24
2. PROTEİNLER	24
2.1. Proteinlerin Yapısı	25
2.1.1. Primer Yapı (Birincil Yapı)	26
2.1.2. Sekonder Yapı (İkincil Yapı).....	27
2.1.3. Tersiyer Yapı (Üçüncül Yapı)	28
2.1.4. Kuarterner Yapı (Dördüncül Yapı).....	29
2.2. Proteinlerin Sınıflandırılması.....	30
2.2.1. Proteinlerin Yapılarına Göre Sınıflandırılması.....	30
2.2.2. Proteinlerin Şekillerine Göre Sınıflandırılması	31
2.2.3. Biyolojik Rollerine Göre Proteinlerin Sınıflandırılması.....	32
2.3. Proteinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	32
2.3.1. Proteinlerin Molekül Ağırlıkları	33
2.3.2. Proteinlerin İyonlaşma Özelliği.....	33
2.3.3. Proteinlerin Çözünürlük Özelliği.....	34
2.3.4. Proteinlerin Çökelme Özellikleri.....	34
2.4. Proteinlerin Kalitesi ve Protein Kaynakları	36
2.5. Günlük Protein İhtiyacı Hesaplamaları	37
2.6. Proteinlerin Vücuttaki Görevleri.....	38
2.7. Gıdalara Uygulanan İşlemler Sırasında Proteinlerde Görülen Değişmeler.....	39
2.7.1. Hidrasyon Özelliği.....	39
2.7.2. Çözünme Özelliği	40
2.7.3. Viskozite Özelliği	40
2.7.4. Jelleşme Özelliği.....	41
2.7.5. Yapı (Tekstür) Oluşturma Özelliği	41
2.7.6. Ara Yüzey Özelliği	41
2.7.7. Hamur Oluşturma Özelliği	41
2.7.8. Emülsiyon Oluşturma Özelliği	42
2.7.9. Köpürme Özelliği	42
2.7.10. Tat - Koku Bağlama Özelliği.....	43
2.8. Protein Denatürasyonu ve Koagülasyonu	43
2.9. Proteinlerin Gıda Sanayinde Kullanımı	45
2.10. Nükleik Asitler.....	47
2.11. Nükleik Asitlerin Yapısı	48
2.12. Nükleik Asitlerin Bulunduğu Besinler.....	51

UYGULAMA FAALİYETİ	52
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	53
MODÜL DEĞERLENDİRME	55
CEVAP ANAHTARLARI	58
KAYNAKÇA	59

AÇIKLAMALAR

ALAN	Gıda Teknolojileri
DAL	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Proteinler
MODÜLÜN SÜRESİ	40/24
MODÜLÜN AMACI	Bilimsel yöntemlere uygun olarak amino asit ve proteinlerin yapı, çeşit ve genel özellikleri, vücuttaki görevleri, kimyasal reaksiyonları ve gıda endüstrisindeki kullanım alanları ile ilgili bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none">1. Bilimsel yöntemlere uygun olarak proteinlerin yapılarını, çeşitlerini, genel özelliklerini ve vücuttaki görevlerini tanımlayabileceksiniz.2. Bilimsel yöntemlere uygun olarak proteinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini örneklerle açıklayabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Laboratuvar, sınıf Donanım: Beher, pipet, bunzen beki, saf su, örnek, hassas terazi, ninhidrin, Glisin, tirozin, triptofan, üç ayak, yumurta, Cu_2SO_4 , NaOH , deney tüpü
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Proteinler bütün canlı organizmaların en önemli maddeleridir. Canlıların büyümeleri, üremeleri, kalıtım özelliklerinin bir nesilden diğer bir nesle taşınması protein ihtiva eden maddelerin aracılığı ile olmaktadır.

Protein hücre yapısının temel organik maddesidir. Virüslerden başlayarak, en küçük canlıdan insana kadar her canlı için yapısal ve yaşamsal önem taşır. Yaşamla ilgili her metabolik tepkimede doğrudan veya dolaylı şekilde proteinlerin rolü vardır.

Vücut proteini yeterli alamazsa, yıkılan hücreler yenilenemez, yapım onarım işleri yapılamaz, büyüme gerçekleşmez. Proteinlerin özelliklerini bilmek, onlardan daha fazla ve etkin yararlanabilmemizi kolaylaştırır.

Siz de bu modül ile gıdalarda bulunan ve canlılar için çok önemli olan amino asitleri ve proteinleri özellikleri ile birlikte tanıyacak ve ileriki yaşantınızda kullanabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Bilimsel yöntemlere uygun olarak proteinlerin yapılarını, çeşitlerini, genel özelliklerini ve vücuttaki görevlerini tanımlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Amino asitler vücudumuz için neden önemlidir? Araştırınız. Araştırmanınızı görsel sunu haline getirerek sınıf ortamında sununuz.

1. AMİNO ASİTLER

Amino asitler proteinlerin yapıtaşlarıdır. Bu nedenle proteinleri tanımak için öncelikli olarak amino asitler hakkında bilgi edinmek gerekir.

Amino asitlerin temel elementleri karbon, hidrojen, oksijen ve nitrojendir. Proteinler kaynaklarına göre farklı Amino asitleri farklı miktarlarda içerirler.

Doğada 300 kadar farklı amino asit bulunmakla birlikte, bunların standart amino asitler diye bilinen 20 tanesi, DNA tarafından kodlanan ve proteinleri oluşturan birimlerdir. Proteinler DNA daki kalıtsal şifreye göre sentezlenir. Bu şifre amino asitlerin sayısı, sıralanışı ve tekrarlanışını belirler. İnsan vücudu standart amino asitlerin 8 tanesi dışında hepsini sentezleyebilmektedir. Vücudun bu 8 amino asiti sentezleyememesin sebebi vücutta bununla ilgili gen – enzim sistemi bulunmamasıdır. Amino asitler hormonlar, enzimler, antikorlar, kas, göz, proteinleri gibi sayısız proteinlerin sentezinde rol alırlar. Amino asitler kısaca a.a veya A.A olarak gösterilebilirler.

AMİNOASİT ADI	KISALTMA		AMİNOASİT ADI	KISALTMA	
Glisin	Gly	G	Treonin	Thr	T
Alanin	Ala	A	Metiyonin	Met	M
Valin	Val	V	Sistein	Cys	C
Lösin	Leu	L	Asparajin	Asn	N
İzolösin	Ile	I	Glutamin	Gln	Q
Prolin	Pro	P	Aspartat	Asp	D
Fenilalanin	Phe	F	Glutamat	Glu	E
Tirozin	Tyr	Y	Lizin	Lys	K
Triptofan	Trp	W	Arjinin	Arg	R
Serin	Ser	S	Histidin	His	H

Tablo 1.1: Temel amino asitler

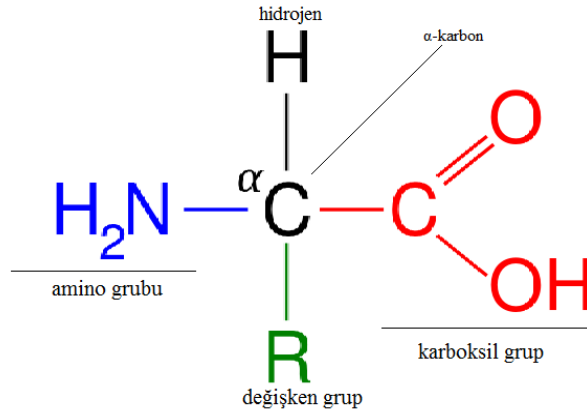
1.1.Amino Asitlerin Yapısı

Tüm 20 a.a. de ortak olan yapı:

- Bir C atomuna bağlı olarak;
- H (hidrojen),
- Karboksil grup (-COOH)
- Amino grup (-NH₂)
- Değişken Yan zincirler (R=Akil grup)'dir.

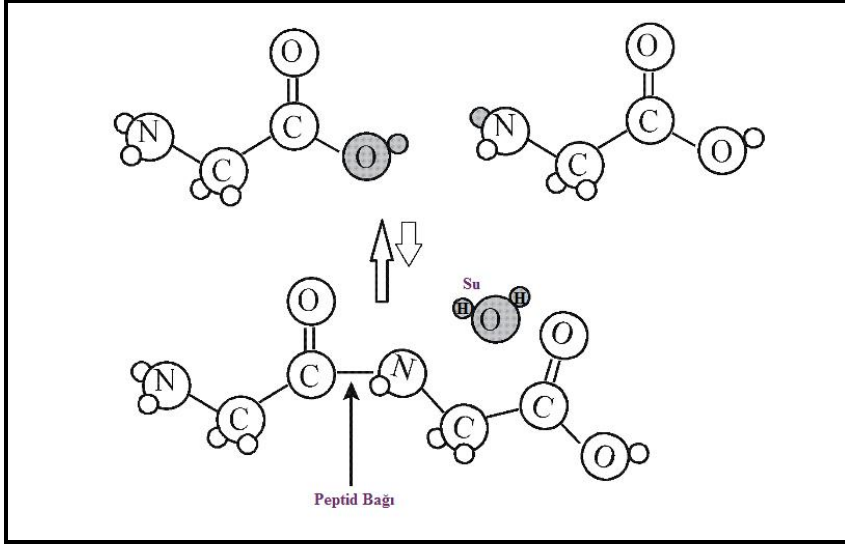
Akil veya aril denilen ve "R" ile gösterilen değişken grup, çeşitli amino asitler meydana getirir.

Hem amino grubunun, hem karboksil grubunun bağlı olduğu karbona " α -karbon" denir. Dolayısıyla proteinleri oluşturan amino asitlerin hepsi, α amino asitlerdir.



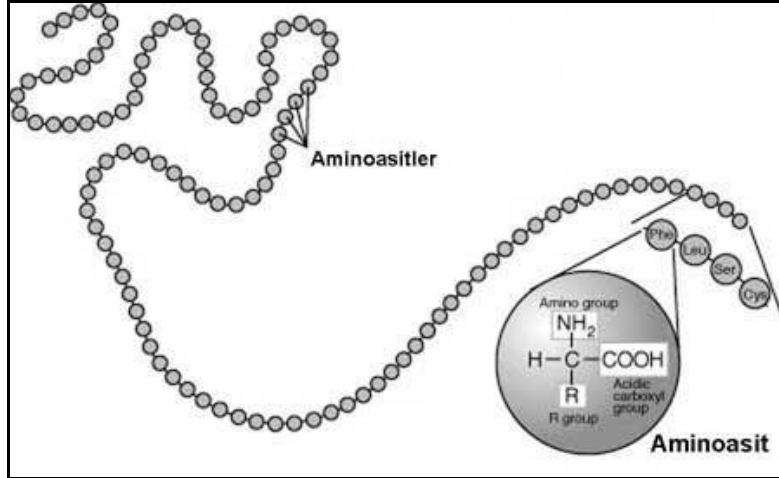
Şekil 1.1: Amino asitlerin ortak yapısı

Amino asitler birbirlerine amino ve karboksil gruplarıyla bağlanır. Bir amino asitin karboksil taşıyan karbon atomu ile diğer aminoasidin amino grubundaki azot atomu arasında bir peptit bağı oluşur ve su açığa çıkar.



Şekil 1.2. Peptit bağı oluşumu

Proteinler çok sayıda amino asidin birleşmesinden oluşur. İki amino asitin birleşmesinden dipeptit oluşur. Eğer üç sayıda amino asit birleşirse tripeptit ve çok sayıda amino asit birleşmişse polipeptit meydana gelir.



Şekil 1.3. Amino asitlerin oluşturduğu bir polipeptid zinciri

Proteinler düz amino asit zincirlerinden meydana gelmesine rağmen oldukça karmaşık yapılara sahiptir. Bunun nedeni zincirdeki bazı amino asitlerin birbirleriyle ikinci veya üçüncü bir bağ yapmasındandır.

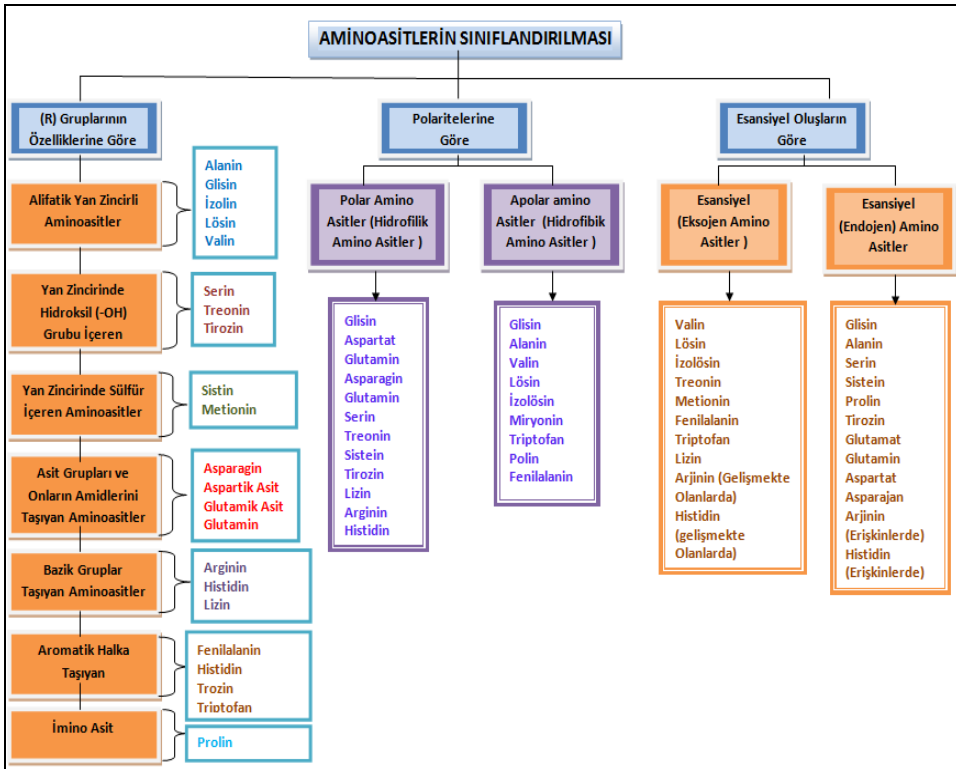
1.2. Amino Asitlerin Sınıflandırılması

Amino asitlerin sınıflandırılması genellikle yan zincirlerin (R) gruplarının özelliklerine göre yapılmaktadır. Bunlar:

- Alifatik yan zincirli amino asitler

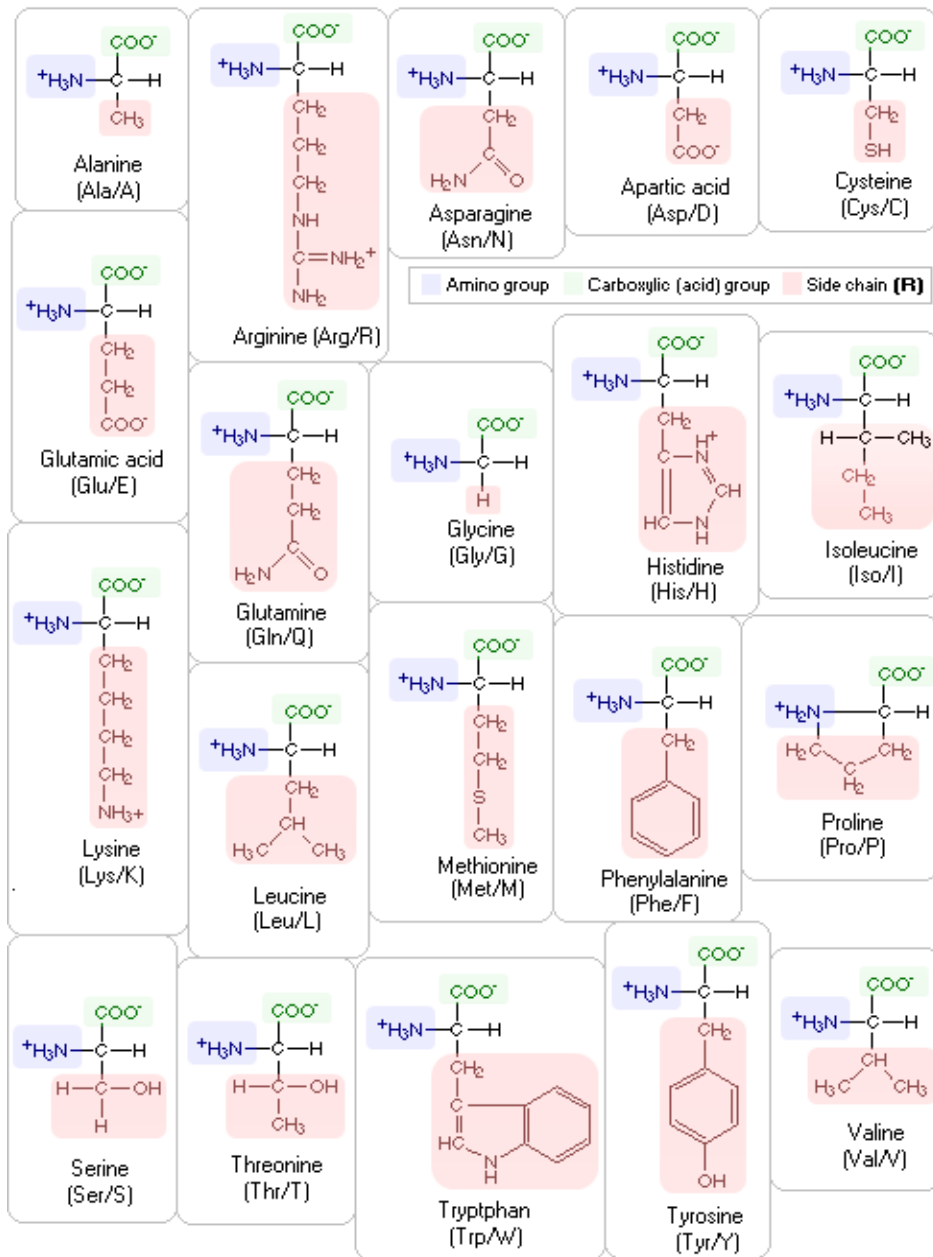
Yapılarında amin ve karboksil grubu sayısı bir tanedir. Bunlara mono amino, mono karboksilik ya da nötral amino asitler denir.

- Yan zincirinde hidroksil (-OH) grubu içeren amino asitler
- Yan zincirinde sülfür içeren amino asitler
- Asit grupları ve onların amidlerini taşıyan amino asitler
- Bazik gruplar taşıyan amino asitler
- Aromatik halka taşıyan amino asitler
- İmino asittir.

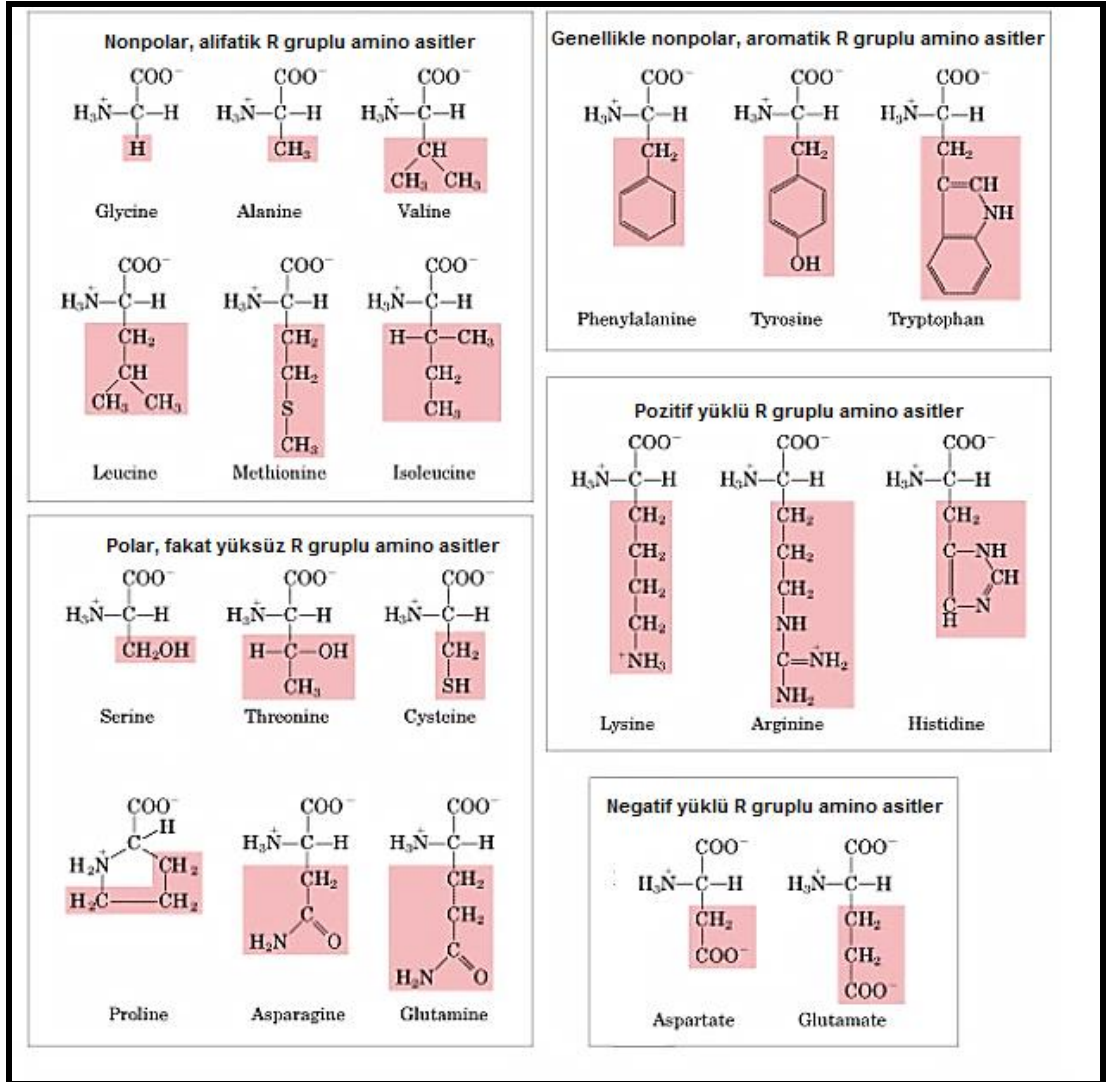


Şema 1.1: Amino asitlerin sınıflandırılması

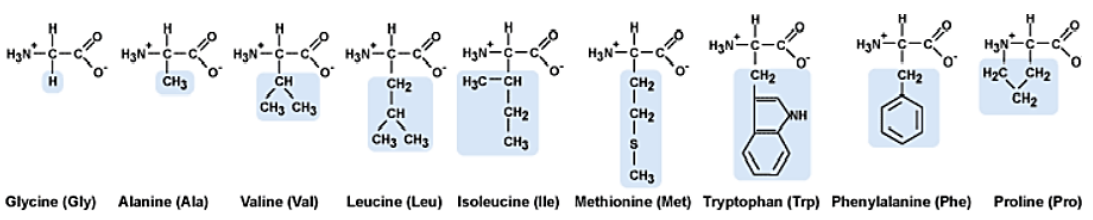
- **Polar amino asitler (hidrofilik amino asitler):** R grupları iyonize hale geçebilen amino asitlerdir. Su ile hidrojen bağları oluşturabilir; bu nedenle suda çözünürler. Proteinlerin dış tarafında yer alırlar.
 - **Apolar amino asitler = Nonpolar amino asitler (hidrofobik amino asitler):** Bunlar protein molekülünün iç kısmında kalmayı seçerler.
 - **Esansiyel (Eksojen) amino asitler:** Vücutta sentezlenemezler, dışarıdan alınmaları zorunludur. Bunlar; valin, lösin, izolösin, treonin, metionin, fenilalanin, triptofan, lizin ve gelişmekte olanlarda arjinin ile histidindir.
 - **Esansiyel olmayan (Endojen) amino asitler:** Vücutta glikoliz ve sitrat döngüsündeki ara ürünlerden sentezlenebilirler. Bunlar glisin, alanin, serin, sistein, prolin, tirozin, glutamat, glutamin, aspartat, asparajin ve erişkinlerde arjinin ile histidindir.
- Bazı amino asitlerin temel özellikleri ve işlevleri şöyledir:
- **Lösin**(R= $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$): Proteinlerin çoğunun bileşiminde % 6-15 dolayında yer alan lösin jelatinde çok az, tahıl proteinlerinde çok miktarda bulunur. Peynirde olgunlaşma sırasında bakteriler tarafından serbest lösin üretilmektedir.
 - **İzolösin**(R= $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$): Et, süt ve yumurta proteininde %5-6,5 oranında bulunur. Tahıl ve bitki proteinlerinin çoğu izolösin bakımından yetersizdir. Lösin ve izolösin alkol fermantasyonu sırasında hoş kokulu uçucu yağ olan amilalkollerin ortaya çıkmasında rol oynar.
 - **Glutamik asit**(R= $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$): Proteinlerin tümünün ana yapı taşıdır. Buğday gluteninde ve mısır prolaminlerinde, melasta ve soyada bulunur. Glutamik asitten üretilen monosodyum glutamat, tat düzeltici madde olarak pek çok gıdaya katılmaktadır. Beyin metabolizmasında önemli rol oynadığından ve zekâ gücünü arttırdığından dolayı “zekâ asidi” olarak bilinir.
 - **Arjinin**(R= $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH} - \text{C}(\text{NH}_2)_2$): Protein türevlerinde bulunur. Baz etkisi en yüksek olan amino asittir. Yetişkinlerde endojen, gelişme çağındaki bireylerde eksojen karakterdedir. Hidrolize olduğunda ornitin ve üreye dönüşür.
 - **Lizin**(R= $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+$): En uzun yan zincirli amino asitlerden birisidir. Esansiyeldir Kas, süt ve yumurta proteinlerinde çok bulunur. Tahıl ve diğer bazı bitki proteinlerinde lizin eksiktir ve bu da biyolojik değer yetersizliğine neden olur.
 - **Metiyonin**(R= $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3$): Yapısında kükürt bulduran temel amino asittir. Önemi, organizmada metil vericisi olmasından kaynaklanmaktadır.
 - **Glisin**(R= $-\text{H}$): En basit ve optik aktivitesi olmayan tek amino asittir. Yan zincir olarak tek bir Hidrojen (H) taşır. Vücutta en fazla sayıda metabolik olaya giren amino asittir.



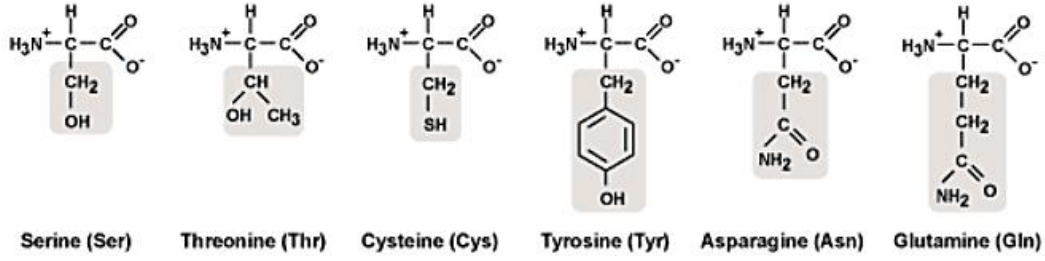
Şekil 1.4: Temel amino asitler



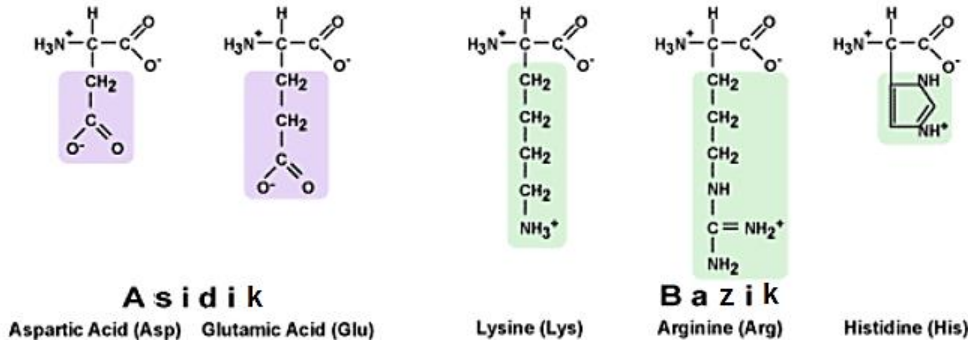
Şekil 1.5: Gruplandırılmış amino asitler



Şekil 1.6 :Apolar amino asitler



Şekil 1.7: Polar amino asitler



Şekil 1.8: Elektrik yüklü amino asitler

1.3. Amino Asitlerin Özellikleri

Amino asitlerin özellikleri fiziksel ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılır.

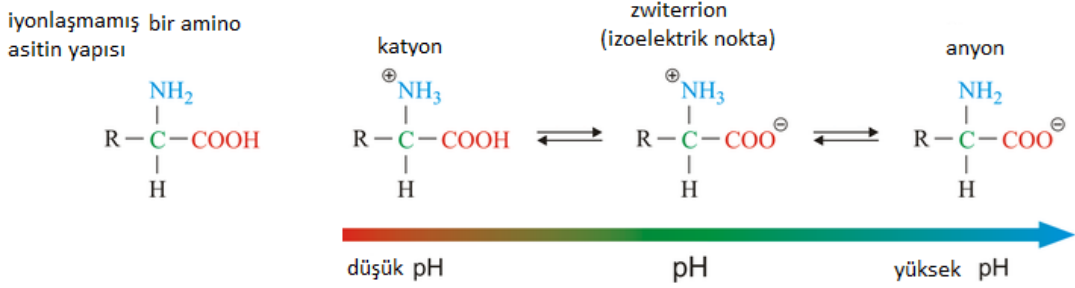
1.3.1. Amino Asitlerin Fiziksel Özellikleri

- Amino asitler tuz benzeri yapıları nedeniyle kristal yapıdadırlar ve genellikle suda çözünürler. Amino asitler suda, asitlerde, alkalilerde kolay, etanolde az çözünürler. Dietileterde hiç çözünmezler. Prolin ve hidrokisprolin ise etanolde ve dietileterde çok çözünür. Polar karakterleri nedeniyle alkollerdeki çözünürlükleri düşüktür. Hidrofobik yapıda radikal gruplar içeren alanin, valin, lösin, fenilalanin gibi amino asitlerin sudaki çözünürlüğü sınırlıdır. Eterde erimezler. Genel olarak amino asitler sulandırılmış asit ve alkalilerde erirler ve amino asit tuzlarını oluştururlar.
- Amino asitlerin çözünme noktaları genelde yüksektir. Bundan dolayı da bir kısmı erime noktaları civarında parçalanır. Onun için çözünme noktaları kesin olarak belirlenemez. Genel olarak çözünme noktaları 200 °C nin üzerindedir. Bazen 300 °C üzerine de çıkabilir.
- Amino asitler farklı tatlar verebilirler. Örneğin, triptofan, lösin tatsız; glisin tatlı; arginin acı; glutamik asitin sodyum tuzu et suyu tadındadır.

Amino asitler, amin grubu ile birlikte karboksil grubu taşıdıkları için çözeltilerinde, ortamın pH sına göre aynı zamanda hem asit, hem de baz reaksiyon gösterebilirler. Bu özelliği taşıyan maddelere amfoter (amphoter= amfilit) maddeler denir. Amino asitler sulu çözeltilerinde elektriksiz yüklü moleküller haline gelirler. Amino asitlerin COOH grupları alkalik ortamlarda H iyonları vererek COO⁻ (karboksilat anyonu) ve H⁺ iyonlarına dissosiyeye (bir bileşiğin sıvı durumda kendisini oluşturan pozitif ve negatif yüklü iyonlarına ayrışması) olur. NH₂ grupları ise asit ortamda ise H iyonlarını alır ve pozitif yüklü NH₃ gruplarına değişir. Fakat amino asitler kendilerine özgü bir pH derecesindeki çözeltilerinde ne asit ne de alkali olarak reaksiyon göstermezler, yani asitlik ve alkalilik dereceleri birbirine eşit olurki bu noktaya izoelektrik noktası veya zwitterion adı verilir. Amino asitler, bu özelliklerinden yararlanılarak elektroforez yöntemi ile birbirlerinden ayrılırlar. Genel olarak amino asitler izoelektrik noktalarının bulunduğu pH değerinde en az çözünme özelliğine sahiptirler.

İzoelektrik noktalarında (Zwitterion) 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.

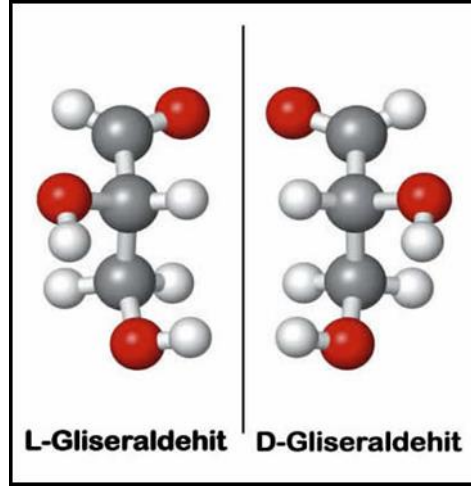
Amino asitler, izoelektrik nokta değerinden yüksek pH ortamında bazik anyon, düşük pH ortamında ise asit katyon şeklindedir.



Şekil 1.9: Amino asitlerin iyonlaşmamış yapısı ve sulu çözeltilerindeki iyonlaşmış şekli

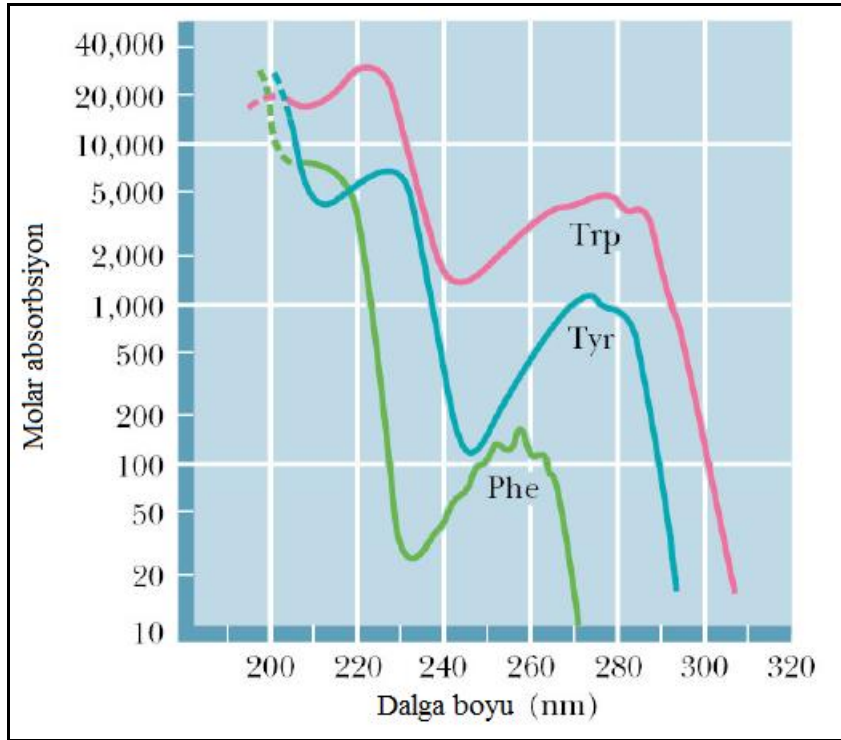
- Glisin dışındaki tüm amino asitlerin karbon atomu asimettir. Bu da optikçe aktif olmalarına neden olur. Bunlar polarize ışığın yönünü değiştirme yeteneğinde olan maddelerdir. Yön değiştirme sola veya sağa olabilir. Polarize ışığı sağa çevirenler (+), sola çevirenler de (-) ile gösterilirler. D- gliser aldehite benzeyen amino asitlere D- amino asit, L- gliser aldehite benzeyenlere de L- amino asit denir.

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



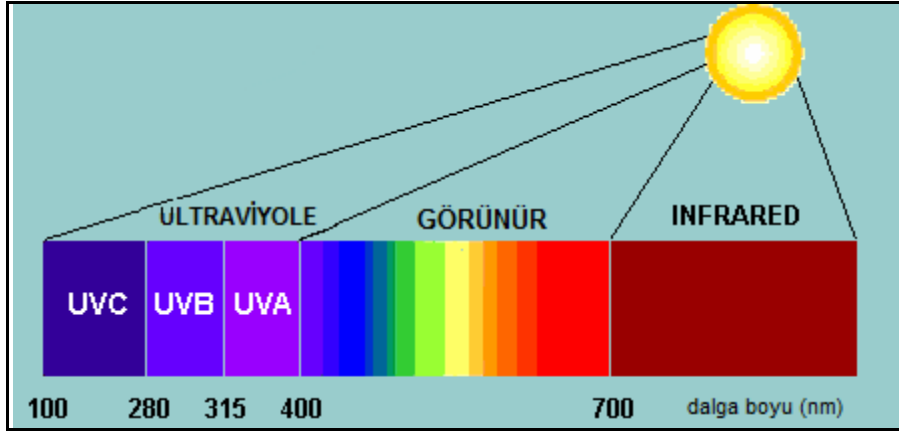
Şekil 1.10: Amino asitlerin D ve L serileri

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



Şekil 1.11: Bazı amino asitlerin UV absorpsiyonu

- Bütün amino asitler infrared bölgedeki ışığı absorbe ederler.



Şekil 1.12: İnfrared bölge

1.3.2. Amino Asitlerin Kimyasal Özellikleri

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

Amino gruplarının reaksiyonları şunlardır:

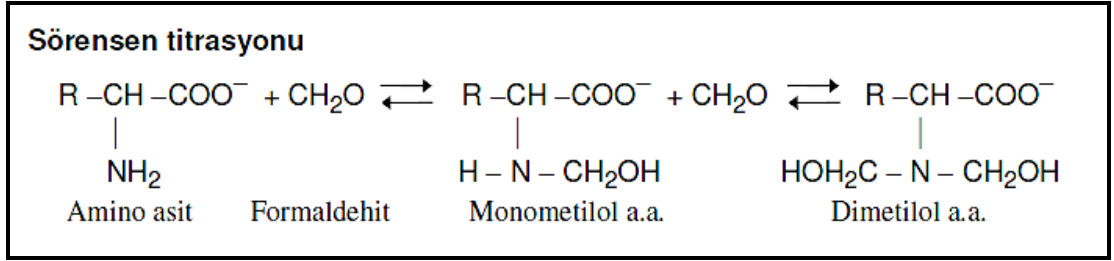
Amino grubunun alkol ile inaktivasyonu : Sulu ortamlarda amino grubu H iyonunu bağlayarak, pozitif yüklü NH_3^+ grubuna değişebilir. Alkollü ortamlarda ise amino grupları NH_3 + gruplarına değişemez. Bu olaya amino gruplarının alkol ile inaktivasyonu denir. Amino asitler alkollü ortamlarda asit yapıdadır. Bu nedenle amino asit çözeltilerine çok miktarda alkol eklendikten sonra diğer asitler gibi titre edilebilir.

Alkol ile inaktivasyon



Şekil 1.13: Amino asitlerin alkol ile inaktivasyonu

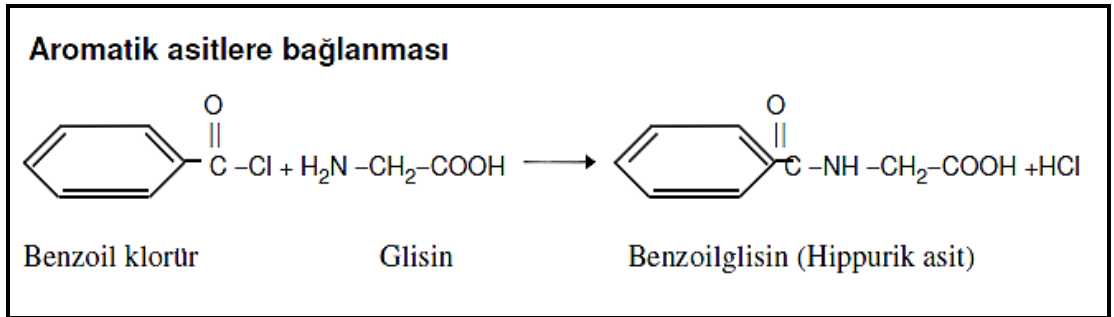
- **Sörensen titrasyonu** : Amino asitler nötral veya hafif alkalik çözeltilerde formaldehit ile reaksiyona girerek, 1 veya 2 molekül formaldehit elektriksel yük taşımayan amino grubu ile birleşir. Bu şekilde **mono-** veya **dimetilol** türevlerini meydana getirirler. Bundan sonra karboksil grubu standart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



Şekil 1.14: Amino asitlerin formaldehit ile reaksiyonu

- **Amino grubunun aromatik asitlerle bağlanması** : Bir amino asit, alkali ortamda, aromatik asitlerin klorürleri ile reaksiyona girerse 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 bitkiler de benzol türevleri yönünden zengin olduklarından bitkisel besinlerle beslenmede, hippurik asit atılımı yüksek düzeyde olur.

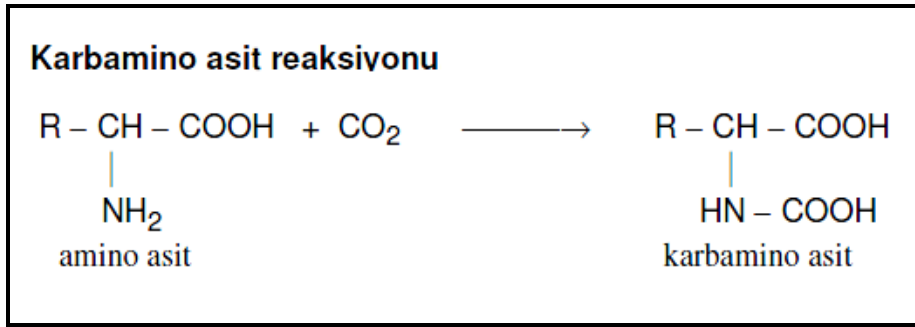


Şekil 1.15: Amino asitlerin aromatik asitlere bağlanması

Karbamino asit reaksiyonu : Bu reaksiyonda amino asitlerin amino gruplarına, karbondioksit bağlanarak karbamino asitleri meydana getirir. Karbamino asitler ısıtılınca tekrar karbondioksit ve amino asite parçalanır.

Kalsiyum ve baryumun diğer asitlerle yaptıkları tuzlar suda güç çözüldükleri halde, karbamino asitlerle yaptıkları tuzlar, suda kolay çözülürler.

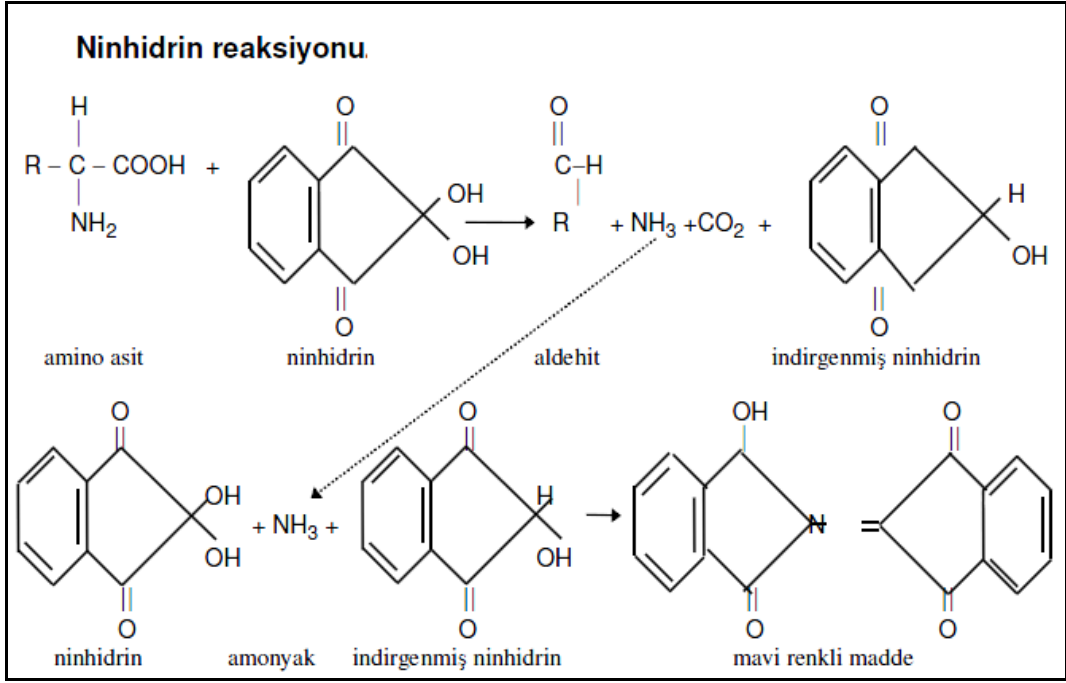
Hemoglobin, CO₂ ile karbamino asit meydana getirir. Bu CO₂'nin dokulardan akciğerlere taşınmasında önemlidir.



Şekil 1.16: Amino asitlerin karbamino asit reaksiyonu

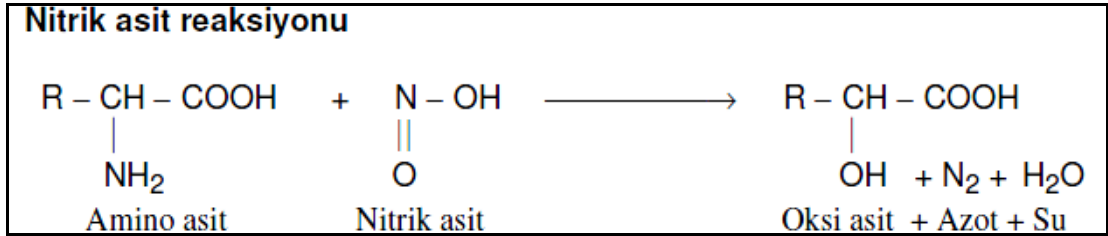
- **Ninhidrin reaksiyonu :** Bu reaksiyon çok düşük miktarlardaki amino asitleri belirlemede kullanılır. Amino asitler için önemli bir nitel tayin yöntemidir. Bu tepkime bir amino asidin 1 gramdan daha azına bile duyarlıdır. Çok hassas olması nedeni ile pratik önemi büyüktür.

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



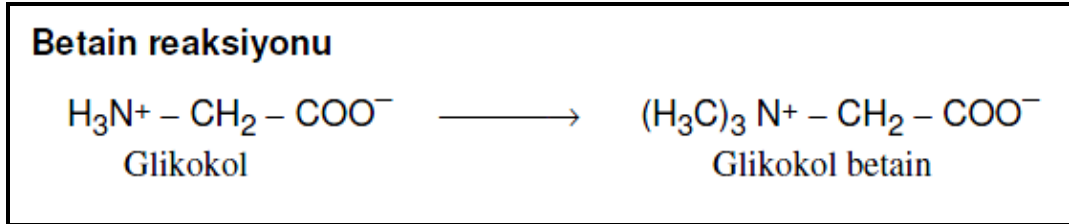
Şekil 1.17: Amino asitlerin ninhidrin reaksiyonu

- **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 amino grubuna karşılık bir molekül azot serbest hale geçer.



Şekil 1.18: Amino asitlerin nitrik asit reaksiyonu

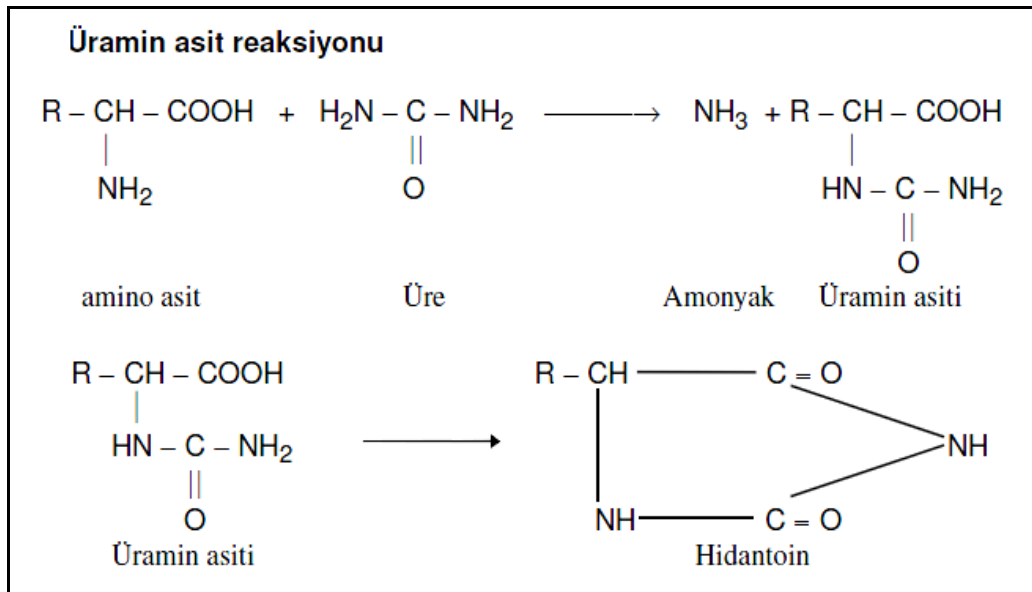
- **Betain reaksiyonu** : Amino asitler zwitter iyon durumunda iken NH_3^+ grubundaki 3 hidrojen yerine 3 CH_3 grubu geçmekle betainler oluşur. Betain bir zwitteriondur.



Şekil 1.19: Amino asitlerin betain reaksiyonu

- **Üramin asit reaksiyonu** : Amino asitlerin amino gruplarına bir üre molekülü eklenirse üramin asitleri meydana gelir. Bu arada bir amonyak molekülü de ayrılır.

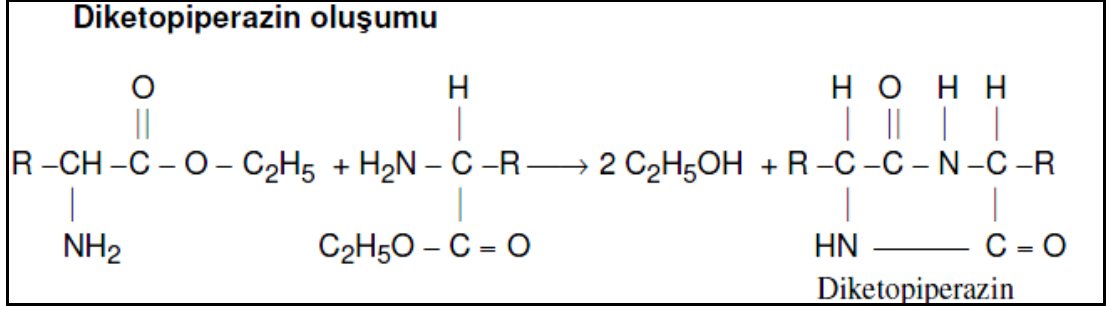
Üramin asitlerinden bazıları suda güç çözünürler ve iyi bir şekilde billurlaşır. Üramin asidindeki amino grubu ile karboksil grubu arasından bir molekül suyun ayrılması ile hidantoinler oluşur.



Şekil 1.20: Amino asitlerin üramin asit reaksiyonu

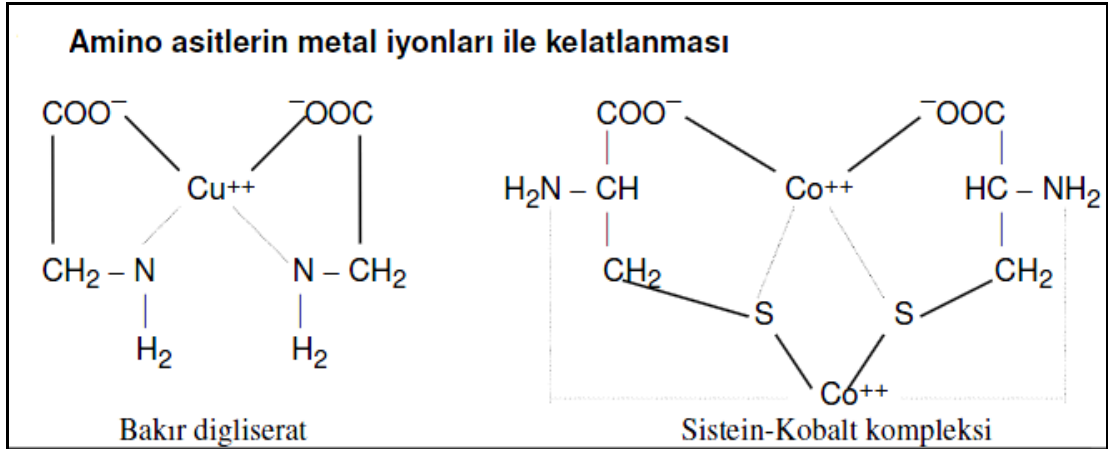
- **Diketopiperazin oluşumu** : Amino asitlerin amino gruplarına ait bir diğer reaksiyonda diketopiperazin oluşumudur.

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



Şekil 1.21: Amino asitlerin diketopiperazin oluşturması

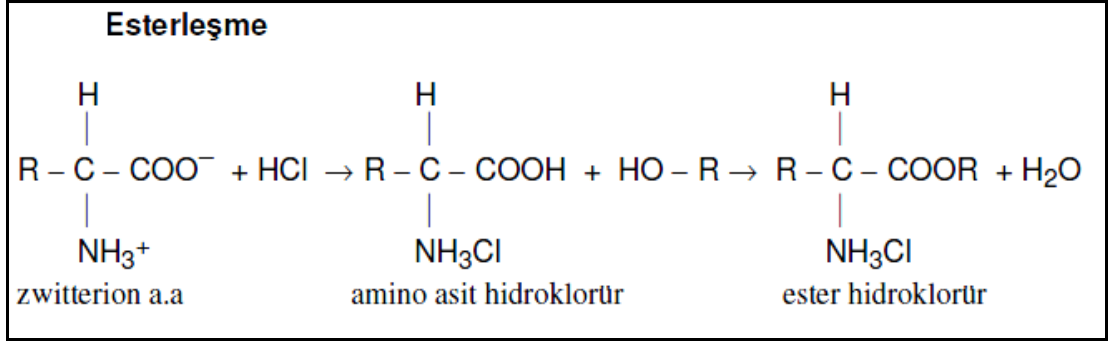
- **Amino asitlerin metal iyonları ile kelatlanması** : Amino asitlerin amino grupları, karboksil grupları ve varsa -SH grupları ,Cu⁺⁺, Co⁺⁺, Mn⁺⁺, Fe⁺⁺ vs. gibi bir çok ağır metal iyonları ile kompleks **ketallar** oluştururlar. Bu şekilde oluşan ketallara örnek olarak, **bakır, digliserat** ve **sistein-kobalt kompleksi** verilebilir.



Şekil 1.22: Amino asitlerin metal iyonları ile kelatlanması

Amino asitlerin karboksil gruplarının reaksiyonları şöyledir:

- **Tuz oluşumu** : Amino asitlerin ağır metallerle oluşturduğu tuzların bazıları kolay kristalize olurlar. Özellikle amino asitlerin bakır ile oluşturduğu tuzlar kolay kristalize olur. Amino asitlerin saf olarak elde edilmesinde bu kristalleşme olayından yararlanır.
- **Esterleşme** : Amino asitler alkol ile susuz hidroklorik asit eşliğinde reaksiyona girerlerse esterlerini meydana getirirler.



Şekil 1.23: Amino asitlerin ester oluşturması

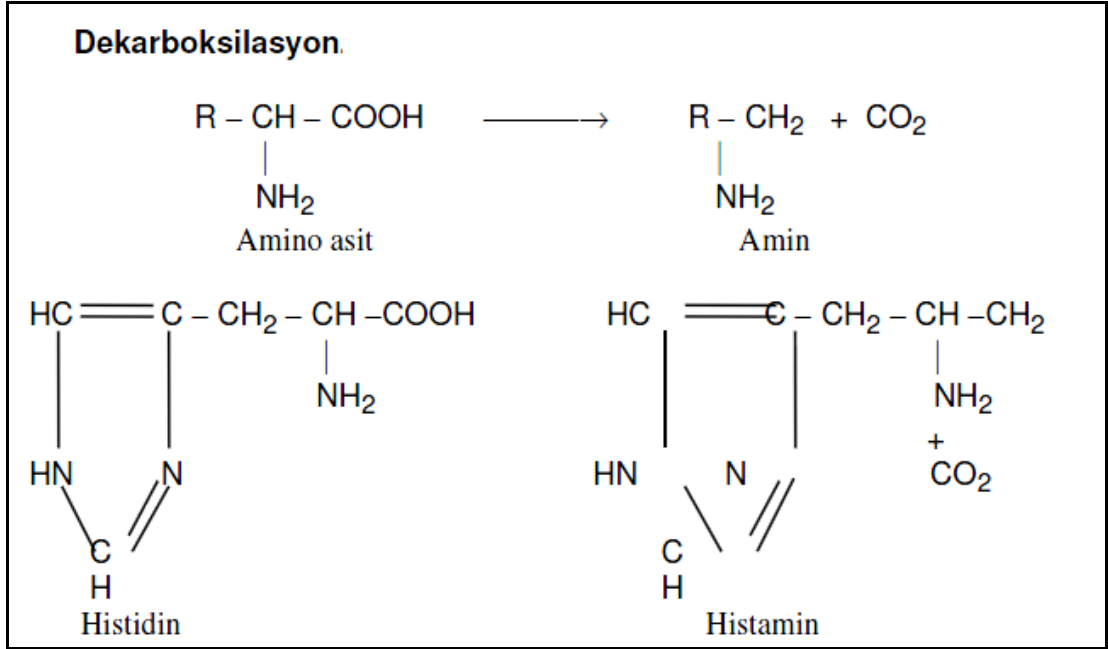
Önce hidroklorik asit zwitterion yapısını bozar. Sonra amino asit hidroklorür oluşur. Oluşan bu amino asit hidroklorürler, daha sonra alkol ile tepkimeye girerek ester hidroklorür meydana getirirler. Ester hidroklorür soğuk ortamda, hafif alkali ile serbest ester verir.

- **Amino asitlerin dekarboksilasyonu** : Dekarboksilasyon, amino asit molekülünden karbondioksitin ayrılması olayına denir. Amino asit molekülünden CO₂ ayrılması ile aminler meydana gelir.

Amino asitlerin dekarboksilasyonu anaerop mikroorganizmaların etkisiyle de meydana gelebilir. Bağırsaklardaki kokuşma olayları amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucu oluşan aminlerden kaynaklanır.

Dokularda da amino asitler, dekarboksile olarak aminleri meydana getirirler. Hisi-din'den **histamin**, lizin'den **kadaverin**, ornitin'den **putressin**, tirozin'den **tiramin**, triptofan'dan **triptamin**'in oluşumu örnek olarak gösterilebilir.

Bağırsaklarda bir miktar kadaverin ve putressin bulunur. Bu iki amin kokmuş etlerde de bulunan aminlerdir.



Şekil 1.24: Amino asitlerin dekarboksilasyonu

Amino asitlerin 'R' grupları ile ilgili reaksiyonları ise şöyledir.

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 verir. Bu renk reaksiyonları amino asitlerin birbirinden ayrılmasını ve tanınmasını sağlar.

Fenil grubu taşıyan amino asitler, örneğin; tirozin, fenilalanin gibi, eser miktarda nitroz asit içeren nitrik asitte çözülmüş çiva nitrat ile ısıtılmakla kırmızı renk verir. Bu tepkimeye millo 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 girerse kırmızı renk verir. Bu tepkimeye pauly tepkimesi adı verilir.

Guanidin grubu taşıyan amino asitler, örneğin, arjinin, alkali ortamda α -naftol ve sodyum hipoklorit karışımı ile tepkimeye girerse kırmızı renk verir. Bu tepkimenin özel adı sakaguchi tepkimesidir.

Serbest SH- grubu taşıyan örneğin; sistein amino asitler, seyreltik hidroksitte çözülmüş sodyum nitroprussid ile kırmızı renk verir. Bu tepkimeye **nitroprussi tepkimesi** denir.

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

Yapılarında fenilalanin, triptofan gibi halkalı amino asitler bulunduran proteinler için karakteristik bir reaksiyon da **ksantoprotein tepkimesidir**. Böyle bir amino asit veya protein çözültüsü üzerine konsantre nitrik asit ilave edildiğinde önce **beyaz bir tortu** ,ısıtılırsa **sarı** bir renk meydana gelir. Alkali ilave edilmesi halinde sarı renk **koyu portakal sarısı** veya turuncu renge dönüşür.

Yapısında triptofan içeren proteinler, gliyoksilik 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 kaynatılırsa **mavi menekşe** bir renk meydana gelir. Ninhidrin tepkimesi adı verilen bu reaksiyon gerek amino asitlerin gerekse proteinlerin nitel ve nicel tayinlerinde kullanılır.

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	Alkalic ortamda, sulfanilik asit ve sodyum hipoklorit ile işlemede	Kırmızı	Pauly tepkimesi
Guadinin	Arjinin	Alkali ortamlarda α-naftol ve sodyum hipoklorit ile işlemede	Kırmızı	Sakaguchi tepkimesi
Serbest SH	Sistein	Seyreltik amonyum hidroksite çözülmüş sodyum nitroprussid ile işlemede	Kırmızı	Nitroprussid tepkimesi
İndol	Triptofan	Sülfirikasitte çözülmüş p-dimetilaminobenzaldehit'le işlemede	Pembe	Ehrlich tepkimesi
Halkalı amino asitler	Fenilalanin Triptofan	Yoğun nitrik asitle.....→ Isıtılınca.....→ Alkali ilavesinde.....→	Beyaz tortu Sarı Turuncu	Ksantoprotein tepkimesi
İndol	Triptofan	Gliyoksiklik asitle işlemeden sonra yoğun sülfirik asitle tabakalandırılırsa	Menekşe halka	Hopkins Cole tepkimesi

Tablo1.2: R grubu amino asitlerin reaksiyon ve tepkimeleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Amino asitleri ninhidrin yöntemi ile tanımlama deneyini yapınız.

Kullanılan araç ve gereçler: 4 adet deney tüpü, tüplük, beher, cam baget, su banyosu veya bunzen beki, analitik terazi, spatül

Kullanılan kimyasallar: Glisin, tirozin, triptofan, ninhidrin, saf su

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Glisin, tirozin ve triptofanın % 0.1 lik çözeltilerini hazırlayınız.	➤ Çözelti hazırlama kurallarına riayet ediniz. ➤ İhtiyacınız kadar çözelti hazırlayınız.
➤ Dört deney tüpü alıp her birine sırasıyla birer ml glisin, tirozin ve triptofan çözeltileri ve su koyunuz.	➤ Analize başlamadan önce çalışma ortamını, kullanacağınız araç – gereci ve kimyasalları tam olarak hazırlayınız. ➤ Araç gereçlerin ve analiz ortamının steril olmasına dikkat ediniz.
➤ Ninhidrinin saf sudaki % 0,2'lik çözeltisini hazırlayınız.	➤ Çözelti hazırlama kurallarına riayet ediniz. ➤ İhtiyacınız kadar çözelti hazırlayınız.
➤ Tüplere beşer damla ninhidrin çözeltisi ilave ediniz.	
➤ Tüpleri sıcak su banyosunda bekletiniz veya birkaç dakika kaynatınız. Meydana gelen renk değişikliğini gözleyiniz.	
➤ Oluşan renk değişimini not ediniz ve rapor haline getiriniz.	➤ Deney sonunda oluşan renk değişimlerinin sebeplerini araştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi imino grubu içerir?
A) Histidin
B) Prolin
C) Arjinin
D) Triptofan
E) Serin
2. Aşağıdakilerden hangisi aromatik amino asitlerdendir?
A) Valin
B) Lösin
C) İzolösin
D) Trozin
E) Metiyonin
3. Aşağıdakilerden hangisi esansiyel amino asit değildir?
A) Valin
B) Lösin
C) Treonin
D) Triptofan
E) Aspartik asit
4. Bir amino karboksil (-COOH) grubu ile başka bir amino asitin (-NH₂) grubu arasında oluşan yapıya ne denir?
A) Peptid bağı
B) Ester bağı
C) Hidrojen bağı
D) Karbon bağı
E) Eter bağı
5. Aşağıdaki amino asitlerden hangisinin karbon atomu simetrik değildir?
A) İzolösin
B) Lisin
C) Glisin
D) Alanin
E) Valin

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarlarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Size verilen bir numunede ninhidrin yöntemi ile amino asit tanımlama deneyi yapınız.

Kullanılan araç ve gereçler: 1 adet deney tüpü, beher, cam baget, su banyosu veya bunzen beki, analitik terazi, spatül, % 0,1’lik çözeltisi hazırlanmış deney numunesi, saf su, % 0,2’lik ninhidrin çözeltisi.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Deney tüpüne 1 ml numune çözeltisi ve su koydunuz mu?		
2. Tüpün içeriğine beş damla ninhidrin çözeltisi ilave ettiniz mi?		
3. Tüpleri 2-3 dakika kaynattınız mı?		
4. Renk dönüşümünü not ettiniz mi?		
5. Analiz raporu hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ÖĞRENME KAZANIMI

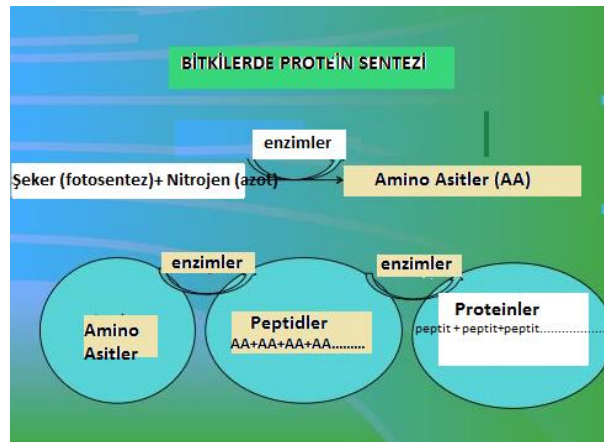
Bilimsel yöntemlere uygun olarak proteinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini örneklerle açıklayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Proteinlerin her canlıya özgü olmasının sebebini araştırınız, topladığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. PROTEİNLER

Protein kelimesi ilk defa 1838 yılında Alman kimyager Mulder tarafından besinlerin yapısını oluşturan besin öğelerinde azot içerenlere isim olarak verilmiştir. Protein kelimesi Yunancada, ilk sırayı alan veya birinci derecede önemli anlamındaki fiil olan “proleos” dan türetilmiştir. Organizmada çok değişik proteinler bulunur. Bunlar yalnız cinsle özel değil aynı cinsler arasında organlara da özeldir. Yani aynı organizmada çeşitli organlardaki proteinler birbirlerinden farklıdır. Proteinler yapı taşları olan amino asitlerin bir araya gelmesi ile oluşan büyük molekülü bileşiklerdir. 22 amino asidin farklı kombinasyonları ile doğada milyarlarca değişik protein sentezlenmektedir. Doğada proteinin kökeni bitkilere aittir. Anorganik maddelerden protein oluşturmak yalnız bitkilere ait bir özelliktir. Bitkiler fotosentez sürecinde karbohidrat yaparlar bu sürece topraktan aldıkları azotlu bileşikleri de katarak amino asitleri dolayısıyla proteinleri oluştururlar. Azot elementi bu şekilde besin zincirine katılmış olur.



Şekil 2.1:Bitkilerde protein sentezi

Burada atmosferdeki azot gazının toprağa nasıl karıştığı ile ilgili bir soru aklımıza gelebilir; atmosferin de yaklaşık %78'i azot gazından (N₂) oluşur. Ancak bitkiler protein yapmak için havadaki bu azotu, doğada bulunduğu gibi bünyelerine alamazlar. Çünkü havadaki azot moleküllerinin atomları öyle sıkı sıkıya birbirine tutunmuştur ki başka herhangi bir şeyle kolaylıkla tepkimeye girmezler. Dolayısıyla bu gazın bir şekilde canlıların kullanılabileceği hale dönüştürülmesi ve canlılar tarafından tüketilip bitirilmemesi için de bir döngü şeklinde atmosfere geri dönmesi gerekmektedir. Bu ihtiyacı ise büyük oranda mikroskopik bakteriler karşılamaktadır.

Fasulye, bakla gibi bazı bitkilerin (baklagillerin) köklerinde yumrular, bu yumruların içinde de havanın azotundan yararlanan bakteriler vardır. Rhizobium cinsi bakteriler, bazı baklagillerin kökünde simbiyotik olarak yaşamaktadır. Sucul ekosistemlerdeki biyolojik azot ihtiyacının çok önemli bir kısmı ise bazı mavi-yeşil algler tarafından gerçekleştirilmektedir. Toprakta ise azotobacter ve clostridium cinsi bakteriler önemli derecede biyolojik azot oluşturan canlılardır. Bakteriler atmosferdeki azotu bağlama işlemi için nitrojenaz enzimi kullanırlar.

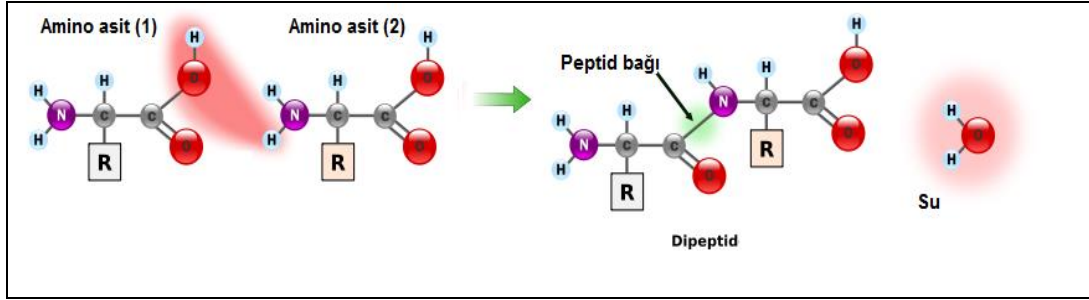
Yıldırım, şimşek, yanardağ hareketleri gibi doğa olayları da toprağa bir miktar azot bağlanmasında etkilidir.

Topraktaki azotun tekrar atmosfere dönüşümü de yine bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Hayvanların atıklarındaki azotlu bileşikler ayrıştırıcı bakteriler tarafından parçalanır, ayrıştırılır ve toprağın yapısına katılır. Ayrıştırıcılar sayesinde ölü bitki ve hayvanların yapısındaki proteinlerden azot gazı oluşur ve böylece azot tekrar atmosfere karışır.

Proteindeki azot miktarı oldukça sabit olup % 16'dır. Bu nedenle gıdalarda protein miktarı saptanırken azot üzerinden hesap yapılmaktadır. Proteinler yaşayan sistemler içinde en fazla miktarda bulunan ve en fazla göreve sahip moleküllerdir. Genlerle aktarılan kalıtsal bilginin ortaya çıktığı moleküllerdir. İnsan vücudunun % 22'si proteinden oluşmaktadır. Vücutta sudan sonra en çok bulunan maddedir.

2.1. Proteinlerin Yapısı

Bir aminoasidin karboksil grubu (- COOH) başka bir aminoasidin amino grubuyla (- NH₂) bir mol su oluşturarak birleşir ve peptid zinciri oluşturur.



Şekil 2.2: Peptid zincirinin oluşumu

Peptidler peptid zincirinde yer alan amino asit sayısına göre; mono, di, tri gibi ön ekler verilerek isimlendirilir. Genel bir kural olarak yapısında 10 kadar amino asit 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	100'ün üzerinde

Tablo 2.1 : Proteinlerin yapı dereceleri ve amino asit molekül sayısı

Proteinlerin pek çoğu tek bir polipeptid zincirinden oluşur (myoglobin). Bazıları ise birbirlerinin aynı ya da farklı olan iki veya daha fazla polipeptidlerden meydana gelebilir.

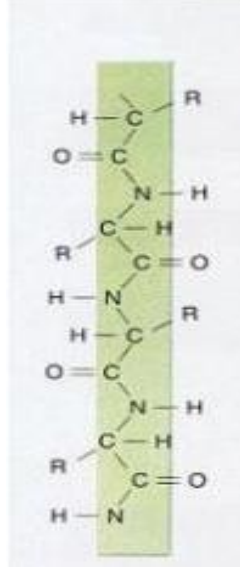
Daha önce açıklandığı üzere, proteinler, hücrelerin ribozom adlı kısımlarında amino asitlerin peptid adlı bağlarla düz zincir şeklinde bir araya gelmeleriyle oluşur. Bundan sonraki en önemli aşamalardan biri ise zincir halinde üretilen proteinin doğru zaman, yer ve şekilde kıvrılıp, katlanmasıdır. Bu katlanma sonucu proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapısı (konformasyonu) oluşur. Bir protein eğer yanlış bir şekilde katlanırsa veya hiç katlanmazsa, bu durumda görevini yerine getiremez.

Proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapıları, primer (birincil), sekonder (ikincil), tersiyer (üçüncül) ve kuarterner (dördüncül) olarak adlandırılır. Primer yapı her proteinde yer alır. Bazı proteinler sekonder yapıda bazıları ise tersiyer veya kuarterner yapıda kendilerine özgü üç boyutlu yapılarına kavuşur.

2.1.1. Primer Yapı (Birincil Yapı)

Bir proteinin primer yapısı; belirli türde, belirli sayıda, belirli diziliş sırasında amino asitlerin birbirlerine peptid bağlarıyla bağlanarak oluşturdukları bir polipeptid zinciri biçimindeki yapısıdır. Primer yapı, bir protein için karakteristik ve genetik olarak tespit edilmiş olan amino asit dizilişidir. Bir proteinin primer yapısının oluşmasını ve sürdürülmesini sağlayan, peptid bağlarıdır.

Proteinin primer yapısında, peptit bağları ile birbirine tek bağlarla bağlı bir atomlar zinciri oluşur. Primer yapı diğer yapıların oluşumunun ilk basamağıdır, dolayısıyla birincil yapı fonksiyonel değildir. Primer yapı daha sonra zayıf hidrojen bağları ve disülfid bağları ile proteinlerin kıvrılıp, katlanmasını sağlayarak proteine boyut kazandırır ve fonksiyonel olan sekonder, tersiyer veya kuartner yapıları oluşturur.



Şekil 2.3: Proteinlerde birincil yapı

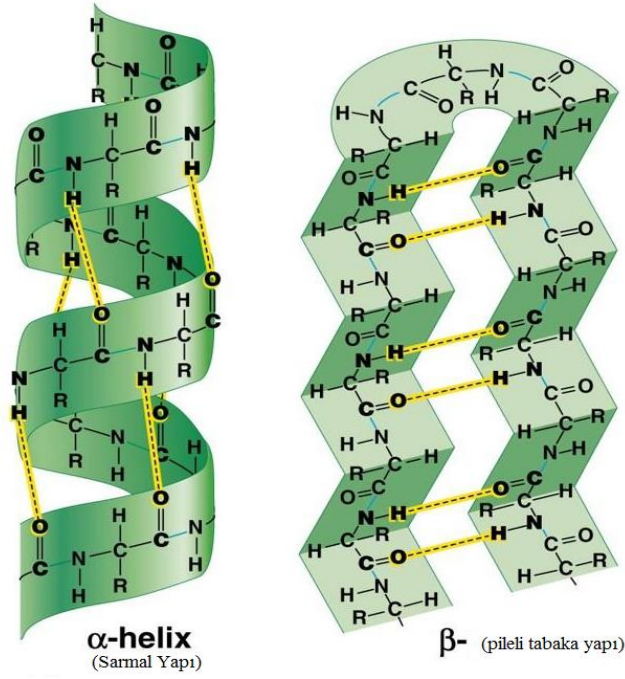
2.1.2. Sekonder Yapı (İkincil Yapı)

Sekonder yapı iki şekilde görülür. Bunlar;

- Sarmal (α -heliks)
- Pileli tabaka (β -).

Sarmal yapıda, amino asit zinciri bir sarmal şeklinde kıvrılır. Bunun nedeni her amino asitin yanındaki ile oluşturduğu hidrojen bağıdır.

Sekonder yapının ikinci tipi β - yapısı olarak da adlandırılan “pileli tabaka” yapı birçok polipeptit zincirinin birbirlerine hidrojen bağlarıyla çarpaz bir şekilde bağlanmasıyla oluşur. Çarpaz bağlanma pileli- katlı bir görünüm meydana getirirken bu proteinlere çok sağlam ve esnek bir yapı kazandırır. Aktin, miyozin, fibrinojen, keratin ve b-karoten gibi proteinler sekonder yapıdadır.



Şekil 2.4: Proteinlerde sekonder yapı

2.1.3. Tersiyer Yapı (Üçüncül Yapı)

Bir proteinin tersiyer 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.



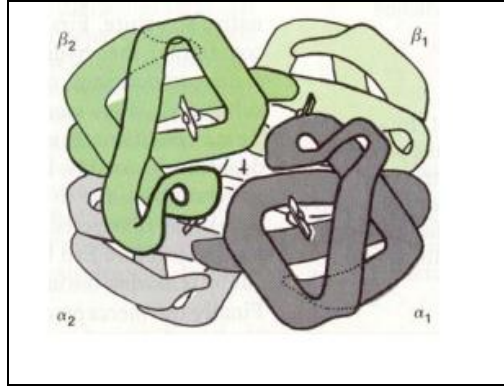
Şekil 2.5: Proteinlerde tersiyer yapı

Helezon yapısı ve 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.

Tersiyer yapıda olan proteinler, ikincil (sekonder) yapının oluşumundan sonra tekrar daha ileri katlanmalar, bükülmeler ve çeşitli bağlanmalarla bağlanmış olduğundan yün yumuşamını andırır bir şekil alır.

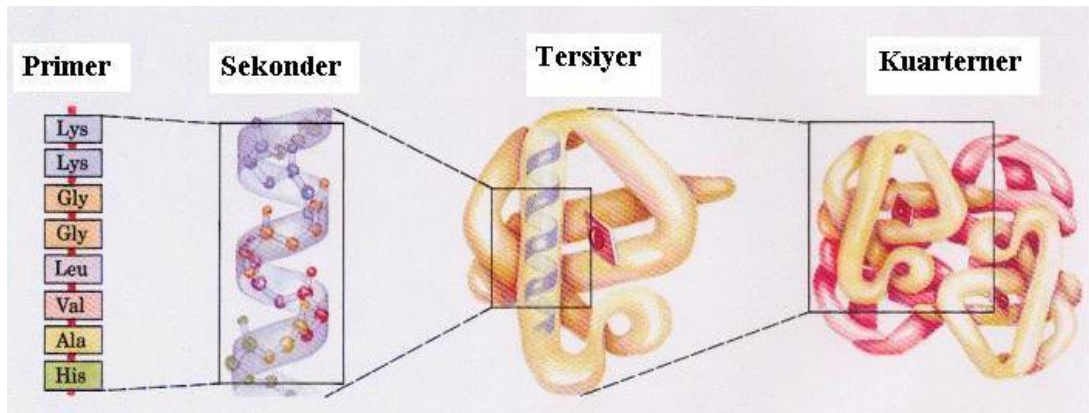
2.1.4. Kuarterner Yapı (Dördüncül Yapı)

Bir proteinin kuarterner yapısı; primer, sekonder ve tersiyer yapıya sahip eşit veya farklı boylardaki iki veya daha fazla amino asit zincirlerinin biraraya gelmesiyle daha büyük yapıyı tek bir protein oluşturması ile oluşur.



Şekil 2.6: Proteinlerin kuarterner yapısı

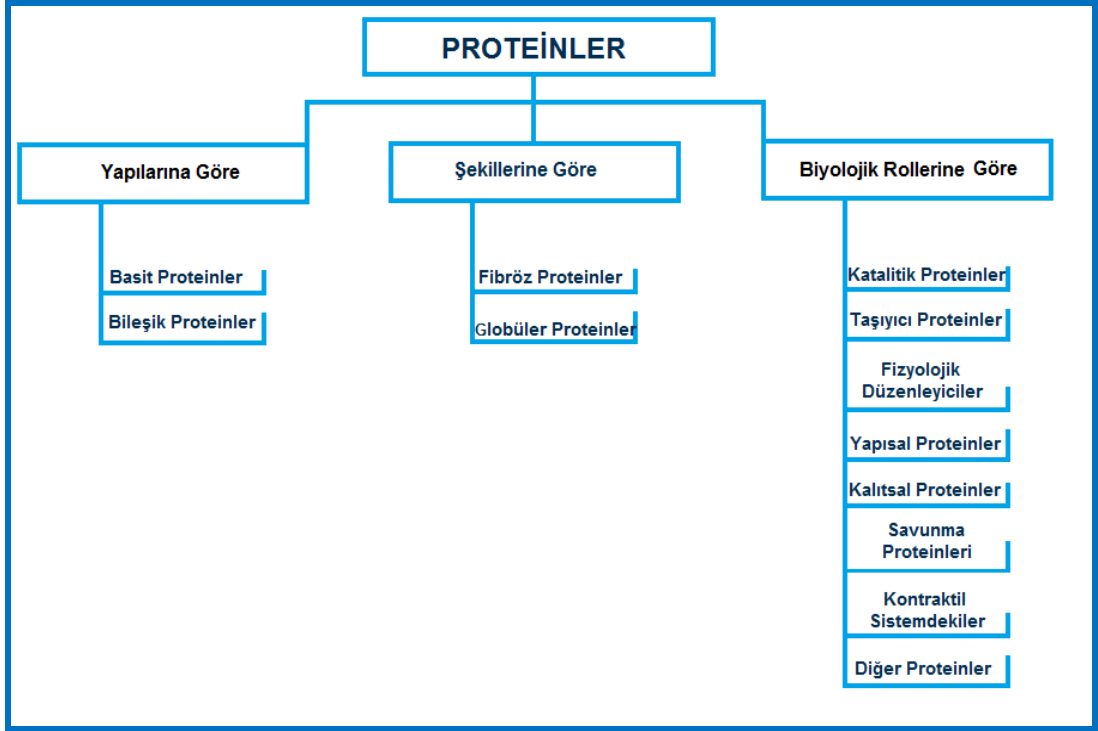
Her proteinin kuarterner yapısı olmayabilir, fakat molekül ağırlığı 100.000'nin üzerinde olan bir protein genellikle kuarterner yapıya sahiptir.



Şekil 2.7: Proteinlerin tüm yapılarının bir arada görünümü

2.2. Proteinlerin Sınıflandırılması

Protein türlerinin çokluğu, yapısal ve kimyasal özellikleri nedeniyle iyi bir sınıflandırma yapmak zordur. Ayrıca yapılarındaki amino asit diziliş sıralarındaki en ufak bir değişiklik yeni bir izomer yarattığından bu zorluk artmaktadır.



Şema 2.2:Proteinlerin sınıflandırılması

2.2.1. Proteinlerin Yapılarına Göre Sınıflandırılması

- **Basit proteinler** : Hidroliz edildiklerinde yalnız amino asit veren proteinlere, **basit protein** denir. Yapılarında amino asit dışında madde bulunmaz. Polipeptid zinciri veya zincirlerinden ibarettirler. Değişik çözgen ortamlarındaki davranışlarına göre farklı alt gruplarda incelenebilirler.
- **Globüler proteinler** : Küresel yapıda olup, bileşimlerine bağımlı olarak su, asit, baz, alkol gibi çözgenlerde çözünebilir proteinlerdir. Çeşitleri çok fazladır. Çözgenlerine göre albüminler, globülinler, histonlar, prolaminler, protaminler, glütelinler gibi gruplara ayrılırlar.
 - **Albüminler ve globülinler**: Çok çeşitleri vardır. Hayvansal ve bitkisel besinlerde yaygındır. Süt, yumurta, et, tahıl ve kuru baklagiller gibi çeşitli besinlerde ve kanda bulunur.
 - **Glütelinler ve prolaminler**: Bitkisel besinlerde özellikle tahıllarda bulunurlar. Glütenin denilen protein glütelinler grubuna girer.

Glüten, glütenin ile gliadin denilen proteinin birleşmesinden oluşmuştur. Buğday proteini olan glüten, hamura yapışkanlık ve esneklik kazandırır. Glütene yetersiz olan tahıl unundan ekmek yapılmaz. Buğday unundan yapılan hamur, su içinde nişastadan arındırılırsa esnek ve yapışkan bir kitle kalır. Kalan bu kitle glütendir. Prolaminler de tahılda bulunan düşük kaliteli proteinlerdir. Mısır proteini olan “zein” ve buğday proteini “gliadin” bir prolamin grubudur.

- **Skleroproteinler** : Suda veya nötral çözgenlerde çözünmeyen lifimsi yapıda destek olup iskelet materyali olarak görev yaparlar. Bunlara kollajen, elastin, keratin vb. örnek verilebilir.
 - **Kollajen**; bağdokusu, kemik kırıkta ve benzerlerinde bulunur. Sıcak suda, sulu asit ve alkalilerle ısıtılınca kollajen jelatine çevrilir. Jelatin suda kolay erir ve yapışkan bir pelte oluşturur.
 - **Elastin**, akciğer gibi esnek dokularda bulunur.
 - **Keratin**, derinin üst tabakasında, saç ve tırnak gibi kısımlarda bulunur.
- **Bileşik proteinler** : Polipeptid zinciri yanında nükleik asitler, lipidler, karbohidratlar vb. proteinik olmayan komponentlerden biri veya birkaçını içeren proteinlerdir. Bunlar;
 - **Lipoproteinler**: Lipidler ile proteinlerin birleşmesiyle türeler. Polar ve apolar karakteri bir arada taşıyan bu moleküllerin emülsiyon yapma (emülgatör, surfaktan) yeteneği çok iyidir. Lipid içeriği genelde %40 dan düşüktür. Örneğin, süt ve yumurta sarısındaki bazı proteinler.
 - **Glikoproteinler**: Karbohidratlar ile proteinlerin birleşmesiyle türeler. Karbohidrat içeriği genelde çok düşüktür fakat % 10-20 karbohidrat içeren glikoproteinler de vardır. Örneğin, yumurta akı proteinlerinin bazıları.
 - **Fosfoproteinler**: Protein zincirindeki serin ve treonin artıklarının serbest hidroksil gruplarının fosfatlanmasıyla oluşurlar. Örneğin, sütteki kazein, yumurta sarısındaki vitellinde bulunur.
 - **Nükleoproteinler**: Nükleik asitler ile proteinlerin birleşmesiyle türeler ve hücre çekirdeğinde bulunurlar. En çok hücrenin nükleus, mikrozom ve mitokondri kısımlarında bulunur.
 - **Kromoproteinler**: Kromofor grupların proteinlere bağlanmasıyla türeler. Klorofil, hemoglobin, miyoglobin ve diğer flavoproteinler bunlara örnek verilebilir.
 - **Metalloproteinler**: Demir, magnezyum, mangan, kobalt, çinko, bakır vs. gibi metal iyonlarını içeren proteinlerdir. Örneğin; hemoglobin, miyoglobin gibi.

2.2.2. Proteinlerin Şekillerine Göre Sınıflandırılması

Proteinler şekillenme tiplerine göre fibröz ve globüler olmak üzere ikiye ayrılır.

- **Fibröz proteinler** : Suda çözünmezler. Bir eksen boyunca uzanmış bir polipeptid ya da birbirine paralel olarak yerleşmiş polipeptid zincirlerinden ibaret çubuk şekilli proteinlerdir.
- **Globüler proteinler** : üyük bir kısmı sulu sistemler de çözünebilir. Bunlar toplu halde ve hemen hemen yuvarlak bir yapıdadır. Enzimler, hormonlar vb. proteinler globüler karakterdedir.

2.2.3. Biyolojik Rollerine Göre Proteinlerin Sınıflandırılması

- **Katalitik proteinler** : Enzimler katalitik proteinlerdir. Organizma içindeki birçok reaksiyonun gerçekleşmesinde rol oynarlar.
 - **Taşıyıcı proteinler** : Hemoglobin, serum proteinleri, lipoproteinler bu grupta yer alan proteinlerdir. Önemli metabolizma maddelerinin organizma içinde iletilmesini sağlarlar.
 - **Fizyolojik düzenleyiciler** : İnsülin, parathormon, somatotrop hormon gibi hormonlardır. Organizmada birçok olayın düzenlenmesinde yer alırlar.
 - **Yapısal proteinler** : Kollajen (tendon ve kıkırdak), elastin (ligamentler), keratin (saç,tırnak,tüy) fibroin (ipek, örümcek ağı) bu gruptadır.
 - **Kalıtıl proteinler** : Nükleik asitler kalıtıl proteinlerdir. Canlının kalıtıl niteliklerinin oluşması ve bunların değişmelerini sağlayan olaylarda yer alırlar.
- Savunma proteinleri** : İmmünoglobülinler, fibrinojen ve trombin (pıhtılaşma) ve risin (zehirlerde) bu grupta yer alır.
- Kontraktıl sistemde yer alan proteinler** : Aktin, miyozin (iskelet kası proteini), tübülün (mikrotübüllerde), dinein (kirpik ve kamçılarda) kontraktıl sistemde yer alan proteinlerdir.
- Diğer proteinler** : Değişik organizmalarda birçok farklı protein bulunmaktadır. Ağaçta bulunan monellin, antarktik balıklarının kanında bulunan kanı donmaya karşı koruyan antifriz proteini, böcek kanatlarının hareketini sağlayan rezilin bu grupta yer alan proteinlerdendir.

2.3. Proteinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Proteinler genellikle tatsız ve kokusuz maddelerdir. Ancak proteinlerin parçalanma ürünleri ve bazı amino asitlerin tatları acıdır.

Proteinler belirli asitler, ağır metaller ve özgül antikorlarla çökerler. Proteinlerin çöktürülmesinde kullanılan asitler, triklorasetik asit, pikrik asit, sulfosalisilik asit, fosfotungstik asit, fosfomoliptik asittir.

Protein solüsyonlarının çöktürülmesinde kullanılan başlıca metal tuzları ise cıva, çinko, demir, kurşun, kadmiyum gibi ağır metallerin tuzlarıdır.

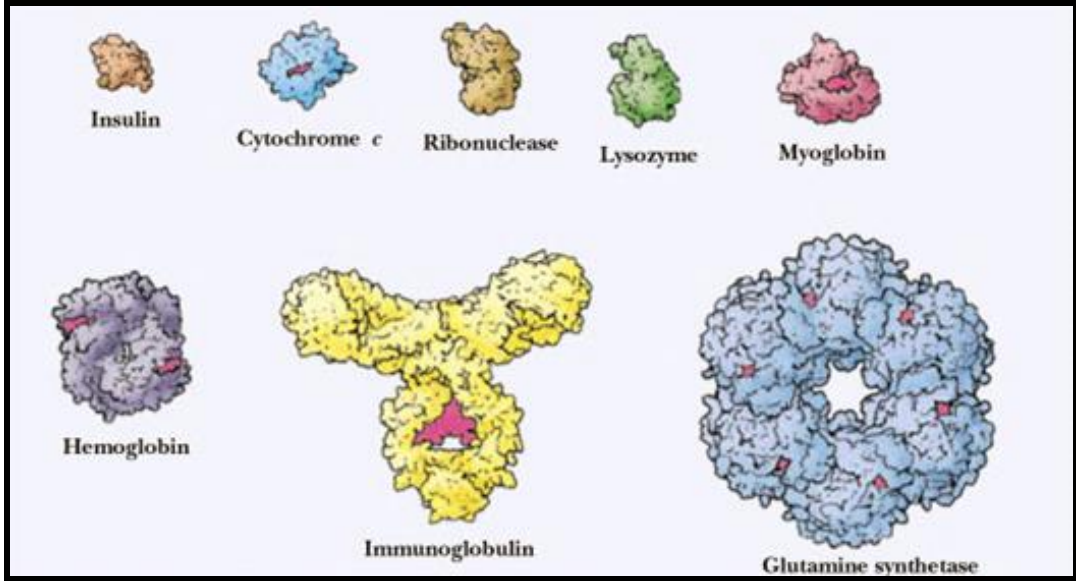
Proteinler çok spesifik olduğundan antijen etkisine sahiptirler. Yani bunlar yabancı bir organizmaya sindirim yolundan başka bir yolla verildiklerinde organizmada antikorların teşekkülüne sebep olur. Her protein kendi türüne karşı teşekkül etmiş bulunan spesifik antikor ile çöker.

Genel olarak proteinlerin sulu solüsyonları izoelektrik noktaları civarında ısıtılırsa, solüsyon içindeki proteinler eski biyolojik özelliklerini kaybeder. Isıtma dışında bazı fiziksel veya kimyasal etkenler proteinlerin doğal yapısının bozulmasına (denatürasyona) neden olur.

2.3.1. Proteinlerin Molekül Ağırlıkları

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

Proteinler, sahip oldukları moleküler yapının büyüklüğü nedeniyle kolloidal özellik gösterir. Proteinlerin molekül ağırlıklarının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en önemlisi ultra santrifüj yöntemidir.



Şekil 2.8: Molekül yapılarının büyüklükleri

2.3.2. Proteinlerin İyonlaşma Özelliği

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.

Proteinler iyonlaşmada yalnızca proton alıp vermez, diğer iyonlar da bu yönde reaksiyona girer. Bu nedenle de proteinlerin birbirlerinden farklı birer izoelektrik nokta ve izoiyonik noktaları bulunmaktadır.

İzoiyonik nokta; H^+ ve OH^- dışında hiçbir iyon bulunmayacak derecede sonsuz dilüsyonu (seyreltme) yapılmış protein çözeltisinin pH'sı olarak da tanımlanmaktadır. Bu durumdaki proteinlerin çözünürlüğü izoelektrik noktada en düşük düzeydedir ve proteinler bu noktada çözelti içinde çökme eğilimindedir. Buna izoelektrik noktada çökme denir.

2.3.3. Proteinlerin Çözünürlük Özelliği

Proteinlerin çözündüğü ortamlar genellikle su, gliserol, dietilformamit, dimetilformamit veya formik asit gibi kuvvetli polar çözücülerdir. Çözünürlük protein yapısındaki hidrolilik (polar) ve hidrofobik (apolar) gruplara bağlı olarak değişmektedir. Prolaminler gibi sınırlı sayıdaki bazı proteinler düşük düzeyde polar olan etil alkol gibi çözücülerde çözünebilmektedir.

Proteinlerin çözünürlük karakteristiklerini etkileyen başlıca interaksiyonlar (etkileşimler) hidrofobik ve iyonik yapılarıdır.

Proteinlerin sudaki çözünürlüğü pH ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak değişebilmektedir. Amonyum sülfat gibi nötral tuzlar protein çözünürlüğü üzerinde iki farklı etkiye sahiptir. Bu tuzlar düşük konsantrasyonlarda elektrostatik protein-protein etkileşimini (bağlama gücünü) önleyerek, proteinin çözünürlüğünü artırmaktadır (salting-in etkisi). Buna karşılık yüksek nötral tuz konsantrasyonlarında tuzdaki iyonların hidrasyon eğilimi nedeniyle protein çözünürlüğü azalmaktadır (salting-out etkisi).

Proteinler polar bileşiklerdir ve bu nedenle de su içinde hidrate olur. Hidrasyon derecesi proteinden proteine göre değişmektedir. Çözünürlük özelliği göstermeyen proteinlerin şişmesi, çözücü proteinlerin hidrasyonuna karşılık gelir. Bunun sonucu olarak peptid zincirleri arasına su molekülleri girerek hacmin artmasına ve diğer bazı fiziksel özelliklerde değişimlere yol açar. Şişme sırasında alınan su, proteinin kuru ağırlığının birkaç kat artmasına neden olur. Proteinlerin çözünürlüğü üzerine çözücünün pH'sı, iyonik kuvvet, sıcaklık ve organik çözücünün varlığı gibi faktörler de etkilidir.

2.3.4. Proteinlerin Çökme Özellikleri

Proteinler bir çözücü içinde yük ve protein-çözücü etkileşimi tarafından kararlı bir durumda tutulur. Bu kararlı durum proteinin yapısında bulunan amino asitlerin ve çözücü sistemin özelliklerine göre değişir.

Kararlı durumu oluşturan etkenlerden biri ortadan kalkarsa protein bazen çökler, ikisi de ortadan kalkarsa protein daima çökler.

- **Proteinlerin izoelektrik noktada (pH) çöktürülmesi** : Proteinler amino asitler gibi amfolit karakterdedir. Asit çözeltilerde karışık katyonlar halinde bulunur. Proteinler de amino asitler gibi izoelektrik noktalarında çok düşük çözünürlük özelliği gösterir. Proteinin izoelektrik nokta pH'ında, yüksüz olup elektriksel bir alanda kutuplara hareket edemez durumdadır.

Sütte yer alan kazein gibi bazı proteinler, çözelti pH'ının bu proteinin izoelektrik noktasına girilmesiyle kolayca çökeltir. Bu özellikten süt endüstrisinde fermente süt ürünlerinin elde edilmesinde yararlanılmaktadır. Diğer taraftan protein çözeltileri çok iyi tampon özelliği gösterdiklerinden gıda endüstrisinde bu alanda da yararlanılmaktadır.

Ağır metal ve tuzları ile çöktürme : Hg+2, Pb+2, Cu+2, Ag+, Au+, Pb+4 gibi pozitif ağır metal iyonları ve bunların tuzları

(HgCl₂, 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. Konsantre asitler kullanıldığında tam bir denatürasyon görülür.
- **Nötral tuzlarla çöktürme** : Sulu protein çözeltilerine amonyum sülfat, sodyum sülfat veya alkali fosfat karışımları gibi nötral tuzların eklenmesi sonucu proteinler çökler.

Yüksek tuz konsantrasyonu protein molekülünün etrafındaki su moleküllerine etki ederek çözünürlükten sorumlu elektrostatik güçleri değiştirir. Tuz ile çöktürme ortamın pH ve tuz konsantrasyonundan önemli derecede etkilenir.

Çökme en etkin birimde proteinin izoelektrik noktasında gerçekleşir. Proteinlerin nötral tuzlarla çöktürülmesi denatürasyona neden olmaz.

- **Organik çözücülerle çöktürme** : Sulu protein çözeltilerine etil alkol ve aseton gibi bazı organik çözücülerin eklenmesi proteinleri çökeltir. Çökme, proteinin izoelektrik noktasında çok kolay olur.

Organik çözücülerle çöktürmede genellikle denatürasyon görülmez. Ancak çöktürmenin 0°C'de yapılması önerilmektedir.

2.4. Proteinlerin Kalitesi ve Protein Kaynakları

Proteinlerin amino asit bileşimleri ve içerdikleri esansiyel amino asit oranları proteinin besin kalitesini belirler. Proteinin sindirilebilirliği, protein içeren gıdanın sindirim sistemine girdikten sonra absorbe edilen azot miktarı ile tanımlanmaktadır.

Proteinler tüm bitkisel ve hayvansal kaynaklı yiyeceklerde bulunur. Hayvansal kaynaklı gıdaların hem protein kullanılabilirliği hem de protein miktarı bitkisel kaynaklara göre daha fazladır. Kuru fasulyenin, etten daha çok oranda protein taşımaya rağmen, et kadar değerli bir besin maddesi olmamasının nedeni gerektiği kadar esansiyel amino asitleri kapsamamasındandır.

İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan hububat ve baklagiller çoğu zaman elzem amino asitlerden herhangi birinin eksikliğine neden olur. Örneğin; pirinç, buğday, arpa ve mısırdaki lizin miktarı düşükken metiyonin miktarı yüksektir. Bu nedenle bazı amino asitler açısından eksiklik gösteren gıdalar yüksek içerikli kaynaklar ile birlikte kullanılarak zenginleştirilmelidir.

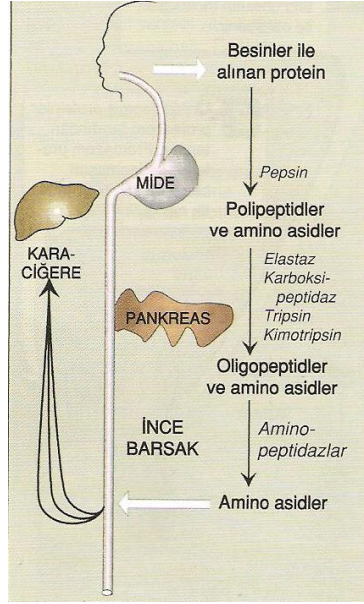
Hayvansal proteinler bitkiselardan daha yüksek kalitelidir. Yumurta akı proteini en iyi kalitede bir proteindir. Biyolojik değeri 100 kabul edilerek diğer proteinlerin kalite belirlenmesinde standart olarak alınır.

Amino Asit	Et(sığır)	Süt	Yumurta	Buğday	Mısır
Vanilin	313	463	428	276	303
Lösin	507	782	551	417	783
İzolosin	301	399	393	204	230
Lizin	556	450	436	179	167
Metiyonin	169	156	210	94	120
Fenilalanin	275	434	358	282	305
Treonin	287	278	320	183	225
Triptofan	103	98	113	47	20

Tablo. 2.3: Bazı bitkisel ve hayvansal proteinlerin esansiyel amino asit bileşimleri

Et, süt ve yumurta gibi hayvansal kaynaklı gıdaların tüketiminde tamamına yakını (% 90-100) kullanılıyorsa iyi kaliteli protein olarak nitelendirilir. Et proteini, biyolojik değeri yüksek olan bir proteindir. Ette bulunan proteinlerin kaliteli olmasının sebebi, insan beslenmesi için gerekli olan ekzojen (dışarıdan alınması gereken) amino asitlerin hepsini yapısında bulundurmasıdır. Buradan yola çıkarak et tüketiminin, beslenme açısından hayvansal kaynaklı besin maddeleri arasında önemli bir yere sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Protein metabolizması aslında amino asitlerin metabolizmasıdır. Besinlerle alınan proteinler organizma için yabancı maddelerdir. Organizmanın yararlanabilmesi için bu proteinlerin sindirim kanalında amino asitlere kadar yıkılmaları gerekir.



Resim 2.9: Proteinlerin sindirimi

Proteinlerin sindirimi midede başlar ve bağırsaklarda devam eder. Mide hücreleri tarafından salgılanan ve mide özsuyunda bulunan pepsin denilen bir enzim yine mide özsuyundaki HCl yardımıyla peptid bağlarını yıkar. Çeşitli büyüklükte peptidler ve amino asitler meydana getirir. İnce bağırsağa geçen bu karışım burada tripsin, kimotripsin ve karboksipeptidaz enzimlerinin etkisi ile proteinlerin çoğunluğu amino asitlere yıkılarak emilir.

2.5. Günlük Protein İhtiyacı Hesaplamaları

İnsan ve hayvanların günlük protein ihtiyacı azot (nitrojen) dengesinin hesaplanmasıyla saptanır. Bu şu anlama gelmektedir; vücuda proteinlerle alınan azot miktarı, çeşitli yollarla vücuttan kaybedilen azot miktarına eşitse, alınan atılanı karşıladığından azot dengelenmiş olur. Bu duruma "azot dengesi" denir. Vücuttan değişik yollarla sürekli azotlu madde kaybı olur. Vücuttan atılan azotlu maddelerin kaynağı proteinlerdir. Atılan ve kullanılanı karşılayacak miktar ve kalitede protein alınmazsa, vücuttaki yedek de tükendikten sonra hücrelerin yapısal proteini parçalanmaya başlar. Bu durum vücut çalışmasını bozar. Kaybedilen azot vücuda alınan azottan çoksa, alınan atılanı dengeleyemediğinden, durum "azot dengesizliği" (eksi veya negatif azot dengesi) olarak nitelendirilir. Proteinlerle alınan azot, atılandan çoksa, vücutta bir miktar azot birikimi oluyor demektir. Bu durum da "pozitif (artı) azot dengesi" diye ifade edilir.

Azot dengesinin korunması için günde 35 gram protein alınması yeterlidir. Günlük protein ihtiyacı formülle de saptanabilir. Günlük protein gereksinimi için iki pratik yöntem vardır. Birincisi günlük ortalama protein gereksinimi kilo başına 1 gram olarak hesaplanabilir.

$$\text{Protein gereksinimi(g)} = \text{Ağırlık (kg)} \times 1 \text{ gram}$$

Örneğin 60 kg ağırlığında bir kişinin günde yaklaşık 60 gram protein alması gerekir. İkinci yol olarak, günlük kalorisinin % 15' nin proteinden gelmesi önerilmektedir. Bunu hesaplamak için önce günlük kalori gereksinimini bilmek gerekir. Enerji gereksinimi aşağıdaki formülle hesaplanabilir;

$$\begin{aligned} &30 \text{ yaşına kadar: Ağırlık (kg) x 30 kalori} \\ &30 \text{ yaşından yukarı: Ağırlık (kg) x 30 kalori} - 100 \text{ (her on yıl için)} \end{aligned}$$

60 kg'lık bir kişinin günlük enerji gereksinimi şöyledir:

$$30 \text{ yaş için: } (60 \times 30 = 1800 \text{ kalori})$$

$$40 \text{ yaş için : } (1800 - 100 = 1700 \text{ kalori})$$

$$50 \text{ yaş için : } (1800 - 200 = 1600 \text{ kalori})$$

Bu enerjinin % 15' nin geleceği protein miktarını bulmak için proteinin verdiği enerjiyi bilmemiz gerekir;

$$1 \text{ gram protein} = 4 \text{ kalori}$$

Buna göre 50 yaşında ve 60 kg ağırlığında bir kişinin günlük protein gereksinimi:

$$(1600 \times 5 / 100 / 4) = 60 \text{ g}$$

2.6. Proteinlerin Vücuttaki Görevleri

Proteinler, canlıda hem yapının oluşmasında hem de pek çok görevin yapılmasında doğrudan etkilidir. Hücrelerin kendine özgü özelliklerini kazandıran maddeler, yapılarını oluşturan protein çeşitleridir. Hücrede gerçekleşen hücresel olayların yapılması da proteinlerle sağlanır. Proteinlerin başlıca görevleri şunlar:

- Proteinler vücudun elzem amino asitlere olan gereksinimini karşılar.
- Büyüme ve ergenlik dönemlerinde yeni dokuların yapılmasında etkindir.
- Yıpranan dokuların onarılması işlevine sahiptir.
- Enzimlerin ve hormonların yapımında görev alıp yapılarında bulunur.
- Sinirsel uyarıların iletiminde rol oynar.
- Canlıya destek olma ve hareket olanağı sağlamada görev alır.
- Vücudun hastalıklara karşı dayanıklılığında ve hastalık etkenlerine karşı korunmada kullanılır.
- Kanın pıhtılaşmasında rol oynar.
- Organizmada taşıma görevi üstlenir. Bu nedenle birçok molekül ve iyonlar özgül proteinler tarafından taşınarak işlevlerini yerine getirir. Örneğin, hemoglobin alyuvarlarda, miyoglobin ise kasta oksijen taşıırken, demir kan metabolizmasında transferin tarafından taşınır.

- Hücrelerle hücreler arası sıvılar arasında besin unsurlarının değişimine yardım ederek ödemlere sebebiyet veren sıvıların anormal bir şekilde toplanmasına engel olur.
- Sıvı ve elektrolit dengesinin korunmasında doğrudan ya da dolaylı olarak görevleri vardır.
- Proteinler vücudun enerji kaynağı değildir. Ancak, proteinler vücuda fazla miktarda alındıklarında ya da vücutta yeterli enerji kaynağı olmadığında enerji kaynağı olarak kullanılır.

2.7. Gıdalara Uygulanan İşlemler Sırasında Proteinlerde Görülen Değişmeler

Bir gıdanın tüketici açısından önem taşıyan işlevsel özelliği, gıdanın enerji besin ögesi değerinin dışındaki diğer yararlılıklarına yönelik niteliklerinin tümüdür. Bunlar sırasıyla yapı, tat-koku, renk ve görünüştür. Bu özellikler üzerine proteinlerin taşıdıkları fizikokimyasal nitelikler etkili olup gıdalara bazı arzu edilen özelliklerin kazandırılmasını sağlar. Örneğin; fırıncılık ürünlerinin taşıdıkları bazı duyuşsal özellikler buğday gluteninin hamur oluşumundaki etkisi ve viskoelastik karakteri ile ilgilidir. Etin körpe ve sulu yapısı büyük ölçüde kastaki aktin, miyosin ve aktomiyosin gibi suda çözünür proteinlerden kaynaklanmaktadır. Bazı süt ürünlerinin gösterdiği yapı ve pıhtı oluşturma özelliği kazein misellerinin kolloidal karakteristiği ile ilgilidir.

Fonksiyonel Özellikler	Gıdalar	Protein Kaynağı
Çözünürlük	İçecekler	Peynir altı suyu proteini
Viskozite	Çorbalar, Et suları, Salata suları, Tatlılar	Peynir altı suyu proteini
Su bağlama	Sosisler, Kekler, Ekmekler	Kas ve yumurta proteini
Jel Oluşturma	Etler, Jeller, Kekler, Unlu ürünler	Peynir, Kas, Yumurta ve süt proteini
Emülsiyon Oluşturma	Sosisler, Çorbalar, Kekler, Soslar	Kas, Yumurta ve süt proteini
Köpük Oluşturma	Çırpılmış pasta süslemeleri, Dondurma, Kekler, Tatlılar	Yumurta ve süt proteini
Yağ ve Aroma Bağlama	Et ürünleri, Unlu ürünler, Donutlar	Yumurta ve süt proteini
Elastiklik	Et ürünleri, Unlu ürünler	Kas proteini

Tablo 2.4: Gıdalar ve protein kaynaklarının fonksiyonel özellikleri

2.7.1. Hidrasyon Özelliği

Sulu çözeltide yer alan bir proteinin bireysel dizilimi büyük ölçüde su ile olan etkileşimine bağlıdır. Su molekülleri protein yapısındaki çeşitli grupları bağlayabilir. Su, proteinlerin fizikokimyasal özelliklerini modifiye eder. Bilindiği gibi proteinlerin dispersiyon, nemlilik, şişme, çözünürlük, viskozite, su tutma kapasitesi, jelasyon, koagülasyon, emülsiyon ve köpürme gibi işlevsel özellikleri su protein etkileşimine bağlıdır. Su absorpsiyonu

(emme,yapışım alma) yolu ile protein su alarak şişer ve böylece karakteristik olan yapı, tekstür, viskozite ve adhezyon gibi gıdanın bazı önemli özellikleri ortaya çıkar.

Proteinlerin hidrasyon yeteneğini; protein konsantrasyonu, konformasyonu, pH, sıcaklık, zaman, iyonik kuvvet ve ortamda bulunan diğer komponentlerin (protein-protein yada protein-su) arasındaki kuvvet etkiler.

2.7.2. Çözünme Özelliği

Proteinlerin bazı önemli işlevsel özellikleri proteinin çözünürlüğünden etkilenmektedir. Bu etkileşimler proste (üretim süreci) uygulanan teknolojik işlemler açısından büyük önem taşır. Çözünürlükten kalınlaşma, emülsiyon, köpük, jel yapıcılık gibi özellikler fazla etkilenmektedir. Çözünmeyen proteinlerin gıda endüstrisinde kullanımında çok dikkatli olunmalıdır.

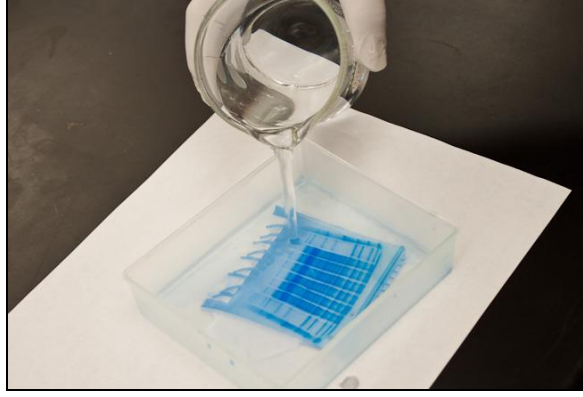
Proteinin çözünürlüğü veya çözünmeme mekanizması doğal özelliğinden kaynaklandığı gibi herhangi bir etmene bağlı olarak da ortaya çıkabilmektedir. Bir proteinin çözünürlüğü; ortamın pH'ına, iyonik kuvvetine, ortam sıcaklığına ($^{\circ}\text{C}$), protein konsantrasyonu ile ortamdaki organik çözücü gibi faktörlerin varlığına bağlıdır.

2.7.3. Viskozite Özelliği

Bir sıvının viskozitesi akışa karşı gösterdiği dirençle tanımlanır. Ancak tüketicilerin sıvı ya da yarı katı gıdalara yönelik tercihi de ürünün viskozitesine bağlıdır. Proteinlerin viskozite davranışları çeşitli değişkenler arasındaki kompleks interaksyonlara dayanmaktadır. Bunlar sırasıyla boyut, şekil, protein çözelti interaksyonu, hidrodinamik hacim ve hidrate konumdaki moleküler esnekliktir. Protein su içinde öncelikle suyu absorblar (yapısına almak, emmek) daha sonra da şişer. Hidrate molekülün boyutu ve hacmi daima hidrate olmamış molekül boyutu ve hacminden büyüktür.

Protein sistemlerinin viskozite özellikleri sıvı gıdalarda büyük önem taşır. Örneğin; içecekler, hazır çorbalar, soslar ve kremalar yapılarında yer alan proteinlerin gösterdiği dispersiyon özellikleri nedeniyle imalat sırasındaki üretim kriterlerinin optimizasyonunda farklılıkların doğmasına neden olur.

2.7.4. Jelleşme Özelliği



Resim 2.1. Protein jelleşmesinin ölçülmesi

Jel, sıvı ve katı bir ortam arasında oluşan ara bir fazdır. Jelasyon birçok protein için önem taşıyan işlevsel bir özelliktir. Birçok gıdanın hazırlanmasında jelasyon önemli rol oynar. Denatüre olmuş protein molekülleri düzenli bir protein ağ yapısı oluşturmak üzere agregasyon (toplanma) olduklarından jelasyon prosesi gerçekleşmektedir. Protein jelasyonu yalnızca katı-viskoelastik jel oluşumunda değil, aynı zamanda su absorblama gücünün gelişmesi, kalınlaştırma partiküllerin bağlanması, köpük stabilizasyonu gibi proseslerde de kullanılmaktadır. Proteinler iki tip jel oluşturur; bunlardan ilki koagülasyona dayalı opak jel, ikincisi ise yarı şeffaf jeldir.

2.7.5. Yapı (Tekstür) Oluşturma Özelliği

Bazı bitkisel ve hayvansal proteinlerden hazırlanan çeşitli preparatlar gıda endüstrisinde tekstürel özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle soya ve süt proteinleri ısı koagülasyonu işlemine tabi tutulduktan sonra film ya da fiber benzeri karışımlar haline getirilmekte ve yüksek su tutma kapasitesine sahip tekstür ajanları olarak kullanılmaktadır.

2.7.6. Ara Yüzey Özelliği

Doğal ya da işlem görmüş çeşitli gıdalar çoğu kez ya köpük ya da emülsiyon yapıdadır. Bu tip dispers sistemler iki faz arasındaki yüzeyde uygun bir amfilik madde yer alınca kadar stabil değildir. Bilindiği gibi proteinler amfoter moleküllerdir ve spontan olarak (kendiliğinden) hava-su ya da yağ-su-yüzey arasına taşınır. Bu kendiliğinden gelişen ve sıvı kütleden yüzey arasına doğru oluşan protein taşınması, proteinin ara yüzeyindeki serbest enerjinin sıvı kütle fazının enerjisinden daha düşük olduğunu gösterir. Böylece denge kurulduğunda, ara yüzey bölgesindeki protein konsantrasyonu sıvı kütle fazındaki konsantrasyondan daha yüksek olmaktadır.

2.7.7. Hamur Oluşturma Özelliği

Buğday endospermünde bulunan gluten hamur oluşumu sırasında karakteristik bir yapı oluşturur. Un suyla karıştırıldığında gluten proteinleri belli bir diziliş sergiler ve çapraz disülfid bağları meydana gelir. Bu çapraz bağlanma üç boyutlu viskoelastik bir yapının oluşmasına neden olur. Bu ağ yapı, nişasta ve diğer komponentleri yapısında hapseder. Ekmek ve diğer fırıncılık ürünlerinin pişirilmesi sırasında son ürünün hacmi ve diğer fiziksel özelliklerinden bu ağ yapı sorumludur.



Resim 2.2: Hamur oluşturma özelliği

2.7.8. Emülsiyon Oluşturma Özelliği

Bazı doğal ve işlem görmüş gıdaların bir kısmı köpük, bir kısmı da emülsiyon tipi ürünlerdir. Bu tipteki dispers sistemler, iki faz arasındaki ara yüzeyde uygun madde taşımadıkça stabil değildir. Proteinler ara yüzeyde yüksek bir viskoelastik özellik gösteren film oluştururlar. Bu ilke çerçevesinde değerlendirilen proteinin emülsiyon özellikleri gıda endüstrisinde yararlanılan önemli bir olgudur.

2.7.9. Köpürme Özelliği

Gıda üretiminde bazı özel durumlarda köpük yapı oluşturmak istenildiğinde yine proteinlerden yararlanılmaktadır. Böyle bir yapı kek, şekerleme, krema ürünleri, dondurma, hazır şantiler, mus tipi gıdalar (moss) ve ekmek gibi ürünlerde özel yapım oluşumuna yardımcı olur. Bu amaçla çoğu kez gaz olarak hava, sınırlı olarak da karbondioksit (CO₂) kullanılır. Bazı köpük gıdalar çok kompleks kolloidal bir yapıya sahiptir. Buna en iyi örnek dondurmadır.



Resim 2.3: Proteinlerin köpürme özelliği

Köpük oluşumunu ve stabilitesini etkileyen faktörlerin başında bunu sağlayacak proteinin yüksek çözünürlük özelliği göstermesi gelir. Bunun dışında ortam pH'sı, tuzun varlığı, sakkaroz ya da diğer şekerlerin bulunması, lipit konsantrasyonu gibi faktörler de bu oluşumu büyük ölçüde etkiler. Bunun yanı sıra proteinin bir olgunlaşma evresinden sonra daha stabil bir köpük oluşturduğu da bildirilmektedir.

En yüksek köpürme özelliği gösteren proteinler; yumurta beyazı proteini, hemoglobinin globin kısmı, jelatin, peynir suyu proteini, kazein miselleri, buğday proteinleri ve soya proteinleridir.

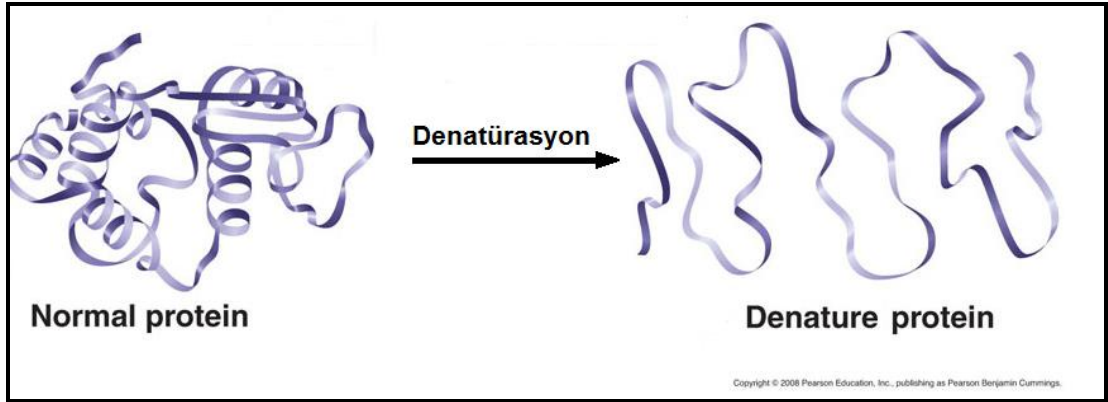
2.7.10. Tat - Koku Bağlama Özelliği

Proteinler genelde kokusuz olmalarına rağmen tat ve koku ajanlarını bağlayarak gıdaların duyuşal özelliklerini etkiler. Bu nedenle bazı protein preparatları işlevsel ve besleyici özelliklerinin yanı sıra bazı özel tat-koku öğelerini bağlama fonksiyonuna da sahiptir.

Gıdalarda acımsı, yakıcı tat ve koku belirtileri; ortamda çeşitli tepkimeler sonucu beliren aldehitler, ketonlar, alkoller, fenoller ve serbest yağ asitlerinin varlığından kaynaklanır. Bu öğeler proteinlere ya da başka komponentlere bağlı olduklarında reaksiyon sonucu yapıdan ayrılır. Ortamda kötü tat ve kokunun ortaya çıkmasına yol açar. Bu istenmeyen tat ve kokuyu buhar veya solvent (çözücü) ekstraksiyonu ile uzaklaştırmak mümkün olmayabilir. Proteinlerin tat ve koku maddelerini bağlama mekanizması proteinin rutubet içeriğine bağlıdır. Proteinlerin bu özellikleri gıda endüstrisi açısından büyük önem taşır. Örneğin bitkisel proteinlerden yapılan et benzeri gıdalarda gerçek et tadı ve kokusunun oluşturulması, et tat ve kokusundan sorumlu ajanların proteine bağlanması yolu ile sağlanmaktadır.

2.8. Protein Denatürasyonu ve Koagülasyonu

Proteinlerin sekonder ve tersiyer yapısını oluşturan bağlar bazı koşullarda parçalanarak üç boyutlu yapının bozulmasına neden olur. Denatürasyon sırasında kovalent bağlar korunur. Ancak disülfid bağları kırılarak çok sayıda sülfidril grubu açığa çıkarır. Yani molekül yumak şeklini koruyamayıp açılmaya, düz şekil alamaya başlar. Bu durum ise **denatürasyon** olarak tanımlanır.



Şekil 2.10: Denatürasyon

Proteinlerin denatürasyonunu tetikleyen etmenler; ısı, radyasyon, çeşitli kimyasallar, asidik ve bazik çözeltiler, konsantre tuz çözeltileridir.



Resim 2.4: Yumurta proteinlerinin denatüre olması

Denatüre proteinler bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini kaybederler. Ancak peptid bağlarına sahip olduklarından besin değerini kaybetmezler. Denatürasyon olayı proteinlere özgü farklı derecelerde etkili olan bir olaydır.

Dondurulmuş gıdaların çoğunda proteinler kısmen denatüre olur ve dengeleri bozulur. Balık proteinleri dondurulduktan sonra balıkentinin daha sert, lastiğimsi ve susuz olması gibi sonuçlar ortaya çıkar. Süt kazeini ise dondurularak saklanan sütte kısmen denatüre olarak daha dengesiz hale gelir.

Protein denatürasyonu sonucunda;

- Proteazların protein yapısı üzerine etkisi azalır,
- Viskozite artar,
- Çözünürlük azalır,
- Enzimler ve toksinler aktivitelerini kaybeder,
- Su bağlama kapasitesi azalır,
- Rotasyon ve difüzyon stabilitesi değişir,
- Protein kristalizasyonu önlenir.

Disülfid bağlarının kırıldığı ve konformasyon değişikliklerinin olduğu denatürasyonlar geri dönüşüzdür. Proteinler kuru ortamlarda ısı denatürasyonuna daha dirençlidir. Ortamda

suyun bulunması denatürasyonu kolaylaştırır ve sıcaklıktaki her 10 °C'lik artış denatürasyon hızını iki katına çıkarır. Bazı proteinler soğuk uygulamalarda aktivitelerini kaybeder.

Parçalama, yoğurma, çırpma gibi mekanik işlemlerde proteinler hava-sıvı yüzeyi arasına hapsolür sonuçta proteinlerde konformasyonel değişim meydana gelir. Esnek olan proteinler değerlerine göre daha kolay denatüre olur.

Proteinlerin çözünemez duruma gelmesine neden olan değişiklikler ise **koagülasyon** olarak adlandırılır. Denatürasyonla parçalanın peptid zincirleri arasındaki –H bağları ve –SS- bağlarının –SH gruplarına dönüşmesi ile ileri aşamalara gelmiş proteinin yapı ve özelliklerinin değişmesi geri çevrilemez durumdadır. Protein yapıları iyice açılır, yan zincirler bir araya toplanır ve büyüyen protein çöker. Örneğin, yumurta veya hamur pişirilince koagülasyon olayı gerçekleşir ve bu olay geri dönüşümsüzdür.

2.9. Proteinlerin Gıda Sanayinde Kullanımı

Gıda sanayi, tarımdan sağladığı bitkisel ve hayvansal ham maddeyi, uyguladığı işlemlerle raf ömrü uzun ve tüketime hazır ürünlere dönüştüren bir sanayi koludur. Gıda sanayinin ana ham maddesini tarımsal ürünler oluşturduğu için sektörün yapısı ve gelişimiyle ülke tarımı arasında çok yakın ve doğrudan bir bağ bulunmaktadır. Tarımsal üretimin mevsime ve yöreye bağlı değişkenliklerine karşın gıda gereksinimin sürekliliği, çabuk bozulma eğilimindeki tarımsal ürünlere belirli bir işleme ve muhafaza yönteminin uygulanmasını zorunlu kılmakta ve bu işlevi de gıda sanayi yerine getirmektedir.

Proteinlerin, gıda işleme ve gıda ürünleri geliştirilmesinde, gıdanın yapısını etkileyen birçok fonksiyonel özellikleri vardır. Süt, peynir ve et gibi yüksek proteinli gıdalarla, hububat ürünlerinin dokusu, duyuşal ve besinsel özellikleri içerdikleri proteinin cins ve miktarına göre değişebilmektedir.

Günümüzde farklı birçok kaynaktan protein unu, konsantresi veya izolatu elde edilmesi ile ilgili çalışmalar sürmektedir. Yapılan çalışmalar ile daha ucuz ve gerekli fonksiyonel özelliklere sahip yeni protein kaynakları araştırılmaktadır. Baklagiller, yağlı tohumlar ve yağlı meyveler gibi bitkisel kaynaklar bu arayışta ucuz olmaları ve bol bulunmaları nedeniyle önem kazanmaktadır. Genel olarak bu proteinlerin kullanımını kısıtlayan en önemli etken olarak fonksiyonel özelliklerinin zayıf olması gösterilmektedir. Ancak çeşitli enzimatik, kimyasal ve fiziksel modifikasyonlarla proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilebileceği de belirtilmiştir. Ticari olarak herhangi bir gıda ürününde kullanılacak proteinin fiziko-kimyasal özellikleri, gıda maddesinin özellikleri dikkate alınarak belirlenmelidir.

Bazı proteinlerin gıda sanayinde kullanımına örnekler;

Patates proteinleri yem sanayinde uzun yıllardır kullanılmakta olup gıda sektöründe de son yıllarda özellikle unlu mamullerde kullanım denemeleri sürmekte ve etkili bir kullanım alanı oluşturulmaya çalışılmaktadır.

Peynir tozları gıda endüstrisinde çok farklı alanlarda kullanılmakla birlikte, en yaygın olarak gıdalara lezzet verme amaçlı kullanılmaktadır. Peynir tozunun bu özelliğinden çerez kaplamaları başta olmak üzere (örneğin; patlamış mısır, nacho, tortilla) preslenmiş çerezlerde, peynir esaslı soslarda, çorbalarda, patates cipslerinde, tuzlu çeşnilerde ve tuzlu bisküvilerde yararlanılmaktadır. Peynir tozlarının kullanımı pizza, bisküvi, makarna gibi özel unlu mamullerde, sufle ve kek yapımında üretim kolaylığı sağlamaktadır.

Peynir suyuna çeşitli meyve aromalarının farklı oranlarda katılmasıyla değişik isimler altında alkolsüz içecekler üretilmektedir. Kullanılan meyvelerin başında kayısı, şeftali, mango, turunçgiller, elma, muz ve üzüm gelmektedir.

Peynir suyu sahip olduğu bazı nitelikler nedeniyle bira benzeri içeceklerin yapımı için oldukça elverişli bir ham maddedir. Ayrıca deproteinize asit peynir suyuna sakkaroz ve karamelize şeker, bira mayası, meyve aroması ve su katıldıktan sonra karışım şişelenip 18°C' de 8-12 saat fermantasyona bırakılarak peynir suyu şampanyası üretilmektedir.

Peynir suyu proteinleri asit stabilitesi ile yapı ve nem kontrolünü sağlayıp köpüklenme ve emülsifiye olma özelliklerini artırdığından dolayı şekerlemelerde ve birçok tatlı çeşidinde, pasta ve çikolata benzeri şekerli gıdaların üretiminde kullanılmaktadır.

Emülsiyon stabilitesi ve emülsiyon kapasitesinin yüksek olması nedeniyle, peynir suyu proteinleri yağ oranı yüksek kremalarda, mayonezde, sürülebilir. Krem peynirlerde, et sosları ve salata sosları gibi ürünlerin yapımında kullanılabilir. Ayrıca kremalı çorbalar, et sosları ve benzeri gıdalarda yüksek jelleşme özelliğine sahip olan peynir suyu proteinleri kıvam artırıcı olarak kullanılmaktadır.

Isıtma ile elde edilen peynir suyu konsantreleri Quark, Cottage ve eritme peynirlerinde yapıyı geliştirmek, Cheddar peynirinde randımanı artırmak, yoğurt yapımında su bağlama özelliği sayesinde daha kıvamlı ürün elde etme amacıyla kullanılmaktadır.

Peynir suyu proteinleri su tutma kapasitesi, yağ bağlama ve emülsifiye olma özelliklerinden dolayı et teknolojisinde de kullanım alanı bulmuştur. Peynir suyu tozu, sosis, salam gibi et ürünlerinde ve bazı soslarda kullanılmaktadır. Ayrıca içerdiği yüksek miktardaki laktoz nedeniyle kek, bisküvi, pasta ve çöreklerde yağsız sütünun yerine değişik miktarlarda peynir suyu tozu kullanılmaktadır. Bebekler için hazırlanan gıdaların üretiminde de peynir suyu proteinlerinden yararlanılmaktadır.

Mısır proteinleri, başlıca protein kaynağı olarak çiftlik hayvanı yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır.

Balık ve diğer su ürünleri proteinleri, protein elde etmek için ucuz bir ham madde alternatifidir. Balık proteinleri karakteristik bir koku içermez ve gıdalara ilave edilerek gıdaların besinsel değeri artırılabilir.

Soyanın kolesterol içermeyen yapısı, yüksek kaliteli protein içeriği ve baklagiller içinde en kolay sindirilen ürün olma özelliği ile sarı altın, hatta asrın bitkisi olarak da adlandırılan soya fasulyesi çok çeşitli kullanım alanları bulunan bitkisel bir gıda maddesidir.

Soya taneleri çimlendirilip filizleri sebze olarak yenebileceği gibi, işlenerek soya yağı ve unu elde edilebilir. Soya dünyada bitkisel yağların başlıca kaynağıdır.

Soya gıda sanayinde hamur ürünlerinde (ekmek, kurabiye, bisküvi, kekler, baklava, pasta, hamur tatlıları, dondurma külahı, makarna, şehriye, mantı, tarhana, leblebi vb.), bebek mamalarında, şekerleme ürünlerinde (çikolata, helva), alerji yapmayan süt ve süt ürünlerinde (yoğurt, peynir, dondurma vb.), özel diyet ürünlerinde, yapay et ürünlerinde, kuru / soğuk hazır yemek karışımlarında kullanılmaktadır.

Buğday proteinleri, un sanayi, kahvaltılık gevrekler, diyet ürünleri, bisküvi çeşitleri, makarnalar, bazı peynir çeşitleri, pizza çeşitleri, hafif çerezlerde kullanılır.

Yumurta proteinleri, sütlü tatlılarda ve çorbalarda katılaştırıcı olarak kullanılır.

Amino asitler de gıda sanayisinde yüksek oranda kullanılmaktadır. Glutamik asit ve aspartat en çok kullanılan amino asitlerdendir. Glutamik asit aroma artırıcı olarak, aspartat ise tatlandırıcı olarak günlük kullandığımız bir çok ürünün içerisinde bulunmaktadır.

Aspartat, kuvvetli tatlandırıcı etkisinden başka, aromayı arttıran ve hissedilen tadın ağızda uzun süre kalmasını sağlayan bir maddedir. Ürünlerde tek başına, doğal (sakkaroz, glukoz, fruktoz, dekstroz gibi) veya yapay tatlandırıcılarla birlikte kullanılabilir. Günümüzde aspartat, kahvaltılık tahıllar, ciklet, jöle, reçel, meyve aromalı içecekler ve bu içeceklerin kuru karışımları, ön tatlandırılmış çay, kahve ve kakaolar, aromalı yoğurtlar, çikolata ve şekerlemeler, fırın ürünleri, pudingler ve donmuş sütlü tatlılar gibi birçok üründe başarıyla kullanılmaktadır.

Amino asitlerin metal iyonlarını çözme özelliklerinden dolayı topraktaki mineral eksikliklerini gidermek için tarımda gübreleme amacıyla da kullanılır. Gübreleme, bitkilerin büyümesinde ve sağlıklı yetişmelerinde etkilidir.

2.10. Nükleik Asitler

Nükleik asitler insan, hayvan, bitki, mikroorganizma ve virüs gibi bütün canlılarda bulunan ve kalıtsal özelliklerin nesilden nesile taşınmasını sağlayan ve hücreler tarafından sentezlenen büyük organik bileşiklerdir. Görevleri genel olarak kalıtsal bilgiyi taşımak aktarmak ve hücreyi yönetmektir. Nükleik asitler kimyevi bileşiklerdir.

Nükleik asitler organizmanın bütün genetik bilgilerini depolar ve yeni nesillere aktarır. Ayrıca hücrenin üremesi, protein, enzim ve hormon sentezi gibi birçok temel hayati olayları da yönetirler. Vücudumuzda tüm yapılan işlevleri dolaylı olarak kontrol ederler, bu nedenle “yönetici moleküller” olarak da isimlendirilirler.

DNA ve RNA nükleik asitler olarak adlandırılan organik bileşikler, ilk kez 1869 yılında Friedrich Miescher tarafından görüntülenmiştir.

2.11. Nükleik Asitlerin Yapısı

Nükleik asitler, organik moleküllerin oldukça büyük ve karmaşık yapıda olanıdır. Karbon(C), hidrojen(H), oksijen(O), azot(N) ve fosfor(P) elemntlerinden oluşmuşlardır. Nükleik asitlerin temel yapı taşları nükleotitlerdir. Nükleik asitler nükleotitlerin birleşmesinden oluşur. Nükleotitler ise fosforik asit (H_3PO_4), beş karbonlu bir şeker ve azotlu organik baz olmak üzere farklı üç molekülden meydana gelir. Nükleotit içinde beş karbonlu şekerle azotlu organik bazın oluşturduğu kısma “nükleozit” denir.

Şimdi nükleoititleri oluşturan azotlu organik bazları, şekerleri ve fosforik asiti daha yakından inceleyelim.

- **Azotlu organik bazlar :** Pürin ve pirimidin olmak üzere iki çeşittir. Pürin bazlar çift halkalı olup adenin (A) ve guanin (G) bazlardır. Pirimidin bazları ise tek halkalı olup sitozin (S), timin (T) ve urasil (U) bazlarıdır. Bu bazlardan adenin, sitozin ve guanin DNA ve RNA yapısına katıldığı halde timin yalnızca DNA'nın, urasil ise sadece RNA'nın yapısında bulunur.
- **Şeker :** Nükleik asitlerde 5C'lu şekerler (Pentozlar)bulunur. Bunlar, riboz ve deoksiriboz şekerleridir. Riboz: $C_5H_{10}O_5$ ve Deoksiriboz: $C_5H_{10}O_4$ ' dur. Ribozun, deoksiriboza göre bir oksijen fazladır. Deoksiribozun ribozdan farkı 2.karbon atomunda OH yerine H taşıyor olmasıdır.Riboz şeker,RNA'nın yapısına katılırken, deoksiriboz şeker DNA molekülünde bulunur.
- **Fosforik asit (H_3PO_4) :** Nükleotidlerin yapısındaki fosfat kaynağı fosforik asitten (H_3PO_4) ileri gelir. Fosfat bütün nükleotitlerde ortak moleküldür.

Bazı nükleotit çeşitleri şunlardır:

Adenin + Deoksiriboz +Fosforik asit=Adenin(deoksiribo)Nükleotit

Urasil + Riboz + Fosforik asit=Urasil(ribo)nükleotit

Azotlu organik baz, şekerle glikozit bağıyla, şeker fosfat grubuna ester bağıyla bağlanır.

AZOTLU ORGANİK BAZ ÇEŞİTLERİ	PENTOZ ÇEŞİTLERİ	FOSFORİK ASİT
ADENİN GUANİN SİTOZİN TİMİN URASİL	DEOXİRİBOZ RİBOZ	H ₃ PO ₄

NÜKLEOZİT

NÜKLEOTİT

DNA NÜKLEOTİTLERİ :	ADENİN	-->	adenin bazı	+	Deoxiriboz	+	Fosfat
	TİMİN	-->	timin bazı	"	"	"	"
	GUANİN	-->	guanin bazı	"	"	"	"
	SİTOZİN	-->	sitozin bazı	"	"	"	"
RNA NÜKLEOTİTLERİ :	ADENİN	-->	adenin bazı	+	Riboz	+	Fosfat
	URASİL	-->	urasil "	"	"	"	"
	GUANİN	-->	guanin "	"	"	"	"
	SİTOZİN	-->	sitozin "	"	"	"	"

Şekil 2.11: Nükleik asitlerin oluşumu

Nükleik asitler buldukları şeker çeşidine göre 2' ye ayrılır. Bunlar:DNA ve RNA'dır.

DNA (deoksiribo nükleik asit)'nın özellikleri:

- DNA modeli 1953 de Watson ve Crick adlı bilim adamları tarafından ortaya konmuştur.
- DNA adını yapısında bulunan deksiriboz şekerinden almıştır.
- Deoksiriboz şekeri bulundurur. : Çok sayıda deoksiribonükleotit belirli bir düzende birleşirse DNA oluşur. Bu nükleotitler, adenin,guanin,sitozin ve timindir.Urasil nükleotidini bulundurmaz.
- Karşılıklı yer alan nükleotit zincirinde her zaman guanin sitozinle; adenin timinle eşlenir. Dolayısıyla adenin sayısı timine guanin sayısı sitozine eşittir.
- Bu eşitlikten A (adenin) + G (guanin) / T (timin) + S (Sitozin) = 1 elde edilir.
- İki tane iplikten oluşmuş, sarmal yapıya sahip bir moleküldür.
- DNA molekülü oluşurken bir zincirdeki nükleotitler birbirine fosfodiester, karşılıklı nükleotitler birbirlerine hidrojen bağı ile bağlanır.Adenin ile timin arasında 2,guanin ile sitozin arasında 3 tane zayıf hidrojen bağı bulunur.
- DNA kendini eşleyebilir.Bu olaya replikasyon(=duplikasyon) denir.
- Ökaryot hücrelerde; çekirdek, mitekondri ve plastitlerde bulunur.
- Hücrelerin genetik bilgisini taşır ve sonraki nesillere aktarır.
- Protein ve RNA sentezini yönetir.

- DNA polimeraz ve ligaz enzimleri tarafından sentezlenir.
- Mutasyon denen kalıtsal değişikliklere uğrar.
- A (adenin) +T (timin) /G (guanin) +S (sitozin) oranı türe özgüdür.İnsanda bu oran 1,52 dir.

RNA (ribonükleik asit)'nın özellikleri:

- Adenin,guanin,sitozin ve urasil nükleotitlerini bulundurur (RNA da timin bulunmaz).
- Riboz şekerini bulundurur.
- Kendisini eşleyemez.DNA üzerinden sentezlenir.
- Ökaryot hücrelerde çekirdek,mitokondri,plastitler,ribozom ve stoplazmalarda bulunabilir.
- DNA'dan aldığı bilgiyle protein sentezini sağlar.
- RNA polimeraz enzimiyle sentezlenir.
- Miktarı bir canlının aynı tip hücrelerinde bile farklı olabilir. Protein sentezinin fazla olduğu hücrelerde RNA miktarı fazladır.

➤ Görevlerine göre 3 çeşit RNA bulunur.Bunlar:

- **Mesajcı RNA(m RNA=elçi RNA=messenger RNA)**
 - Hücrede en az bulunan RNA çeşididir.Toplam RNA nın %5 ini oluşturur.
 - DNA çekirdekten çıkamadığı için protein sentezi için gerekli şifreyi DNA dan alıp ribozmun küçük alt birimine getirir.
 - Hücrede her farklı protein için farklı bir mRNA sentezlenir.
- **Taşıyıcı RNA(tRNA=Transfer RNA)**
 - Hücredeki RNA ların %15 ini oluşturur.
 - Stoplazmada çözelti halinde bulunduğundan eriyebilir RNA da denir.
 - Görevi, protein sentezinde kullanılacak amino asitleri ribozomun büyük alt birimine taşımaktır.
 - Her tRNA, bir defada sadece bir amino asiti ribozoma taşıyabilir.
 - Hidrojen bağı taşıyan tek RNA çeşididir.
- **Ribozomal RNA (rRNA)**
 - Hücredeki RNA ların %75-85 ini oluşturur.
 - Proteinlerle birlikte ribozomun yapısına katılır.

DNA ile RNA'nın ortak özellikleri; adenin,guanin ve sitozin bazı taşımaları, fosfat grubu(H_3PO_4) bulundurmaları ve nükleotitleri birbirine bağlayan fosfodiester bağlarına sahip olmalarıdır.

2.12. Nükleik Asitlerin Bulunduğu Besinler

Nükleik asitlerin buldukları besinler; hayvansal ve bitkisel besinlerde proteinle birleşik halde bulunurlar. Nükleik asitler önem sırasına göre şu yiyeceklerde bulunurlar:

- Organlar (pankreas, yürek, böbrek, beyin, havyar)
- Et, balık, kurubaklagiller
- Tahıllar, süt ve mamülleri
- Sebze ve meyveler

UYGULAMA FAALİYETİ

Proteinlerin jelleşme, çözünme ve denatürasyon özelliğini, et numunesi kullanarak gözlemleyiniz.

Kullanılan araç-gereçler: Tavuk eti, beher, cam baget, bunzen beki veya ısıtıcı tabla.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Tavuk eti alınır.	Bunzen beki veya ısıtıcı tabla kullanırken, yanma ve yangın riskine karşı güvenlik önlemleri alınır.
➤ Uygun kapta 30 dakika kaynatılır.	
➤ Oluşan değişimleri gözlemleyiniz.	
➤ Kaynama sırasında oluşan köpüklenmeyi takip ederek denatürasyonu gözlemleyiniz.	
➤ Eti soğutunuz.	
➤ Ette oluşan jelleşmeyi gözlemleyiniz.	
➤ Tekrar ısıtarak çözünme özelliğini gözlemleyiniz.	
➤ Denatürasyonu, jelleşme, çözünme gözlemlerinizi not alınır.	
➤ Deney raporu yazılır.	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Hangisi diyetle alınan proteinlerin biyolojik değerini belirleme açısından en önemlidir?
A) Enerji ve nitrojen miktarı
B) Esansiyel amino asit
C) Sudaki çözünürlük
D) Mol ağırlığı
E) Sindirilme hızı
2. Proteinler hakkında aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?
A) Primer, sekonder, tersiyer ve kuarterner yapılarında bulunabilir.
B) Denatürasyonu sonucunda su bağlama kapasitesi azalır.
C) Köpürme, yapı oluşturmayı tat-koku bağlama gibi özellikleri vardır.
D) Nükleoproteinler alınan besinlerden sağlanır.
E) Her proteinin karakteristik bir yapısı vardır.
3. Aşağıdakilerden hangisi proteinlerin vücuttaki görevlerinden değildir?
A) Canlıya destek olmak ve hareket olanağı sağlamak
B) Kanın pıhtılaşmasında rol oynamak
C) Sinirsel uyarıların iletimini sağlamak
D) Vücudun ilk enerji kaynağı olmak
E) Enzimlerin ve hormonların yapısına katılmak
4. Yapılarında amino asitler dışında başka madde bulunmayan proteinler hangisidir?
A) Basit Proteinler
B) Fibröz Proteinler
C) Globüler proteinler
D) Bileşik Proteinler
E) Fosfoproteinler
5. Proteinlerin kek, şekerleme, dondurma, krema vb. ürünlerinde özel tekstür oluşturması hangi özelliği ile ilgilidir?
A) Tat koku bağlama özelliği
B) Hamur oluşturma özelliği
C) Ara yüzey oluşturma özelliği
D) Köpürme özelliği
E) Jelleşme özelliği

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangi ikisi yetişkinlerin alması gereken amino asitlerden değildir?
A) Lösin- Metionin
B) Arginin- Histidin
C) Valin- Arginin
D) Lisin- İzolösin
E) Triptofan- Prolin
2. Proteinlerin yapısı ve görevleri ile ilgili olarak aşağıdaki yargılardan hangileri doğrudur?
I. Yapıcı ve onarıcı görev yaparlar.
II. Amino asitlerin peptitleşmesi ile oluşurlar.
III .C, H, O ve N elementleri içerirler.
A) I, II ve III
B) Yalnız I
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III
3. Isınma ve yüksek basınç gibi faktörler proteinlerin yapısını bozar. Bu olaya denatürasyon denir. İnsan vücudundaki proteinlerin denatürasyonundan aşağıdaki olaylardan hangileri etkilenebilir?
I. Metabolik olayların devamlılığı,
II. Organlar arası koordinasyonun sağlanması,
III. Vücudun savunma sisteminin çalışması
A) Yalnız III
B) Yalnız II
C) I, II ve III
D) I ve II
E) II ve III
4. "Canlıların protein sentezinde kullanabildikleri 20 çeşit amino asit vardır."
I. Radikal grup
II .Amino grubu
III. Karboksil grubu Yukarıda verilenlerden hangilerinin yapısı tüm amino asit çeşitlerinde ortaktır?
A) Yalnız II
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III
5. Aşağıda yer alan ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Gıdalarda tat ve koku belirtileri; çeşitli tepkimeler sonuçlarından kaynaklanır.
B) Süt, peynir ve et gibi gıdalar yüksek protein içerir.
C) Bitkisel proteinler hayvansallardan daha yüksek kalitelidir
D) proteinlerin birbirlerinden farklı birer izoelektrik noktaları bulunmaktadır.
E) proteinlerin çözünürlüğü; pH'a, iyonik kuvvete, sıcaklık gibi faktörlere bağlıdır.
6. Proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapılarını oluşumundan hangi yapı sorumlu değildir?
- A) Primer
B) Sekonder
C) Tersiyer
D) Kvarter
E) Polar
7. Proteinlerin disülfid bağlarının koparak yerine sülfidril bağlarının oluşması hangi olayla ilgilidir?
- A) Denatürasyon
B) Koagülasyon
C) Jelleşme
D) Köpürme
E) Hamur oluşturma
8. Bir proteinin kalitesi aşağıdakilerden hangisi ile ilgilidir?
- A) Elzem amino asitlerin hepsini içermesi ile
B) Yapısında elzem amino asit içerip içermemesi ile
C) Tat ve koku bağlama özelliği ile
D) Proteinin hamur oluşturma özelliği ile
E) Yapısında yer alan elzem amino asitlerin bileşimi ve sindirilebilirliğiyle
9. Amino asitlerin alkoldeki çözünürlüğünün düşük olması, amino asitlerin hangi karakterlerinden kaynaklanmaktadır?
- A) Apolar
B) Polar
C) Bipolar
D) Çapraz disülfid bağları
E) Hidrofilik
10. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi amino asitlere ait değildir?
- A) Suda çözünürler, alkolde ve eterde çözünmezler.
B) Yalnızca dışarıdan alınan besinlerle sağlanabilirler.
C) Erime noktaları 200⁰C'nin üstündedir, çünkü iyonik bağlara sahiptirler.
D) Amfoter özellik taşırlar.
E) İnfrared bölgedeki ışığı absorbe ederler.

11. Aşağıdaki amino asitlerden hangisi yetişkinler için esansiyel değildir?
- A) Triptofan
 - B) Losin
 - C) Đzolosin
 - D) Histidin
 - E) Lizin
12. Aşağıda verilen amino asitlerinden hangileri insanlarda sentezlenebilir?
- I. Alanin,
 - II. Triptofan,
 - III. Tirozin,
 - IV. Valin,
 - V. Serin,
 - VI. Treonin
- A) I, II, III
 - B) II, III, IV
 - C) I, III, V
 - D) II, IV, VI
 - E) III, IV, V

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	E
4	A
5	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	D
4	A
5	D

MODÜL DEĞERLENDİREME CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	D
5	C
6	E
7	A
8	E
9	B
10	B
11	D
12	C

KAYNAKÇA

- ALPKENT Zafer, Asuman GÖNCÜ, **Peynir Suyu ve Peynir Suyu Proteinlerinin Gıda, Kozmetik ve Tıp Alanlarında Kullanımı**, Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Dergisi, Antalya,2003.
- ASI Tanju, **Tablolarla Biyokimya Cilt II**, Nobel Tıp Kitabevi, Ankara, 1999.
- AYDIN Mehmet, **Gıda Kontrolü ve Mevzuatı**,Türkiye Odalar Birliği Matbaası, Ankara, 1976.
- BABAN Nevzat, **Protein Biyokimyası**, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Dekanlık No: 52, Rektörlük No: 2429, İstanbul, 1980.
- BAYSAL Ayşe, **Beslenme**, 6. Baskı, Ankara Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 1996.
- BAYSAL Ayşe, **Genel Beslenme Bilgisi**, 4. Baskı, Ankara Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 1988.
- ÇAVDAR Fatma, **Genel Beslenme**, 1. Baskı, İhlas Gazetecilik AŞ, İstanbul, 2006.
- BİNGÖL Gazanfer, **Biyokimya**, Mis Matbaası, Ankara, 1981.
- BOBUŞ Günseli, **Mercimek Proteini Konsantresi ve Hidrolizatının Bazı Fonksiyonel ve Biyoaktif Özelliklerinin İncelenmesi**, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 2010.
- DEMİRCİ M., ARICI M., **Peynir Altı Suyunun Önemi**, Hasad Dergisi 5, İstanbul, 1989.
- DİNÇER Barbaros, **Et Bilimi ve Teknolojisi**, Ankara, Kozan Ofset,1992.
- ERSOY Gülgün, Aylın HASBAY, **Sporcu Beslenmesi**, Klasmat Matbaacılık, Ankara, 2008.
- FENNAMA R Owen, **Food Chemistry**, CRC Press, New York, 1996.
- KESKİN H., **Besin Kimyası**, İstanbul Üniversitesi Yayını, Fatih Yayınevi, İstanbul, Cilt I 1981, Cilt II 1982.
- KURBAN Mustafa, Şahnur KAYNAK, **Genel Beslenme**, Net Form AŞ, Kayseri, 2002.

- LEHNİNGER ALBERT L, **Biochemistry**, New York Wort Puplishers, NewYork, 1988.
- MEYER L.H., **Food Chemistry, Reinhold Publishing Co.**, NewYork, 1961.
- OKAY Gürol, **Organik Kimya**, Biltav Yayınları, Ankara 1990.
- ÖZKAYA Hazım, Ekin ŞAHİN, İsmet TÜRKAY, **Gıda Bilimi ve Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 1991.
- TAYAR Mustafa, Recep ÇIBIK, **Gıda Kimyası**, Dora Basım- Yayın – Dağıtım Bursa, 2013
- SALDAMLI İlbilge, **Gıda Kimyası**, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara,1998.
- SÖZBİLİR BAYŞU Nalan, Nihat BAYŞU, **Biyokimya**, Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2008.
- TANRIVERDİ Meltem, **Temel Veteriner Biyokimya**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2344, Eskişehir, 2011.
- TELEFONCU Azmi, **Besin Kimyası**, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Yayınları, No:149, İzmir.
- UNGAN A. **Besin Analizleri**, Refik Saydam Hıfzıssıhha Müessesesi, Yeni Matbaa, Ankara, 1949.
- URAZ T. **Peynir Suyu ve Değerlendirme Şekilleri. Süt ve Mamulleri Teknolojisi**, segem, Yayın No:103, Ankara, 1981.
- YENSON Mutahhar, **İnsan Biokimyası**, İstanbul Üniversitesi Tıp. Fak. Yay. No: 128, İstanbul, 1989.
- YÜCESAN Sevinç, Suna BAYKAN, **Besin Kimyası, Besin Kontrol ve Analizleri**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1981.
- <http://biyologlar.com/index.php/kunena/biyoloji-odevleri-yardim/4345-nukleik-asitlerin-yapisi-ve-fonksiyonu-islevi-hakkinda-bilgi> (Erişim Tarihi:26.04.2016/ 15.00)
- <http://www.forumalew.org/soru-lar-ve-cevap-lar/517186-nukleik-asitlerin-yapisi-ve-cesitleri.html> (Erişim Tarihi:27.04.2016/ 11.00)
- www.genetiklab.com/index.php?sayfa=dersane (Erişim Tarihi:28.04.2016/ 14.15)