

ATATÜRK MESLEK LİSESİ

GIDA KİMYASI

GIDA TEKNOLOJİSİ ALANI, 9. SINIF

İçindekiler

GİRİŞ	5
1. KARBONHİDRATLAR	6
1.1. KARBOHİDRATLARIN YAPISI	6
1.1.1. FOTOSENTEZ.....	6
1.1.2. KARBOHİDRATLARIN YAPISI	7
1.2. KARBOHİDRATLARIN VÜCUTTAKİ GÖREVLERİ	8
1.3. KARBONHİDRAT İÇEREN GIDALAR	8
1.4. KARBONHİDRATLARIN VÜCUTTA SİNDİRİMİ	9
1.5. KARBONHİDRATLARDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER	9
1.5.1. SUDA ÇÖZÜNÜRLÜK	9
1.5.2. KRİSTALİZASYON.....	10
1.5.3. HİDROLİZ.....	11
1.5.4. KARAMELİZASYON.....	11
1.5.5. ESMELEŞME (MAILLARD TEPKİMESİ)	12
1.6. KARBONHİDRATLARIN SINIFLANDIRILMASI	13
1.6.1. MONOSAKKARİTLER	13
1.6.2. DİSAKKARİTLER.....	15
1.6.3. POLİSAKKARİTLER.....	17
1.7. KARBONHİDRATLARIN VARLIĞI NASIL BELİRLENİR?	19
1.7.1. LUGOL ÇÖZELTİSİ.....	19
1.7.2. İYOT ÇÖZELTİSİ	19
2. LİPİTLER	20
2.1. LİPİTLERİN ÖZELLİKLERİ	20
2.2. LİPİTLERİN SINIFLANDIRILMASI	20
2.2.1. YAĞLAR.....	21
2.2.2. MUMLAR	26
2.2.3. BİLEŞİK (KONJUGE) LİPİTLER.....	27
2.2.4. LİPİT BENZERİ MADDELER	28
2.3. LİPİTLERİN VÜCUT ÇALIŞMASINDAKİ FONKSİYONLARI	30
2.4. LİPİTLERİN GIDA İŞLEMEDEKİ FONKSİYONLARI	30
2.5. YAĞLARIN ÖZELLİKLERİ.....	31
2.5.1. YAĞLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ.....	31

2.5.2. YAĞLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	31
2.6. KIZARTMA YAĞLARI VE TRANS YAĞLAR	33
2.6.1. KIZARTMA YAĞLARI	33
2.6.2. TRANS YAĞLAR	33
3. PROTEİNLER.....	34
3.1. AMİNO ASİTLER	34
3.1.1. ESANSİYEL (EKSOJEN) AMİNO ASİTLER	34
3.1.2. ESANSİYEL OLMAYAN (ENDOJEN) AMİNO ASİTLER	34
3.1.3. AMİNO ASİTLERİN YAPISI	35
3.2. PROTEİNLERİN YAPISI	38
3.2.1. PEPTİD ZİNCİRİNİN OLUŞUMU	38
3.2.2. PROTEİNLERİN SINIFLANDIRILMASI	41
3.3. PROTEİNLERİN KALİTESİ VE PROTEİN KAYNAKLARI.....	44
3.4. PROTEİNLERİN SİNDİRİMİ.....	45
3.5. PROTEİNLERİN VÜCUTTAKİ GÖREVLERİ	46
3.6. PROTEİN DENATÜRASYONU	46
3.7. PROTEİNLERİN GIDA SANAYİNDE KULLANIMI.....	47
4. ENZİMLER	48
4.1. ENZİMLERİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ	48
4.1.1. APOENZİM VE KOENZİM-KOFAKTÖR	48
4.1.2. ENZİMLERİN ÖZELLİKLERİ	49
4.1.3. ENZİMLERİN ADLANDIRILMASI.....	50
4.2. ENZİM REAKSİYONLARI	51
4.2.1. ENZİMLERİN KARBONHİDRATLARA ETKİSİ:	51
4.2.2. ENZİMLERİN PROTEİNLERE ETKİSİ:.....	52
4.2.3. ENZİMLERİN LİPİTLERE ETKİSİ:	52
4.2.4. ESMELEŞME (KAHVERENGİLEŞME, BROWNING) REAKSİYONLARI	52
4.2.5. YAĞLARDA LİPOLİTİK REAKSİYONLAR	53
4.3. GIDALARIN YAPISINDA BULUNAN ÖNEMLİ ENZİMLER	54
4.4. GIDA SANAYİNDE KULLANILAN ENZİMLER.....	55
4.4.1. KARBOHİDRAZLAR	55
4.4.2. PROTEOLİTİK ENZİMLER (PROTEAZLAR, PROTEİNAZLAR)	57
4.4.3. LİPAZLAR.....	57

4.5. ENZİM AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	57
4.5.1. ENZİM KONSANTRASYONU	57
4.5.2. SUBSTRAT KONSANTRASYONU	58
4.5.3. SICAKLIK.....	58
4.5.4. ORTAMIN pH'I	59
4.5.5. SU AKTİVİTESİ	59
4.5.6. ENZİM İNHİBİTÖRLERİ	60
4.5.7. AKTİVATÖRLER	63
4.5.8. BASINÇ.....	63
4.6. ENZİM AKTİVİTESİNİN KONTROL ALTINA ALINMASI	63
4.6.1. SICAKLIK.....	63
4.6.2. KURUTMA.....	64
4.6.3. OKSİJENİN KALDIRILMASI	64
4.6.4. ÜRÜNÜN pH'INI DEĞİŞTİRMEK	64
4.6.5. FİZİKSEL YÖNTEMLER	65
4.6.6. KİMYASAL YÖNTEMLER	65
5. VİTAMİNLER.....	66
5.1. A VİTAMİNİ:	66
5.2. D VİTAMİNİ:	67
5.3. E VİTAMİNİ (TOKOFEROL) :	67
5.4. K VİTAMİNİ:	68
5.5. B GRUBU VİTAMİNLERİ.....	68
5.6. C VİTAMİNİ (ASKORBİK ASİT).....	69
7. MİNERALLER	72
7.1. KALSİYUM	72
7.2. DEMİR	73
7.3. İYOT	74
8. SU.....	76
8.1. SUYUN TANIMI	76
8.2. SUYUN ÖNEMİ	76
8.3. SU KAYNAKLARI	77
8.3.1. METEOR SULARI:	77
8.3.2. YERYÜZÜ SULARI:	77

8.3.3. YER ALTI SULARI:	78
8.4. SUYUN VÜCUTTAKİ GÖREVİ	78
8.4.1. SU İHTİYACI.....	78
8.5. SUYUN ÖZELLİKLERİ.....	79
8.5.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER:.....	79
8.5.2. KİMYASAL ÖZELLİKLER.....	80
SUYUN SERTLİĞİNİN GİDERİLMESİ	83
8.5.3. MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ	83
8.5.4. İÇİLEBİLİR NİTELİKTEKİ SUYUN ÖZELLİKLERİ	83
8.6. GIDALARDA BULUNAN SU	84
8.6.1. SU AKTİVİTESİ	84
8.6.2. SERBEST SU.....	85
8.6.3. BAĞLI SU	85
8.6.4. GIDALARDA BULUNAN SUYUN ÖNEMİ	86

GİRİŞ

Gıda kimyası, gıdaların yapısında bulunan bileşenleri ve bu bileşenlerin yapım ve yıkım reaksiyonlarının gerçekleşmesini kapsar.

Gıdaların yapısında bulunan bileşenler organik ve inorganik olarak sınıflandırılabilir.

Organik Bileşenler	İnorganik Bileşenler
<ul style="list-style-type: none">• Karbonhidratlar• Lipidler• Proteinler	<ul style="list-style-type: none">• Vitaminler Ve Mineraller• Su

Organik bileşenler; organizmaya enerji veren, canlının yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan ve hücre faaliyetlerine katılan maddelerdir. Organik bileşenler büyük moleküller halinde doğada bulduklarından dolayı vücutta doğrudan sindirilemezler. Enzimler yardımıyla kendilerini oluşturan monomerlerine parçalanırlar ve kana geçerler.

İnorganik bileşenler ise canlının varlığını devam ettirebilmesi için gerekli olan maddelerdir. İnorganik bileşenler sindirime uğramadan doğrudan kana geçerler.

1. KARBONHİDRATLAR

1.1. KARBOHİDRATLARIN YAPISI

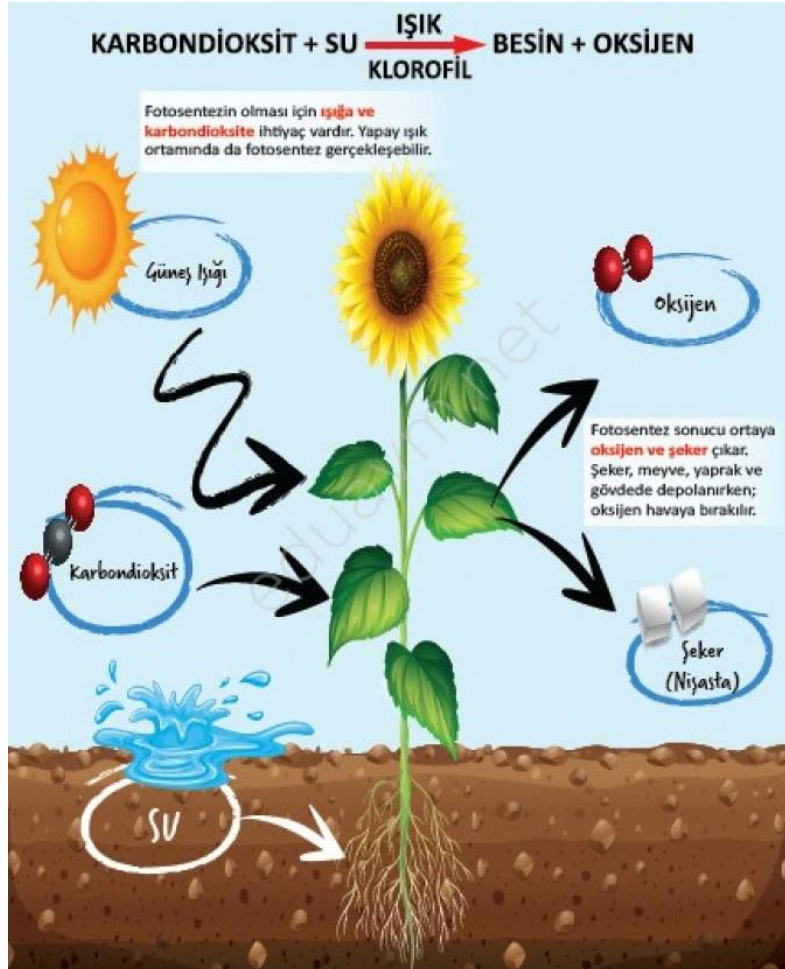
Bitkiler tarafından fotosentez yoluyla üretilen, tüm canlıların enerji kaynağı olarak yararlandıkları, yaşamsal önemi olan, C, H ve O elementlerinin oluşturduğu organik maddelerdir. Karbonhidratlar gıdalarda enerji sağlar. Duyusal özellikleri ve teknolojik kaliteyi belirlemede kullanılır. Gıda endüstrisinde tatlandırıcı, jel oluşturucu, kıvam verici, stabilizör, kalori azaltıcı yağları ikame edici, aroma ve renk maddesi besinsel lif (posa) olarak kullanılır.

1.1.1. FOTOSENTEZ

Karbonhidratlar bitkilerde fotosentez yoluyla meydana gelmektedir. Fotosentez olayında önce glikoz sonra da bundan diğer karbonhidratlar sentezlenmektedir. Fotosentezle üretilen karbonhidratların bir kısmı proteinler, yağlar vb. diğer organik maddelere geri kalan kısımları ise polisakkaritler olarak adlandırılan şekerlere dönüştürülür.

Fotosentezle büyük boyutlarda üretilen karbonhidratlar, fotosentez yapamayan diğer bitki ve mikroorganizma hücrelerinde enerji kaynağı olarak kullanılır.

FOTOSENTEZ: Bitkiler havadan aldıkları CO₂ ile topraktan aldıkları suyu ve besin maddelerini yapraklarında güneş enerjisi ve klorofilin katalitik etkisi altında birleştirerek karbonhidratları ve oksijeni sentezlemektedirler.



1.1.2. KARBOHİDRATLARIN YAPISI

Genel formülleri $C_nH_{2n}O_n$ veya $C_n(H_2O)_n$ şeklinde gösterilebilmektedir.

❖ n: karbon (C) atomu sayısı

Örnek 1: yapısında 6 C atomu bulunan karbonhidratın genel formülünü bulunuz.

Örnek 2: yapısında 10 C atomu bulunan karbonhidratın genel formülünü bulunuz.

1.2. KARBOHİDRATLARIN VÜCUTTAKİ GÖREVLERİ

- Günlük enerjinin % 55-60'ını karşılarlar.
- Su ve elektrolitlerin vücutta tutulmasını sağlarlar.
- Proteinin enerji için kullanılmasını önleyerek protein ihtiyacını azaltırlar.
- Kan lipitlerini düşürücü etkileri vardır.
- Beyin dokusu enerji için sadece karbonhidratları kullanır.
- Bağırsak hareketlerini artırarak burada oluşan artıkların dışkı (gaita) olarak atılmasına yardım ederler.
- Bağırsaklarda patojen bakterilerin çoğalmasını engelleyen bakterilerin çoğalmasını sağlarlar. Prebiyotik özellik gösterirler.

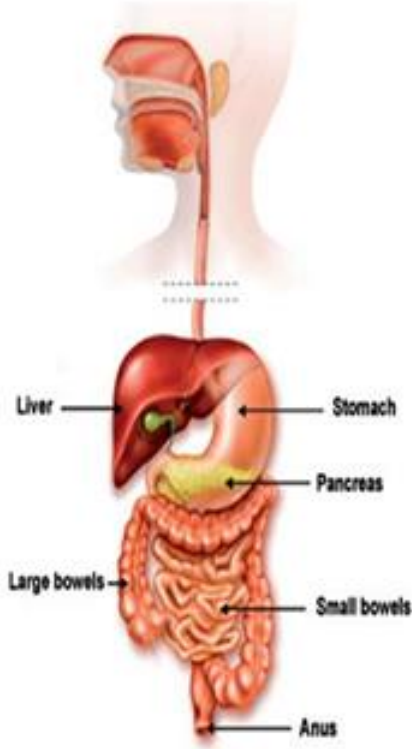


1.3. KARBOHİDRAT İÇEREN GIDALAR

Gıdalar	Karbohidrat İçeriği	Gıdalar	Karbohidrat İçeriği
Şeker	99	Süt	4-5
Bal, üzüm pekmezi	70-75	Yumurta	0,7
Tahin helvası	54	Karaciğer	0,9
Tahıllar	70-75	Patates	17
Ekmek	53-55	İspanak, domates	2-3
Makarna	75	Taze fasulye,bamya	2-3
Yağlı tohumlar	13-16	Salatalık, marul	2-3
Kurubaklagiller	55-60	Havuç, soğan	7-8
İncir, üzüm, nar	15-17	Şeker pancarı	16
Muz	23	Şeker kamışı	20
Portakal	10	Reçeller	65
Sığır eti	0,1	Kavun, karpuz,patlıcan	5-6

Tablo 1.1: Bazı besinlerin karbohidrat içerikleri (100 g/g)

1.4. KARBONHİDRATLARIN VÜCUTTA SİNDİRİMİ



AĞIZDA

Nişasta $\xrightarrow{\alpha\text{-amilaz}}$ dekstrin + maltoz

MİDEDE

Kimyasal sindirimi yok

İNCE BARSAKTA

Nişasta $\xrightarrow{\text{amilaz}}$ dekstrin + maltoz

❖ Maltoz $\xrightarrow{\text{maltaz}}$ glikoz + glikoz

❖ Sukroz $\xrightarrow{\text{sukraz}}$ glikoz + fruktoz

❖ Laktoz $\xrightarrow{\text{laktaz}}$ glikoz + galaktoz

SONUÇ

Karbonhidrat \longrightarrow monosakkarit

1.5. KARBONHİDRATLARDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

1.5.1. SUDA ÇÖZÜNÜRLÜK

- Çözünürlük bakımından karbonhidratlar birbirinden çok farklı özellik göstermektedir.
- Suda çözünenden hiç çözünmeyene kadar değişik özellikte karbonhidrat vardır.
- Değişik sıcaklık derecelerindeki suda, karbonhidratların çözünürlüğü farklı olmaktadır.

Karbonhidratın Adı	Suda Çözünürlük
Fruktoz	Çok iyi çözünür
Glukoz	Çok iyi çözünür
Sakkaroz	Çok iyi çözünür
Maltoz	İyi çözünür
Laktoz	Ağır(yavaş) çözünür
Nişasta	Çok az çözünür
Selüloz	Çözünmez

Tablo 1.2: Bazı karbonhidratların suda çözünürlükleri

- Bu açıdan karbonhidrat çözeltilerini doymamış çözeltiler, doymuş çözeltiler, aşırı doymuş çözeltiler şeklinde üçe ayırabiliriz.

Doymamış çözelti	Doymuş çözelti	Aşırı doymuş çözelti
<ul style="list-style-type: none"> • Çözebileceği miktardan daha az madde içeren çözeltilerdir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Çözebileceği kadar madde içeren çözeltilerdir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Belirtilen sıcaklıkta çözebileceğinden daha fazla madde içeren çözeltilerdir.
<p>120 g şeker</p>  <p>100 mL su</p> <p>doymamış çözelti</p>	<p>202g şeker</p>  <p>100 mL su</p> <p>doymuş çözelti</p>	<p>210 g şeker</p>  <p>100 mL su</p> <p>aşırı doymuş çözelti</p>

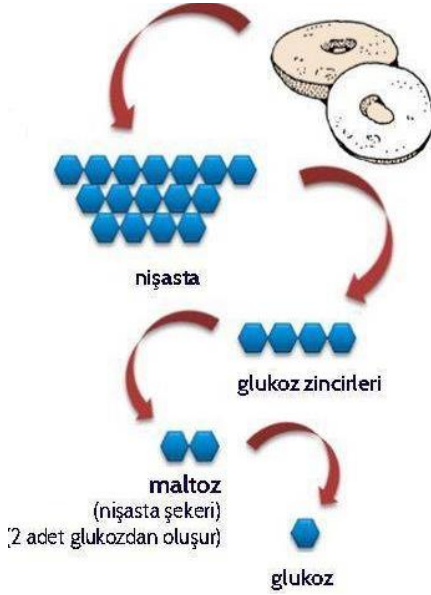
1.5.2. KRİSTALİZASYON

- Fazla doymuş bir çözelti, doymuş bir çözeltinin soğuması ile meydana gelir.
- Donma neticesinde çözeltinin doyma miktarı fazlaşmıştır ve fazla miktarda çözünmüş madde kristalleşmeye başlar.
- Bu özellikten şekerleme sanayinde kabuklu şekerlemelerin yapımında faydalanılır.



1.5.3. HİDROLİZ

- Karbonhidratların kimyasal olarak parçalanması bünyelerine su alarak olmaktadır. Bu olaya hidroliz denir.
- Hidroliz işleminde asit ve enzimler rol oynamaktadır. Asit hidrolizi enzimatik hidrolizden daha hızlı gerçekleşir.
- Hidroliz hızı ve derecesi, ortamın pH ve sıcaklığına bağlıdır.
- Asit hidrolizi, pratikte suni balın yapılışında, nişasta şurubu hazırlanmasında, glikoz eldesinde kullanılmaktadır.
- Enzimatik hidroliz de pratikte nişastanın parçalanmasında kullanılmaktadır.



1.5.4. KARMELİZASYON

- Karbonhidratlı gıdaların ısıyla reaksiyonu sonucu, karamel ürünleri oluşur.
- Karamelizasyon, şekerin doğrudan hiç bir malzeme ya da su gerekmeden ısıyla reaksiyonu sonucu oluşur.
- Karamel kahverengi ile siyah arasında bir renge ve hoş bir tada sahiptir.
 - Örneğin sakkaroz, kuru formda 210°C'ye kadar ısıtılır ise önce erir ve sonra sarıdan kahverengiye değişen bir renk alır. Bu olaya karamelizasyon adı verilir.

1.5.5. ESMERLEŞME (MAILLARD TEPKİMESİ)

Maillard Reaksiyonu, gıdalarda renk değişikliklerine neden olan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonudur. Bu reaksiyon, işlem görmüş gıdaların kalitesi üzerinde önemli rolü üstlendiğinden en önemli esmerleşme reaksiyonudur.

Bu dönüşüm reaksiyonlarını ilk olarak Louis Maillard tanımlandığı için, reaksiyon Maillard'ın adını almıştır. Amino asit ve şeker karışımlarının, ısındığında yoğun bir şekilde kahverengileştiğini fark etmiştir.

Maillard Reaksiyonu; çay, kahve, ekmek, bira gibi gıdaların üretilmesinde renk ve aroma oluşumunda rol oynayarak, bu gıdaların kendilerine özgü tat ve kokulara sahip olmasını sağlamaktadır. Ayrıca ekmek, kek ve kurabiye gibi gıdaların yüzeyinde oluşan kahverengileşme, etin mühürlenmesi, tavuğun kızarması, patates kızartması, un ve pirinç gibi tahılların yemek yaparken kavrulması gibi pek çok süreçte oluşmaktadır. Bu tepkime ekmek kabuğundaki istenen renk ve kokuyu oluşturur.

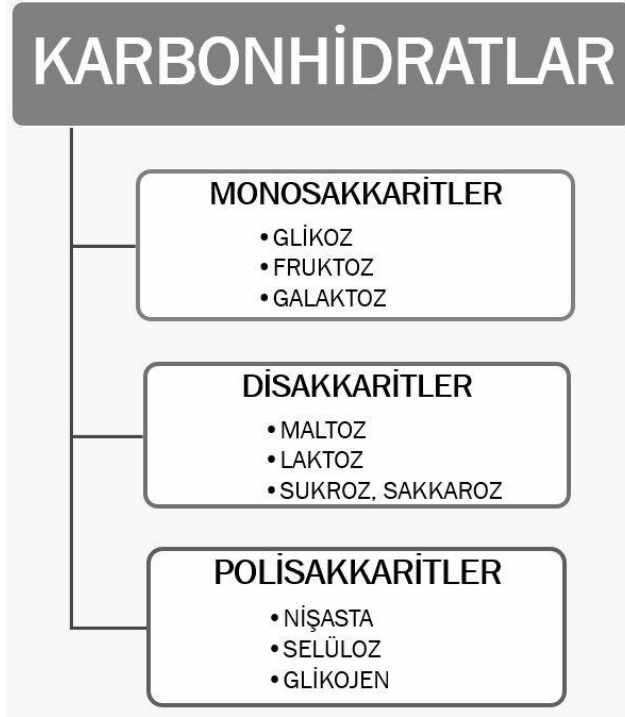
Maillard reaksiyonu bazı süt ürünlerinde, kurutulmuş meyve ve sebzelerde, meyve suları ve turuncu ürünlerinin üretiminde rengin esmerleşmesine neden olması, gıdalarda besin kaybına yol açması istenmeyen tat ve kokuların gelişimine neden olması sebebiyle birçok ürünün işlenmesinde oluşması istenmeyen bir tepkimedir.

Maillard tepkimesi , tek bir tepkime değildir, amino asitler ve şekerlerin arasında, genellikle yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen tepkimelerin, bir kompleks serisidir. Birçok olayda, kahve gibi, lezzet Maillard tepkimeleri ve karamelizasyonun bir kombinasyonudur.

Gıdaların ısı işlem görmesi sonucu 2 farklı ve zararlı ürün oluşmaktadır.

AKRİLAMİD	HMF (HİDROKSİMETİL FURFURAL)
<ul style="list-style-type: none">• Gıdaların bileşiminde bulunan karbonhidratların, proteinlerin, amino asitlerin, lipitlerin ve olası diğer bileşenlerin reaksiyonları sonucu oluşur.• <u>Akrilamid</u> su arıtma, plastik, petrol, kağıt, boya ve tekstil endüstrilerinde kullanılan beyaz, kristal yapıda bir maddedir.• İnsan sağlığı üzerindeki kanserojen <u>toksik</u> etkileri olduğu saptanmıştır.	<ul style="list-style-type: none">• HMF ısı işlemine maruz kalan gıdalarda indirgen şekerler ve aminoasitlerin tepkimeye girmesiyle oluşurlar ve birçok gıdada, miktarları ısı işlemini azaltmak için sınırlandırılmıştır.• Meyve suyu, reçel, marmelat, pekmez, bal gibi ısı işlemine maruz kalan gıdalarda HMF oluşabilir ve bulunma miktarı, o gıdanın kalitesinin belirlenmesinde önemli bir faktördür.• Yüksek konsantrasyonlardaki <u>HMF'ler toksik</u> etki gösterebilmektedirler, ayrıca üst solunum yolu, göz, deri ve mukozada tahriş edici özellikleri bulunmaktadır.

1.6. KARBONHİDRATLARIN SINIFLANDIRILMASI



1.6.1. MONOSAKKARİTLER

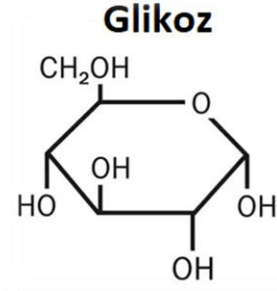
Tek molekülden oluşmuşlardır. Basit karbonhidratlar da denir. Daha küçük birimlere ayrılmazlar. Hücre zarından geçebilecek kadar küçüktürler. Sindirime uğramazlar. Sentetik olarak da elde edilirler. Besinlerde serbest olarak en yaygın bulunan monosakkaritler altı karbonlu heksozlardır.

Karbon Sayısı	Kapalı Formülü	İsmlendirilmesi
3	$C_3H_6O_3$	Trioz
4	$C_4H_8O_4$	Tetroz
5	$C_5H_{10}O_5$	Pentoz
6	$C_6H_{12}O_6$	Heksoz

Tablo 2.1: Monosakkaritlerin içerdikleri karbon sayılarına göre sınıflandırılması

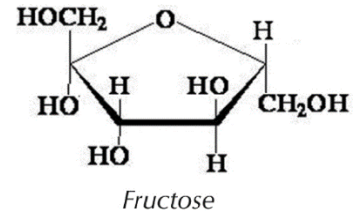
1.6.1.1. GLİKOZ

Kapalı formülü $C_6H_{12}O_6$. İnsan organizmasında serbest halde kanda bulunmaktadır (65-80 mg/100ml). En çok bulunduğu gıdalar üzüm, üzümden yapılan yiyecekler, içecekler ve baldır. Bundan dolayı üzüm şekeri olarak da adlandırılır. Glikoz suda çok, alkolde az çözünür. Orta derecede tatlıdır. Tüm karbonhidratlar glikoz halinde kana geçer. Fazla miktardaki glikoz karaciğer ile kaslarda glikojen şeklinde depo edilir. Glikoz sindirim sırasında parçalara ayrılmaz.



1.6.1.2. FRUKTOZ

Kapalı formülü $C_6H_{12}O_6$. Serbest olarak tatlı meyvelerde (üzüm, incir, dut) çiçek tohumlarında ve balda bulunur. Meyve şekeri adı da verilir. Çoğunlukla glikoz ve sakkarozla birlikte bulunur. Çok tatlıdır. Tatlılık derecesi sakkarozdan yüksektir. Vücutta glikoza dönüşerek kullanılır. Fruktoz bir disakkarit olan sakkarozun ve bir polisakkarit olan inülinin yapısında bulunur. Glikoza göre daha yavaş fermente olur.



1.6.1.3. GALAKTOZ

Kapalı formülü $C_6H_{12}O_6$. Serbest halde bulunmaz. Laktoz (Süt şekeri) içinde glikoza bağlı halde bulunur. Laktozun (süt şekerinin) hidrolizi ile elde edilir. Bitki ve hayvansal organizmada daima birleşik halde bulunur. Glikoz kadar tatlı değildir. Bira mayası ile fermantasyonu yavaş olur. Suda glikozdan az çözünür.



1.6.1.4. MONOSAKKARİTLERİN TATLILIK DERECEŚİ VE SIRALAMASI

Şekerin tatlılık derecesini saptamak için standart şeker olarak sakkaroz kullanılır. Sakkarozun tatlılık derecesi 100 kabul edilmiştir.

Monosakkaritler	Tatlılık derecesi
Fruktoz	173
Glikoz	72
Galaktoz	32

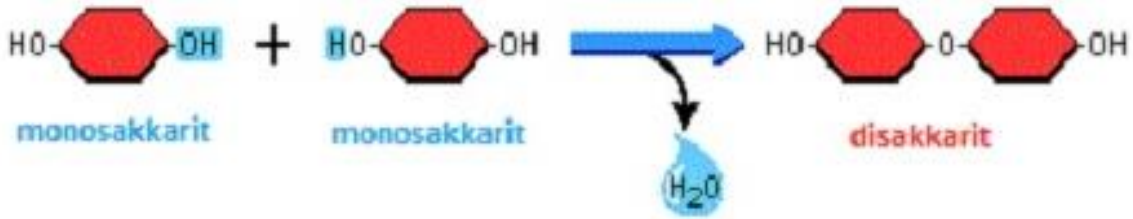
Tablo: 2.3: Monosakkaritlerin tatlılık dereceleri

1.6.1.5. MONOSAKKARİTLERİN GIDA SANAYİNDE KULLANIMI

Glikoz ve fruktoz şurupları doğal tatlandırıcı olarak bilinir. Nem çekicilik, Donma noktasının kontrolü, Parlaklık, Jel oluşumu, Fermente edilebilirlik, Karbonhidrat kaynağı, Renk oluşturucu, Yapı, kıvam ve tatlılık verici gibi teknik üstünlük, Yüksek standart ve süreklilik özelliği nedeniyle de tercih edilmektedir.

1.6.2. DİSAKKARİTLER

Genel formülleri $C_{12}H_{22}O_{11}$. İki molekül monosakkaritin arasından bir su çıkararak, glikozit bağ yapmasıyla oluşan bileşiklerdir.

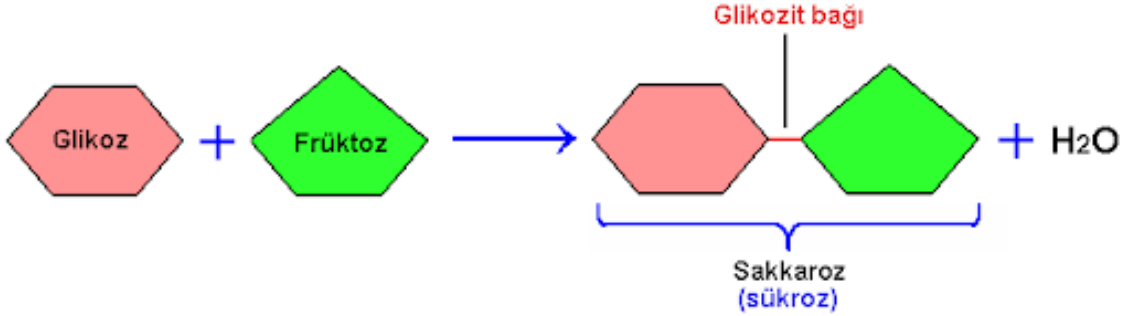


Suda kolayca erir. Disakkaritler beyaz renkte olup, kuru sıcaklıkta kahverengiye dönüşür. Vücutta doğrudan kullanılmaz. Sindirim kanalında monosakkaritlere ayrıldıktan sonra kana geçer. En önemli üyeleri; sakkaroz, maltoz, laktoz Asit veya enzim etkisi ile parçalanarak kendilerini oluşturan iki molekül monosakkaritlere ayrılırlar.



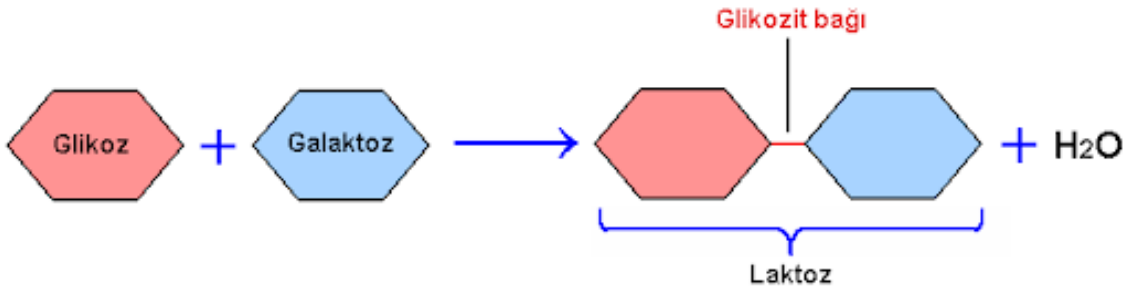
1.6.2.1. SAKKAROZ

Şeker pancarı ve şeker kamışından elde edilir. Çay şekeri olarak bilinen şekerdir. Suda kolay çözünmektedir. 200°c'de esmerleşerek karamelize olmaktadır. Sakkaraz enzimi ile parçalanırlar.

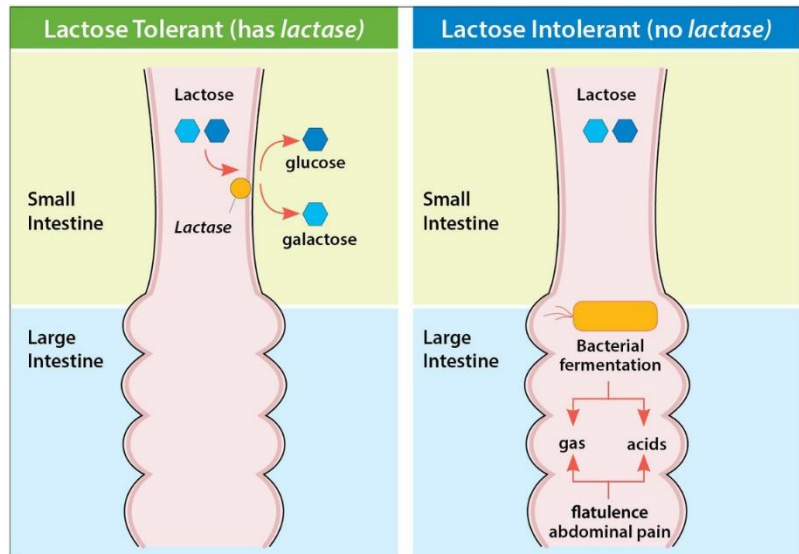


1.6.2.2. LAKTOZ

'Süt şekeri' olarak bilinir. Doğada sadece sütte bulunur. Galaktozun doğada fazla yer almaması ve sinir ve damar sistemlerinin oluşması için gerekliliği, laktozun beslenme açısından önemini ortaya koymaktadır. Hidrolizi sakkarozdan daha yavaş gerçekleşir. Bu nedenle sindirimi de yavaştır. Laktaz enzimi ile parçalanır.

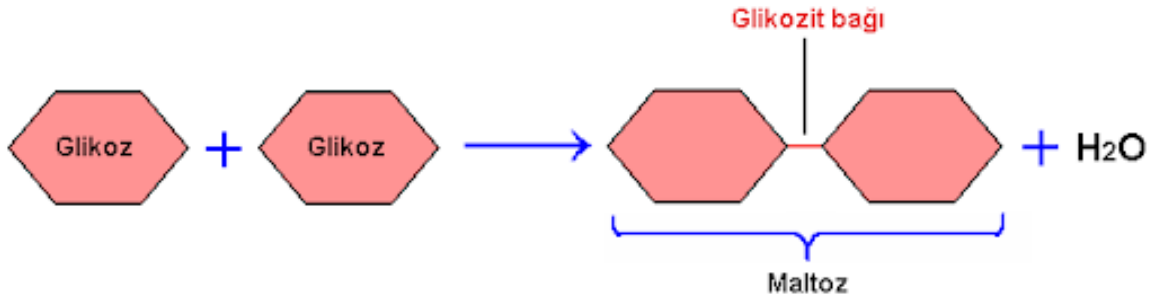


İnsanlarda sütün laktozunu parçalayan laktaz enziminin yetersizliği ya da hiç olmaması durumunda 'laktoz intoleransı' denilen bir rahatsızlık söz konusu olur. Laktoz sindirildiğinde laktitol elde edilir. İnce bağırsakta metabolize edilemeyen laktitol, kalın bağırsaktaki mikroorganizmalarca laktik ve asetik asitlere dönüştürülmektedir. Laktitolün su tutma ve bağırsak hareketlerini hızlandırma özelliği diareye(ishal) neden olmaktadır.



1.6.2.3. MALTOZ

Nişastanın hidrolizi ile oluşur. Adını bira üretiminde kullanılan malttan almaktadır. Doğada serbest olarak bulunmaz. Mısır, patates ve buğday nişastalarından elde edilir. Biralık arpanın çimlendirilip kavrulmasıyla elde edilen maltın esas şekeridir. Fermente olduğunda bira alkolünü oluşturmaktadır. Maltaz enzimi ile parçalanır.



1.6.2.4. DİSAKKARİTLERİN GIDA SANAYİNDE KULLANIMI

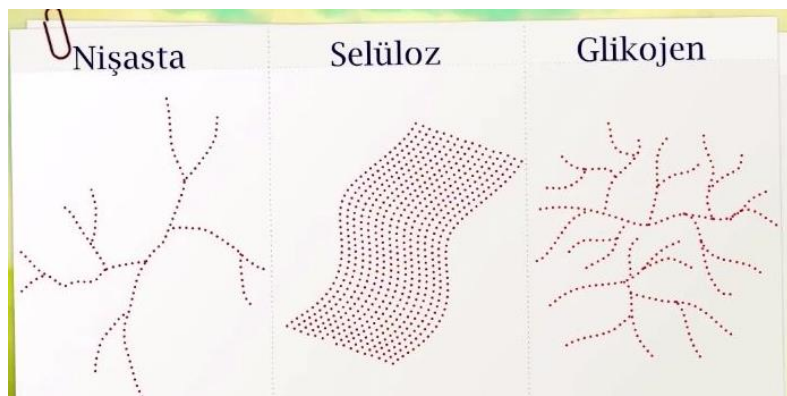
Konsantre meyve suyu, marmelat, jöle yapımında mikroorganizmaların çoğalmasını önledikleri için kullanılır. Dondurma ve şekerlemelerde tatların dengelenmesi için kullanılırlar. Pastacılıkta ve meyve şekerlemelerinde koruyuculuk ve tat kontrolü için kullanılır. Koku renk ve aroma maddelerini kolay absorbe ettikleri için taşıyıcı olarak kullanılır.

1.6.3. POLİSAKKARİTLER

Polisakkaritler, pek çok sayıda monosakkarit veya monosakkarit türevi molekülün art arda glikozit bağları aracılığıyla bağlanmasıyla oluşmuş molekül yapısındaki karbohidratlardır. Genel formülleri (C₆H₁₁O₅)_n şeklindedir. Aynı monosakkaritlerden oluşanlara homopolisakkarit, farklı monosakkaritlerden oluşanlara da heteropolisakkaritler denir.

- Homopolisakkaritler; selüloz, inulin, agar-agar, pektin, nişasta, glikojen
- Heteropolisakkaritler; arap zamkı, gamlar şeklinde sınıflandırılır.

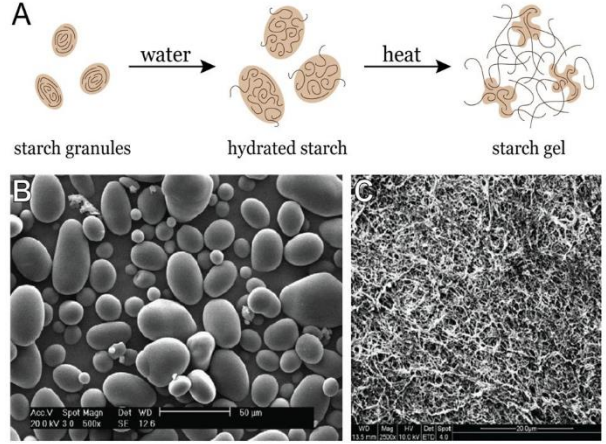
Polisakkaritleri meydana getiren monosakkaritler düz zincir veya dallı bir yapı oluşturur. Bu dallı yapılarda selülozda olduğu gibi iplik tarzında bir yapıya, glikojende ise dallanmış çalı yapısına sahiptir.



1.6.3.1. NİŞASTA

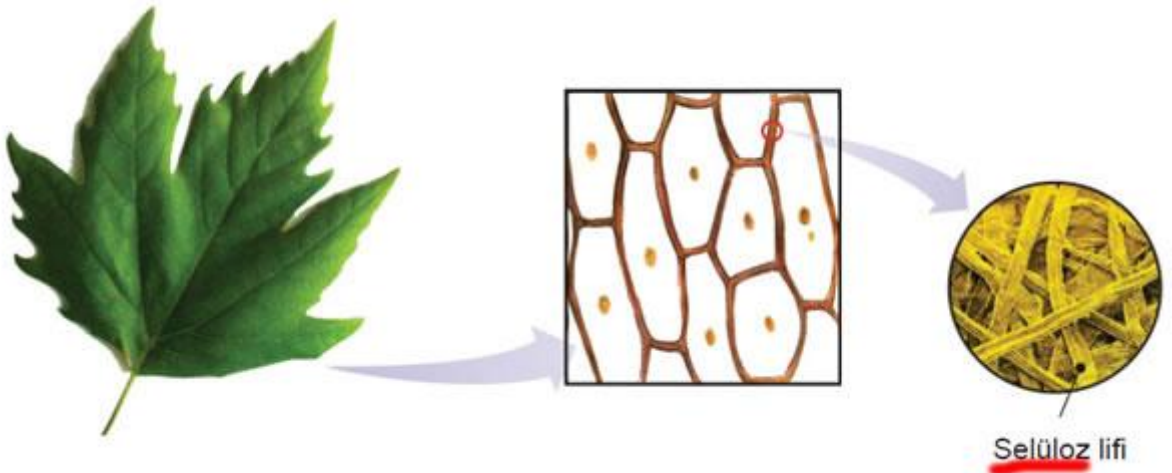
Hücre sitoplazmasında büyük granüller halinde depolanan polisakkaritlerdir. Bitkilerin önemli depo karbonhidratıdır. Kök, meyve ve tohumlarda daha çok olmak üzere bitkinin tüm kısımlarında bulunurlar. Hububat, patates, kuruyemiş ve baklagiller nişasta bakımından zengindirler. İçerik bakımından en zengin sebze patatestir. Nişastayı parçalayan enzim amilaz enzimidir.

Nişasta granülleri **soğuk suda çözünmezler**. Ancak suyu yavaş yavaş emerek şişerler. Bu şişme kalıcı olmayıp kurutmayla tekrar eski haline döner. Nişasta granüllerinin **kaynar suda** lapamsı bir yapı almalarına '**çirışlenme**' denir. Nişastalar 60-80°C arasında çirışlenmekte yani jelatinize olmaktadır.



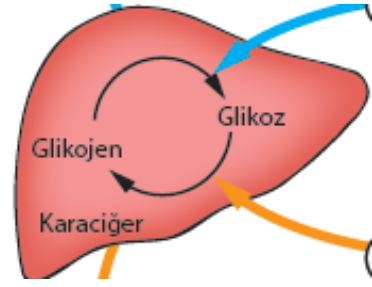
1.6.3.2. SELÜLOZ

Selüloz zincirleri birbirine paralel demetler şeklinde dizilirler. Bu demetler arasında hidrojen bağlarının oluşması çok sağlam ve esnek olan selüloz liflerini meydana getirir. Selüloz suda çözünmez. Bitkilerin hücre duvarlarını oluşturan iskelet maddesidir. Doğada en çok bulunan organik bileşiktir. Odunun büyük kısmı ve pamuğun neredeyse tamamı selülozdur. İnsan organizmasında selülozun yapısındaki bağları çözebilecek bir enzim olmadığı için sindirilmeden vücuttan atılır. Besin değeri olmamasına karşın diyet lifi olarak beslenmede önem taşır.



1.6.3.3. GLİKOJEN

İnsan ve hayvan vücudunda bulunan karbonhidrat türüdür. Kaslar ve özellikle karaciğerde bulunur. Karaciğerde fazla bulunduğundan dolayı glikojene «karaciğer nişastası» veya «hayvansal nişasta» da denir. Saf glikojen beyaz, kokusuz ve tatsız bir tozdur. Suda çözünür. Alkolde çözünmez. İyotla kırmızı kahverengi bir renk verir.



1.6.3.4. POLİSAKKARİTLERİN GIDA SANAYİNDE KULLANIMLARI

Besinsel liflerin bağırsak hareketlerini artırdığı bilinmektedir. Kabızlık çok sık rastlanan önemli bir problemdir. Besinsel liflerin rahatlatıcı etkisi, dışkı miktarını ve su miktarını artırıp yumuşak dışkı oluşumunu sağlamasıdır. Ayrıca kanda istenmeyen yağların miktarının düşürülmesinde, kan şekerin ayarlanmasında kanserin oluşmamasında etkili rolü vardır. Bu nedenle normal diyetle yeteri kadar besinsel lif (25-35 g/gün) tüketmek gereklidir. Bunu sağlayabilmek için yeterli ve dengeli beslenmek gerekir.

1.7. KARBONHİDRATLARIN VARLIĞI NASIL BELİRLENİR?

1.7.1. LUGOL ÇÖZELTİSİ

- Konsantre iyot çözeltisidir.
- Nişasta ile reaksiyon halinde mavi renk oluşturur.

1.7.2. İYOT ÇÖZELTİSİ

- Kahverengi- kırmızı renktedir.
- Nişastanın varlığında lacivert – siyaha dönüşür.



2. LİPİTLER

Dünyadaki canlıların temel organik bileşiklerden biridir. İnsan ve hayvanların temel besinleri arasında yer alır. Hayvansal ve bitkisel organizmalarca sentez edilebilirler. Esterleşme reaksiyonu sonucu oluşurlar.

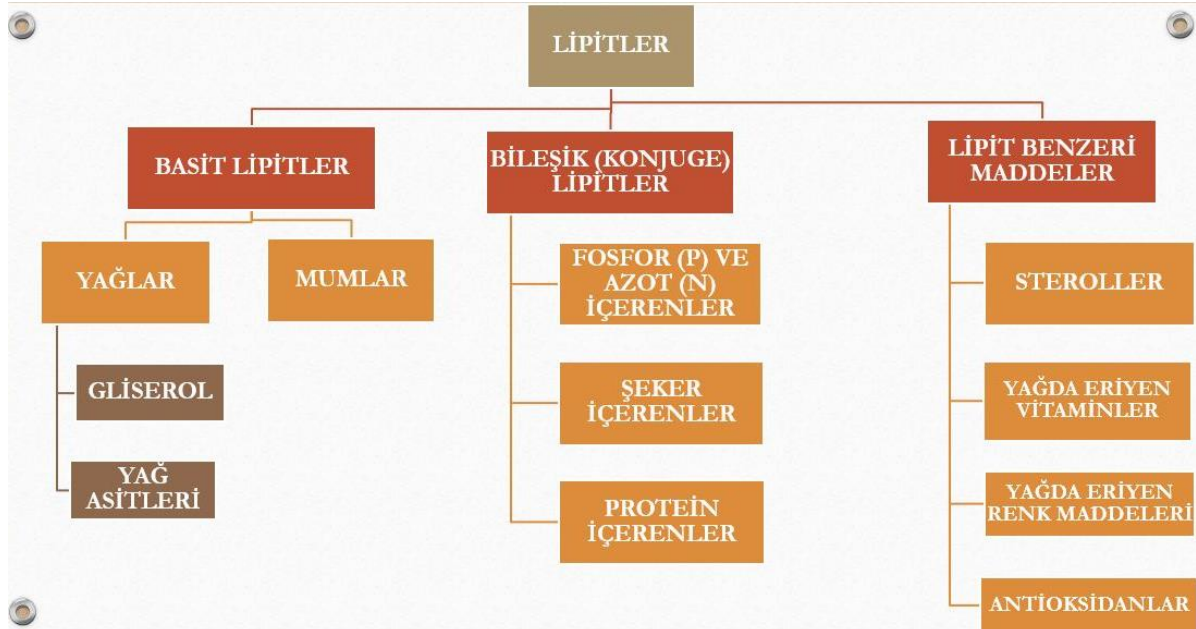


Şekil 1.1: Esterleşme reaksiyonu

2.1. LİPİTLERİN ÖZELLİKLERİ

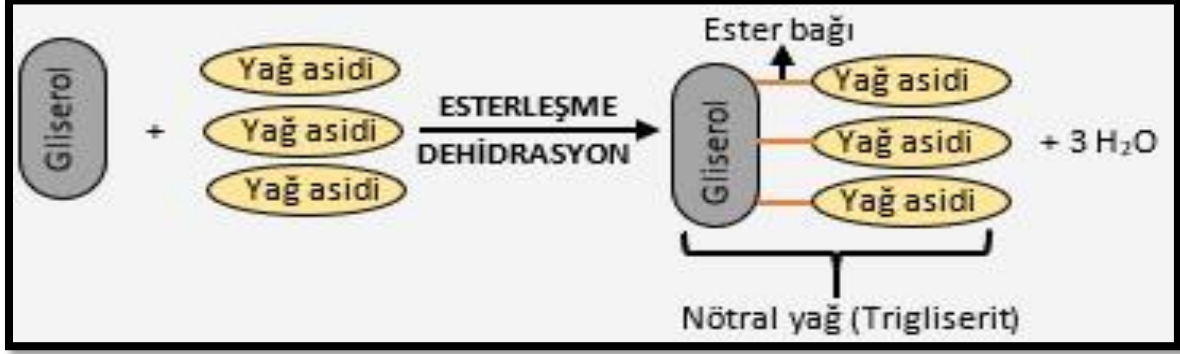
Yapılarında C, H, O elementleri bulunur. Ayrıca yapılarında N, P vb. elementleri de bulunabilir. Suda çözünmezler. Eter, kloroform, benzen, aseton, alkol gibi organik çözücülerde çözünebilirler. Canlı organizmalar tarafından kullanılırlar.

2.2. LİPİTLERİN SINIFLANDIRILMASI



2.2.1. YAĞLAR

Yağ asitleri ile gliserolün esterleşmesinden oluşan trigliseridlerdir. Yağların parçalanması lipaz enzimi ile olmaktadır.



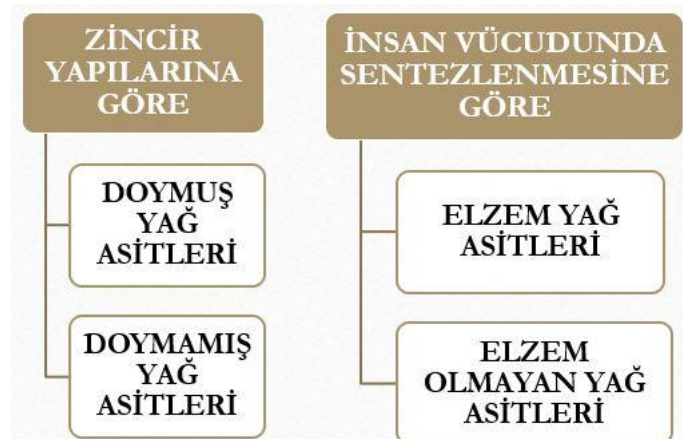
Yağların yapısındaki yağ asitleri, değişik zincir uzunluğunda Değişik zincir yapısında olabilirler. Yağın çeşitliliği yağ asitlerinin farklılığından kaynaklanır.

2.2.1.1. GLİSEROL

Yapısında 3 tane –OH grubu bulunan bir alkoldür.

2.2.1.2 YAĞ ASİTLERİ

Yağ asitleri zincir yapılarına ve insan vücudunda sentezlenmelerine göre farklı gruplandırılabilirler.



Bazı doymuş yağ asitleri ve buldukları gıdalar tabloda verilmiştir.

Yağ Asidinin Adı	Bulduğu yer
Bütirik Asit	Tereyağı, palm yağı
Kaproik Asit	Süt yağı, koka yağı
Kaprilik Asit	Süt yağı, palm yağı
Kaprik Asit	Süt yağı, palm yağı
Laurik Asit	Süt yağı, defne ve palm yağı
Miristik Asit	Hayvansal yağlar, koka yağı
Palmitik Asit	Tüm yağlar
Stearik Asit	Hayvansal yağlar
Arasidik Asit	Yer fıstığı yağı
Behenik Asit	Yer fıstığı yağı, hardal yağı
Lignoserik Asit	Yer fıstığı yağı, kolza yağı

❖ DOYMAMIŞ YAĞ ASİTLERİ

Doymamış yağ asitleri «-CH=CH-» şeklinde birbirine çift bağla bağlanmış iki karbon içerirler. Doymamış yağ asitleri bir ya da daha fazla sayıda çift bağ içerir. Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitlerine « tekli doymamış (monoansature) yağ asitleri » denir. Birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerine « çoklu doymamış (poliansature) yağ asitleri » denir. Oda sıcaklığında sıvı halde bulunan yağlarda bulunurlar.

✓ Doymamış yağ asitlerinin genel formülleri $C_nH_{2(n-a)}O_2$

n; C sayısını, a ise çift bağ sayısını gösterir.

ÖRNEK 1: 18 C'lu 2 çift bağlı doymamış yağ asidinin genel formülü nedir?

ÖRNEK 2: 18 C'lu 4 çift bağılı doymamış yağ asidinin genel formülü nedir?

ÖRNEK 3: 22 C'lu 6 çift bağılı doymamış yağ asidinin genel formülü nedir?

Doymamış yağ asitlerinden en önemlileri tabloda belirtilmiştir.

DOYMAMIŞ YAĞ ASİDİNİN ADI	BULUNDUĞU GIDA
Oleik Asit (Omega – 9)	Zeytinyağı
Linoleik Asit (Omega – 6)	Çiğit Ve Soya Yağları
Linolenik Asit (Omega – 3)	Yağlı Balıklar Ve Deniz Ürünleri, Ceviz, Badem
EPA	Anne sütünde, somon, sardalye, uskumru, ton balığı
DHA	Anne sütünde, somon, sardalye, uskumru, ton balığı

Omega yağ asitleri olarak bilinen yağ asitleri doymamış yağ asitlerinin en önemli grubudur.

- Dünya Sağlık Örgütü (WHO), her 5–10 gram omega–6 yağ asidine karşılık 1 gram omega–3 yağ asidi alınmasını önermektedir.
- EPA ve DHA damarlarda pıhtılaşmayı azaltır. Kalp hastalıklarını ve hipertansiyonu, alzheimer ve kanseri önleyici anti-inflamatuar (ateş düşürücü-acı kesici) etki gösterir, beyin gelişimi ve göz sağlığında etkilidir.
- Yeşil yapraklı sebzeler (lahana, ıspanak, brokoli, marul vb.), yağlı balıklar (ringa balığı, uskumru, sardalya, somon vb.) ve balık ciğeri yağı, EPA ve DHA bakımından zengindir.

Omega yağ asitlerinin insan vücudundaki önemi ve görevleri şu şekildedir.

- Hücre zarının dayanıklılığı ve işlevinde etkindir.
- Yağların damar içinde akıcılığını sağlar.
- Kanı inceltip damarları korur, kanın damarda pıhtılaşmasını ve kangreni önler.
- Kanın beyin damarlarında rahatça dolaşmasını sağlayarak migren tipi ağrıları önler.
- Trigliserit düzeyini düşürür, kolesterol metabolizmasında görev alır.
- LDL (kötü kolesterol) düzeyini düşürerek kalp damar hastalıkları riskini azaltır.
- Bağışıklık sistemini güçlendirir, enfeksiyonlara karşı direnci artırır, başta gribal enfeksiyonlar olmak üzere, sedef, romatizma, astım ve alerji gibi hastalıkların tedavisinde rol oynar.
- İnsülinin işlevini artırarak diyabeti geciktirir.
- Embriyo yaşamından itibaren sinir ve görme sisteminin sağlıklı gelişmesini sağlar.
- Hücrelerin hormonlara karşı cevaplarını ayarlayan hormon benzeri bileşiklerin sentezinde görev alırlar.
- Serbest radikallere karşı savaşarak cilt hücrelerinin yaşlanmasını engeller, hücreleri yenileyip cildi güzelleştirir, yaşlanmayı durdurur.

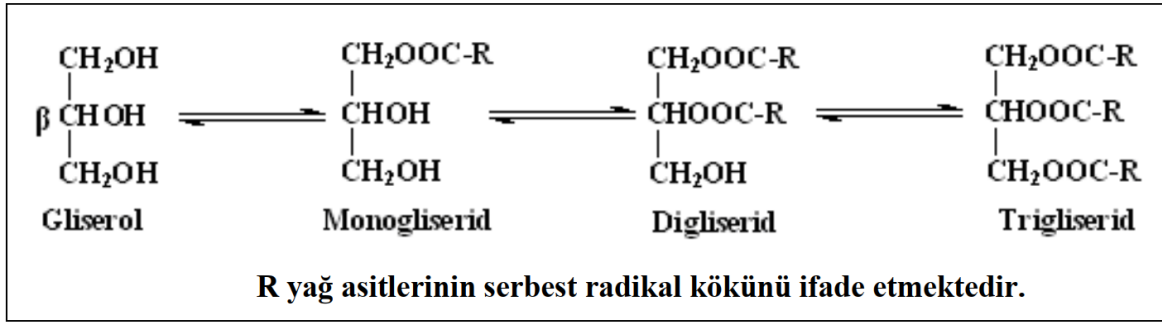
■ İNSAN VÜCUDUNDA SENTEZLENMESİNE GÖRE YAĞ ASİTLERİ

Yağ asitleri insan vücudunda sentezlenebiliyorsa « elzem olmayan yağ asitleri » olarak isimlendirilirler.

Yağ asitleri eğer insan vücudunda sentezlenemiyorsa mutlaka gıdalar yoluyla vücuda alınması gerekmektedir. Böyle yağ asitlerine « elzem yağ asitleri » denir.

DOYMAMIŞ YAĞ ASİDİNİN ADI	ELZEM / ELZEM OLMAYAN
Oleik Asit (Omega – 9)	Elzem Olmayan
Linoleik Asit (Omega – 6)	Elzem
Linolenik Asit (Omega – 3)	Elzem
EPA	Elzem
DHA	Elzem

ESTERLEŞME VE YAĞ OLUŞUMU



Şekil 1.12: Gliserolden triglisericidlere kadar değişim reaksiyonları

Gliserolün,

- Bir C atomundaki OH grubu, yağ asidiyle esterleŐirse monoglisericid oluşur.
- İki C atomundaki OH grubu esterleŐirse diglisericid oluşur.
-  C atomundaki OH grubu esterleŐirse triglisericid oluşur.

Yemeklik yağlarda mono ve diglisericid miktarının az olması istenir. Buna bağlı olarak da serbest asitlik miktarının az olması kalite açısından istenen bir özelliktir. Serbest asitlik miktarının az olması yağ iŐlemede kolaylık sağlar.

Triglisericitlerde serbest olarak asidik veya bazik gruplar olmadığı için nötral yağlar denir ve lipitlerin çoğunluğunu oluşturur. Bitki ve hayvan yağlarının % 99'una yakın kısmında triglisericitler bulunur. Nötral yağlar bitkisel ve hayvansal hücrelerin başlıca depo yağlarıdır. Nötral yağların yapılarında N (azot) bulunmaz.

2.2.2. MUMLAR

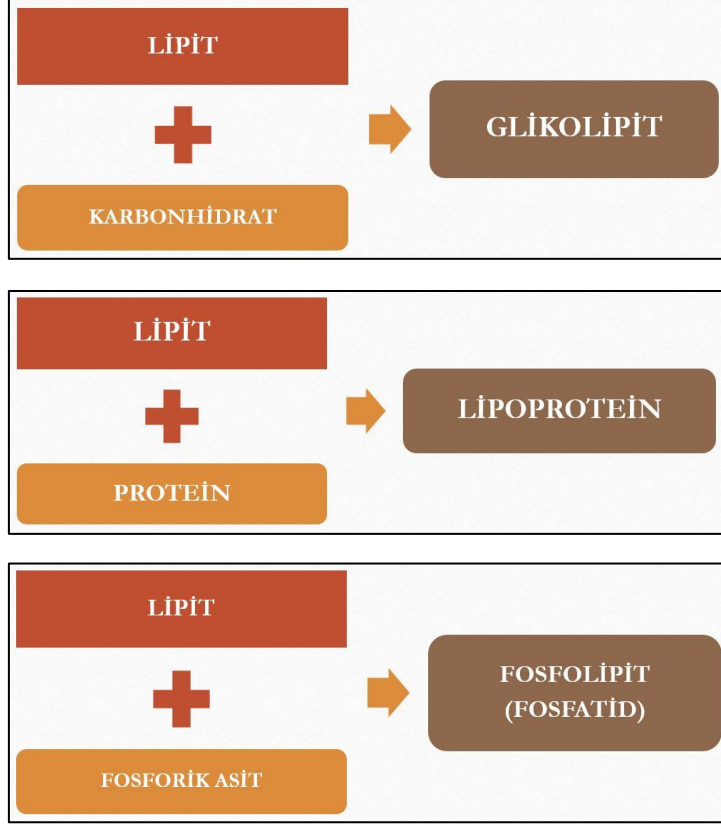
Yağlar gibi kolay hidrolize olmaz ve sabunlaŐmazlar. Mumların besleme değeri fazla değildir. Lipaz enzimleri mumları çok yavaş hidrolize edebilir. Mumlar endüstride merhem ve kozmetik üretiminde kullanılır.

Mumlar biyolojik yönden önemlidir. Bitki ve hayvan vücutlarını örten mum tabakaları su kaybını önler. Mumlar meyvelerin kurutulması sırasında suyun buharlaŐmasını engelleyip kurumayı güçleŐtirir. zerinde mum tabakası bulunan meyveler kurutma öncesi alkali zeltilerine batırılır. Alkali uygulaması kurumayı engelleyen mum tabakasını ortadan kaldırarak veya incelterek kuruma hızını artırır.



2.2.3. BİLEŞİK (KONJUGE) LİPİTLER

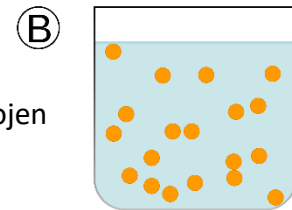
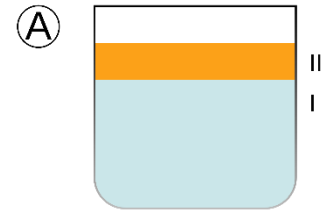
Yapısında C, H, O' dan başka N(azot), P(fosfor), S(kükürt) bulunduran lipitlerin karbonhidrat, fosforik asit, protein gibi moleküllerle birlikte oluşturdukları bileşiklerdir.



2.2.3.1. FOSFATİDLER

En önemlisi lesitindir. Lesitin hücre zarının yenilenmesinde ve oluşumunda etkilidir. Bu özelliklerden dolayı lesitin insan sindirim ve sinir sisteminde olumlu etkileri olduğu görülmektedir. **Lesitin** sıklıkla yumurta sarısından ve soya fasulyesinden elde edilmektedir. Lesitin sanayide; makarna, margarin, çikolata, şekerleme, dondurma, mayonez yapımında emülsiyeye edici (emülgatör), yumuşatıcı antioksidan olarak kullanılır.

- Su ve yağ birbiri içerisinde karışmamaktadır. Bu şekilde oluşan heterojen koloidal karışımlar emülsiyon olarak adlandırılmaktadır. (Şekil A)
- Gıdalarda su ve yağın birbiri içerisinde karışmasını ve homojen bir şekilde dağılmasını sağlayan maddelere emülsifiyer ya da emülgatör denilmektedir. (Şekil B)



2.2.4. LİPİT BENZERİ MADDELER

2.2.4.1. STEROLLER

Hayvansal steroller kolesterol olarak bilinir. Bitkisel steroller fitosterol olarak bilinir. Bitkisel yağlarda kolesterol bulunmaz. Bu nedenle bitkisel yağlarda kolesterole rastlanması yağa hayvansal yağ karıştırıldığını gösterir. Sterollerin fizyolojik önemi çok büyüktür. Cinsiyet hormonları, adrenal kortizon gibi hormonlar, safra asitleri, D vitaminleri steroller grubundaki bileşiklerdir. Sterollerin en önemlileri kolesterol ve dehidro-kolesteroldür.

❖ KOLESTEROL

Yalnız hayvansal dokularda sentezlenir. Çok önemli biyolojik maddelerin öncüsüdür. Safra asitleri, steroid hormonları ve D vitamini kolesterol türevidir. Kolesterol kanda lipoproteinler hâlinde taşınır.

Yağ oranı fazla lipoproteinlere “LDL” (low density lipoprotein=düşük yoğunluklu lipoprotein = kötü kolesterol),

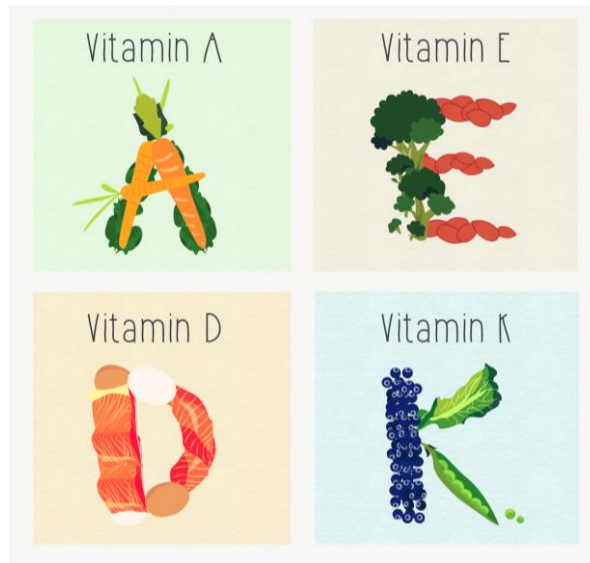
Yağ oranı az lipoproteinlere “HDL” (high density lipoprotein=yüksek yoğunluklu lipoprotein = iyi kolesterol) denir.

LDL kalp damar hastalıkları riskini artırır.

❖ DEHİDROKOLESTEROL (D₃ PROVİTAMİNİ)

Deri altında bulunur. Ultraviyole ışınları ile D vitaminine dönüşür.

2.2.4.2. YAĞDA ERİYEN VİTAMİNLER



2.2.4.3. RENK MADDELERİ

Karotenler oksidasyona karşı son derece duyarlıdır. Yüksek sıcaklıklarda parçalanır. En çok bilinenleri β karotendir. β karoten vücutta karaciğerde enzimatik yolla A vitaminine dönüştürülür.

RENK MADDESİ	VERDİĞİ RENK
KLOROFİL	YEŞİL
KAROTEN	TURUNCU
KSANTOFİL	SARI
LİKOPEN	KIRMIZI

2.2.4.4. ANTİOKSİDANLAR (OKSİDASYONU ENGELLEYİCİ BİLEŞİKLER)

Yağların oksidasyonunu önleyici maddelerdir. Oksidasyonu durdurur. Antioksidanlar yalnız yiyeceklerde değil kozmetik, lastik ve petrokimya ürünlerinde de kullanılır.

Bütün doğal yağlarda az miktarda da olsa doğal antioksidanlar bulunur. Bitkilerde bulunan doğal antioksidanlar, bitkilerdeki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önler. Bitkisel yağlar bu nedenle doymamış yağ asitlerince zengin olmasına rağmen acılaşılmaya katı yağlardan daha dayanıklıdır.

Yapay antioksidanlar, az oranda kullanıldıklarında yararlıdır. Yiyeceklerin tat, koku ve renklerini bozamaz. Fakat aşırı miktarda ise; yiyeceğin görünümünü bozar. Sağlık açısından zararlı olur. Oksitlenmeyi hızlandırır.

DOĞAL ANTİOKSİDANLAR

- Tokoferoller (E vitamini)
- Askorbik asit (C vitamini)
- Sesamol
- Sesamolin

YAPAY ANTİOKSİDANLAR

- BHA
- BHT

2.3. LİPİTLERİN VÜCUT ÇALIŞMASINDAKİ FONKSİYONLARI

- Lipidler, hücrenin yapı maddelerindendir.
- Fosfolipitler, hücre zarının önemli bir bileşenini oluşturur.
- Enerji sağlar.
- Lipitlerin hücrede yanması ile çok miktarda metabolik su açığa çıkar.
- Kış uykusuna yatan, uzun yolları kullanan hayvanların vücudunda depo ettikleri yağın yakılması sonucu enerji sağlanırken açığa çıkan metabolik su da ihtiyaç duyulduğunda kullanılır.
- Yağda eriyen A, D, E, K vitaminlerinin taşıyıcısıdır.
- Organların çevresini sararak desteklik yapar.
- Dış etkenlere, çarpmalara karşı korur.
- Vücuttan ısı kaybını önler.
- Vücut derisinin esnekliğini korumasında etkilidir.
- Uzun süre yağsız beslenen kişilerin derilerinde pul pul dökülmeler görülür.
- Büyüme ve normal metabolik olaylar için gerekli olan ve vücutta sentezlenemeyen elzem yağ asitlerinin alınmasını sağlar.
- Doyma duyusunun oluşmasına yardımcı olur, mide boşalmasını geciktirir, uzun süre tokluk hissi verir.
- Sindirim metabolizmasının düzenli yürümesini sağlar.
- Vücutta fazla alınan karbonhidrat ve proteinler yağa dönüştürülerek depolanır.
- Aşırı yağlı ya da yağa dönüştürülebilen besinlerde beslenme, damarlarda tıkanmalara yol açabilir; bunun sonucunda da kalp hastalıkları ve dolaşım bozuklukları ortaya çıkabilir.
- Şişmanlığa neden olur.
- İçerdikleri karbon miktarı fazla olduğundan, yağlar vücutta yakıldığı zaman karbonhidrat ve proteinelere göre daha çok enerji verir.
- 1 gram yağ yakıldığında 9 cal enerji verir.
- Yağların yakılması için daha çok oksijene gereksinim vardır.
- Yağlar zararlı değildir.
- Zararlı olan, her şeyde olduğu gibi yağın aşırı miktarda alınmasıdır.

2.4. LİPİTLERİN GIDA İŞLEMEDEKİ FONKSİYONLARI

- Hamurlara yumuşaklık verir.
- Hava kabarcıklarını tutarak yapıyı hafifletir, gevreklik verir.
- Kabarmaya olumlu etki yapar.
- Yağlardaki mono ve digliseritler, lesitin emülsiyecidir.
- Mayonez, salam ve sosis gibi ürünlerin hazırlanmasında karışımlara emülgatörler mutlaka eklenir.
- Yiyeceklerde baharatların taşıyıcısı olarak görev yapar.
- Kızartmalarda ısıyı iletir, dokuyu yumuşatır.
- Kızartma sırasında yiyeceklerin tavaya yapışmasını önler.

2.5. YAĞLARIN ÖZELLİKLERİ

YAĞLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	YAĞLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	YAĞLARIN KALİTE İNDEKSLERİ
<input type="checkbox"/> Yoğunluk	<input type="checkbox"/> Hidroliz	<input type="checkbox"/> Asit Sayısı
<input type="checkbox"/> Erime Noktası	<input type="checkbox"/> Sabunlaşma	<input type="checkbox"/> İyot Sayısı
<input type="checkbox"/> Kristal Yapı	<input type="checkbox"/> Ara Esterleşme	<input type="checkbox"/> Sabunlaşma Sayısı
<input type="checkbox"/> Çözünürlük	<input type="checkbox"/> Yeni Molekül Oluşumu	<input type="checkbox"/> Kuruma
<input type="checkbox"/> Işık Absorpsiyonu	<input type="checkbox"/> Çift Bağlardaki Kimyasal Olaylar <ul style="list-style-type: none">• Oksidasyon• Hidrojenlenme• İzomerizasyon• Halojenlenme• Eski Durumuna Dönme (Reversiyon)	

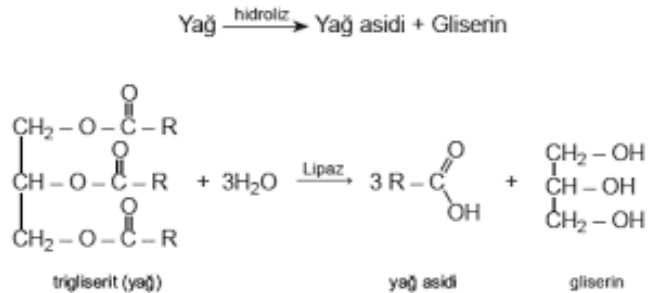
2.5.1. YAĞLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

- Yağlar renksiz, tatsızdır.
- Sarı renk yağdan eriyen bir pigment olan ksantofil ve karotenden ileri gelir.
- Yağların yoğunluğu 0,9 – 0,92 g/ml'dir.
- Yağların doymunluk derecesi arttıkça erime noktası yükselir.
- Sıvı yağların erime noktası, katı yağlara göre daha düşüktür.
- Yağlar suda değil, organik çözücülerde çözünürler.

2.5.2. YAĞLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

2.5.2.1. HİDROLİZ

Büyük moleküllerin su varlığında küçük moleküllere (yapıtaşlarına) parçalandığı reaksiyona hidroliz denir. Yağlarda hidrolize neden olan etkenler şu şekildedir: Kızgın buhar, Alkali ve asitler, lipaz enzimi. Tereyağı, kuruyemiş ve yağlı yiyeceklerde depolamadan önce lipaz enzimi inaktive edilmemişse depolanma sırasında içerdikleri yağlar lipaz enzimi tarafından hidrolize edilir. Serbest yağ asitleri artarak yağın tadını bozar. Buna halk arasında yağın acılaşması denir.



2.5.2.2. SABUNLAŞMA

Sabun yağ asitlerinin Na (sodyum) veya K (potasyum) tuzlarıdır. Yağların işlenmesi sırasında kullanılan NaOH, KOH gibi alkalilerle hidrolizine sabunlaşma denir.

2.5.2.3. OKSİDASYON

Oksijenin etkisiyle yağ asitlerinin çift bağlarında görülen bir oksitlenme olayıdır. Oksidasyon bir kimyasal olaylar serisidir ve birkaç basamaktan oluşur. Oksidasyonun başlaması için moleküler oksijen (O₂) gerekir. Bazen oksidasyon olayı başladıktan sonra kendiliğinden devam eder. Buna otooksidasyon denir.

Yağlarda hidroliz ya da oksidasyon sonucu oluşan değişimlere ransidite / acılaştırma denir.

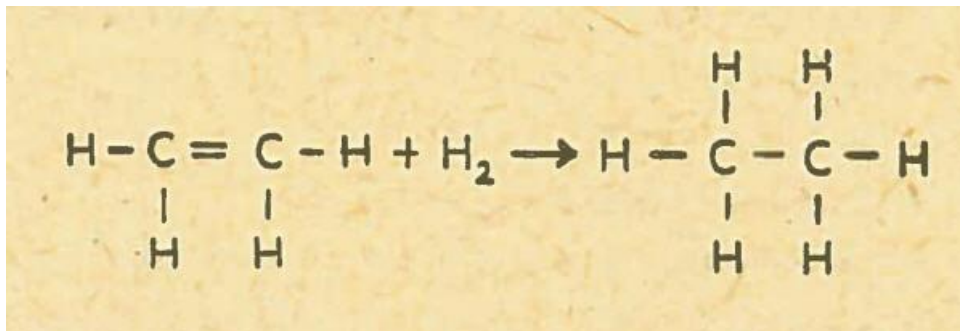
- Oksidasyon olayının neden olduğu acılaştırmaya oksidatif acılaştırma,
- Hidroliz olayının neden olduğu acılaştırmaya hidrolitik acılaştırma denir.
- Oksidasyonla oluşan acılaştırma, hidrolizle görülen acılaştırmadan çok daha fazla etkindir.

Oksidasyonu Hızlandıran Faktörler

- Yağ asitlerindeki çift bağ sayısının fazla olması
- Ortamda oksidasyonu başlatacak katalizör bulunup bulunması
- Ortamda serbest oksijenin bulunması
- Depolama yerinin ışık alması ve sıcak olması
- Ürün ambalajının metal olması
- Gıdalarda antioksidan olmaması
- Nemli ortamda olması

2.5.2.4. HİDROJENLENME

Doymamış yağ asitlerinin bulunduğu yağların, çift bağların açılıp hidrojenle doyurulmasıdır. Hidrojenlendirme olayı ile gıda sanayinde sıvı yağlardan katı yağ (margarin) elde edilir.



2.6. KIZARTMA YAĞLARI VE TRANS YAĞLAR

2.6.1. KIZARTMA YAĞLARI

Kızartma sırasında yağın ısısı 180–200°C'dir. Sıcaklık etkisiyle yağlar parçalanmaya başlar. Yiyeceklerdeki su yağa karışarak yağın parçalanmasını hızlandırır. Yağ acılaştır, köpürür. Kızartılmış yağın rengi kararır. Kızartma yağının besin değeri azalır Kızartma yağlarının sindirimi güçleşir.

Kızartma yapılmasında dikkat edilmesi gereken noktalar:

- Balık ve et dilimlerini (şnitzel gibi) un veya yumurtalı una bulayarak kızartmak, emilen yağ miktarını azaltabilir.
- Yağ iyice kızgın olmalıdır.
- Derin kapta kızartma yapılmalıdır.
- Bitkisel yağlar kullanılmalıdır.
- Tereyağı kızartma için uygun değildir. Çünkü dumanlanma noktası düşüktür.
- Yağlar birkaç kez kızartma amacıyla kullanılabilir. Yağların kaç sefer kullanılacağı kızartılan yiyecek türüne, kızartma süresine ve saklama kapalı koşullara bağlıdır.
- Kızartılan yağlar süzülerek cam kavanozlarda, ışıktan korunarak buzdolabında saklanmalıdır.
- Çünkü kızartılan gıdadan kopan kırıntılar, oksijen, sıcaklık ve ışık yağın parçalanmasını hızlandırır.
- Rengi koyulaşmış, köpürmüş yağlar tekrar kızartma işleminde kullanılmamalıdır.

2.6.2. TRANS YAĞLAR

Trans yağlar bitkisel yağlarda hidrojenasyon sırasında, uygun olmayan kızartma işlemlerinde, hidrojenize yağlarla pişirilen yiyeceklerde meydana gelmektedir. Trans yağlar insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri vardır ve kaçınılması gereken yağlardır. Trans bileşikler, doymuş yağ asitleri gibi LDL (kötü kolesterol) miktarını artırırken HDL (iyi kolesterol) miktarını düşürür, kalp ve damar hastalıkları riskini yükseltir.

Fazla trans yağ asidi içeren gıdalar;

- Yemeklik ve kahvaltılık margarinlerin çoğu,
- Kısmen hidrojene bitkisel yağlar,
- Derin tavada kızartılmış patates,
- Patates cipsleri,
- Bisküvi,
- Hazır kek,
- Krakerler,
- “fast food” ürünleri

3. PROTEİNLER

Proteinler yapı taşları olan amino asitlerin bir araya gelmesi ile oluşan büyük molekülü bileşiklerdir.

3.1. AMİNO ASİTLER

Amino asitlerin temel elementleri karbon, hidrojen, oksijen ve nitrojendir. (iki amino asit ekstradan sülfür elementini de içermektedir) 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.

3.1.1. ESANSİYEL (EKSOJEN) AMİNO ASİTLER

Vücutta sentezlenemezler, dışarıdan alınmaları zorunludur. Bunlar; valin, lösin, izolösin, treonin, metionin, fenilalanin, triptofan, lizin ve gelişmekte olan bireylerde arjinin ile histidindir.

3.1.2. ESANSİYEL OLMAYAN (ENDOJEN) AMİNO ASİTLER

Vücutta sentezlenebilirler. Bunlar glisin, alanin, serin, sistein, prolin, tirozin, glutamat, glutamin, aspartat, asparajin ve erişkinlerde arjinin ile histidindir.

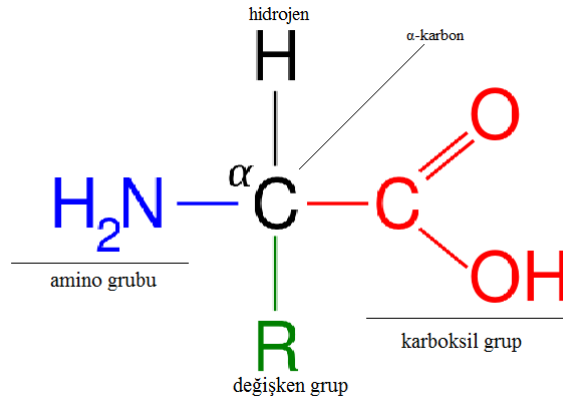
Esansiyel amino asitler	Esansiyel olmayan amino asitler
Fenilalanin	Glisin
Valin	Alanin
Triptofan	Sist(e)in
Treonin	Tirozin
İzolösin	Aspartik asit
Metionin	Glutamik asit
Lizin	Serin
Lösin	Asparajin
Yarı esansiyel	Glutamin
Histidin	Prolin
Arjinin	

3.1.3. AMİNO ASİTLERİN YAPISI

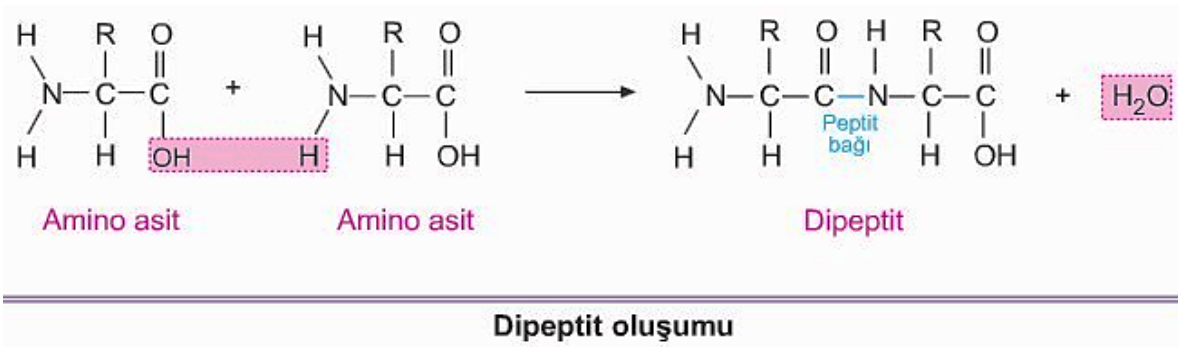
Tüm 20 amino asitlerde ortak olan yapı:

- 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.

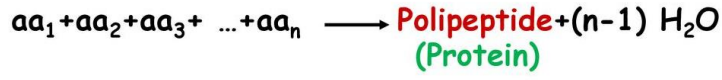
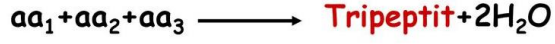
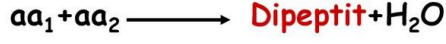


Amino asitler birbirlerine amino ve karboksil gruplarıyla bağlanır. Bir amino asitin karboksil taşıyan karbon atomu ile diğer aminoasidin amino grubundaki azot atomu arasında bir peptit bağı oluşur ve su açığa çıkar.

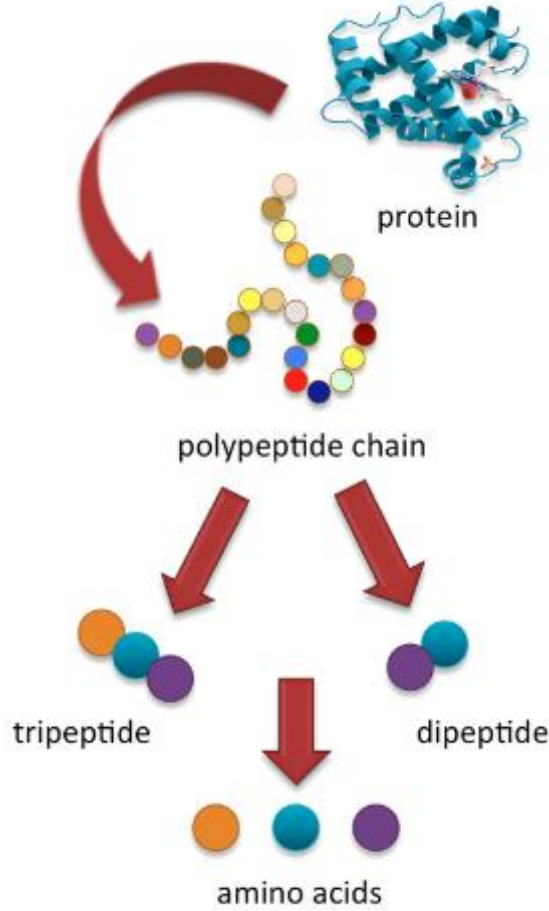


Proteinler çok sayıda amino asidin birleşmesinden oluşur.

- İki amino asidin birleşmesinden dipeptit oluşur.
- Eğer üç sayıda amino asit birleşirse tripeptit ,
- Çok sayıda amino asit birleşmişse polipeptit meydana gelir.



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.



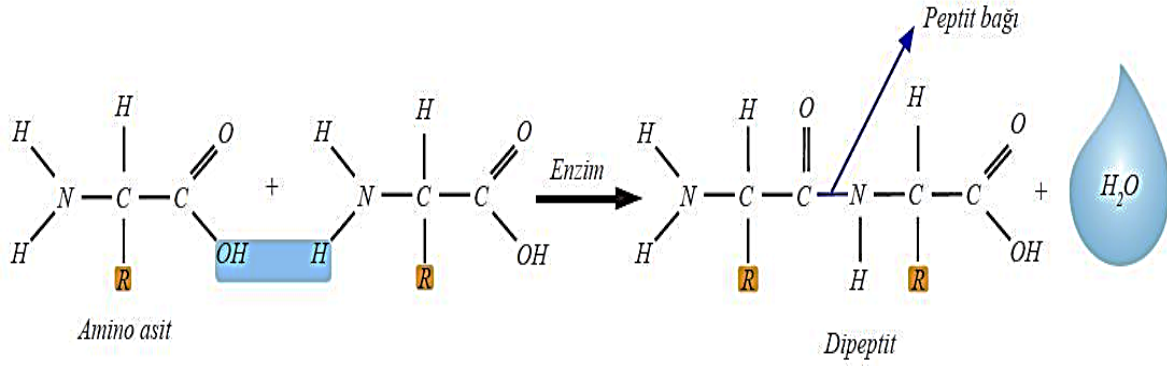
Soru 1: 100 tane amino asidin birleşmesi ile oluşan bir polipeptid zinciri meydana gelirken açığa çıkan su molekölü sayısını hesaplayınız.

Soru 2: 50 tane amino asidin yanyana gelmesi sonucu oluşan polipeptid zincirindeki peptid bağı sayısını hesaplayınız.

Soru 3: yapısında 89 adet peptid bağı bulunan bir polipeptid zincirinin içerdiği amino asit sayısını hesaplayınız. Bu polipeptid zinciri oluşurken açığa çıkan su molekölü sayısını bulunuz.

3.2. PROTEİNLERİN YAPISI

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

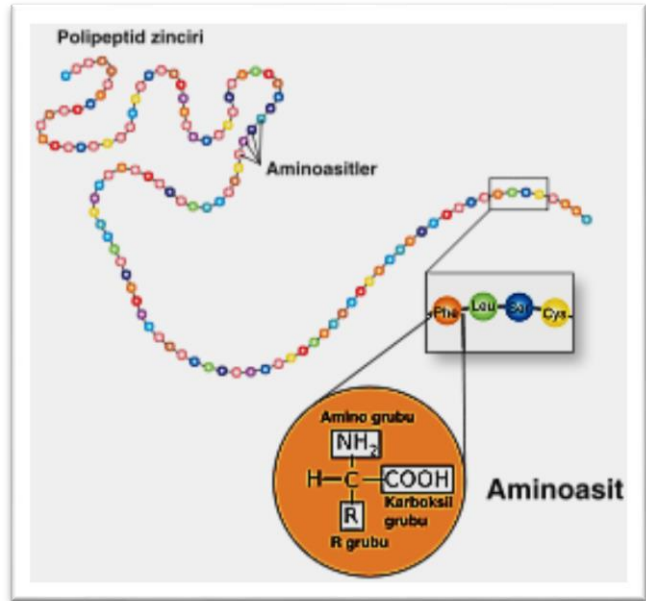


3.2.1. PEPTİD ZİNCİRİNİN OLUŞUMU

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.

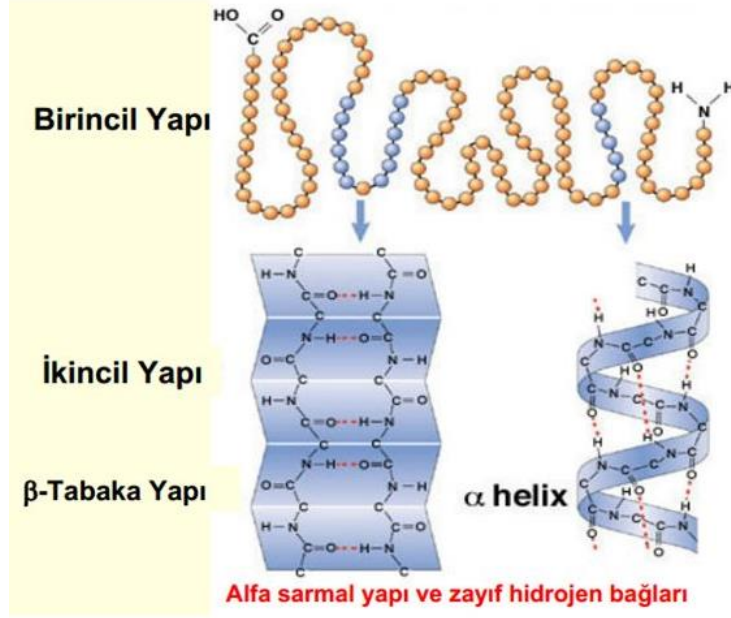
3.2.1.1. PRİMER YAPI (BİRİNCİL YAPI)

Bir proteinin primer yapısı; belirli türde, belirli sayıda, belirli diziliş sırasında amino asitlerin birbirlerine peptid bağlarıyla bağlanarak oluşturdukları bir polipeptid zinciri biçimindeki yapısıdır. Proteinin primer yapısında, peptid 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.



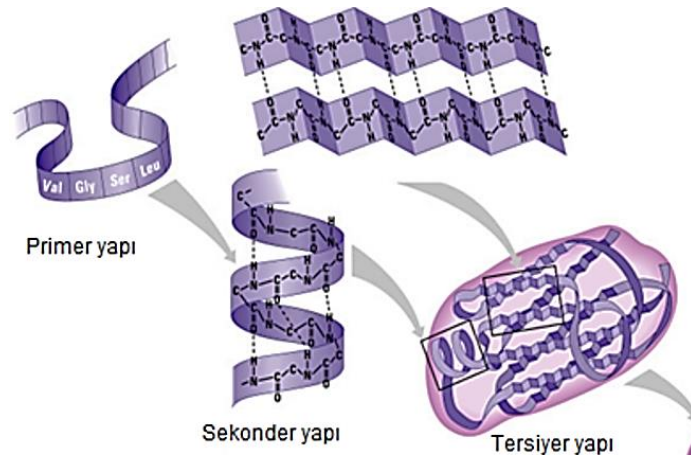
3.2.1.2. SEKONDER YAPI (İKİNCİL YAPI)

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



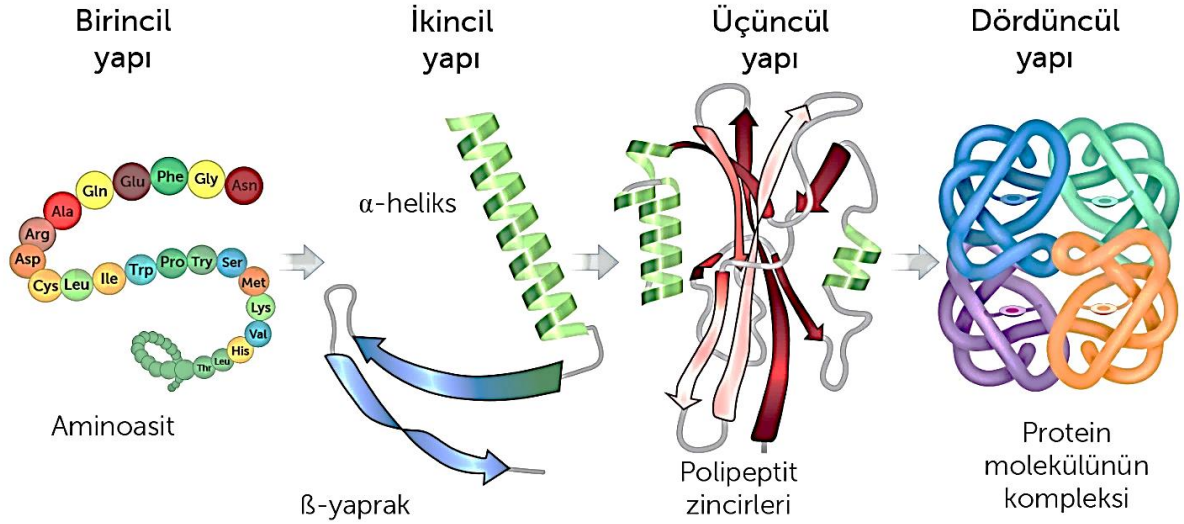
3.2.1.3. TERSİYER YAPI (ÜÇÜNCÜL YAPI)

Bir proteinin tersiyer yapısı; polipeptit zincirinin, sekonder yapı oluşumundan sonra uzayda daha ileri katlanmalar veya lifler halinde düzenlenme sonucu oluşan globüler veya fibriler yapısıdır. Tersiyer yapıda olan proteinler, ikincil (sekonder) yapının oluşumundan sonra tekrar daha ileri katlanmalar, bükülmeler ve çeşitli bağlanmalarla bağlanmış olduğundan yün yumağını andırır bir şekil alır.



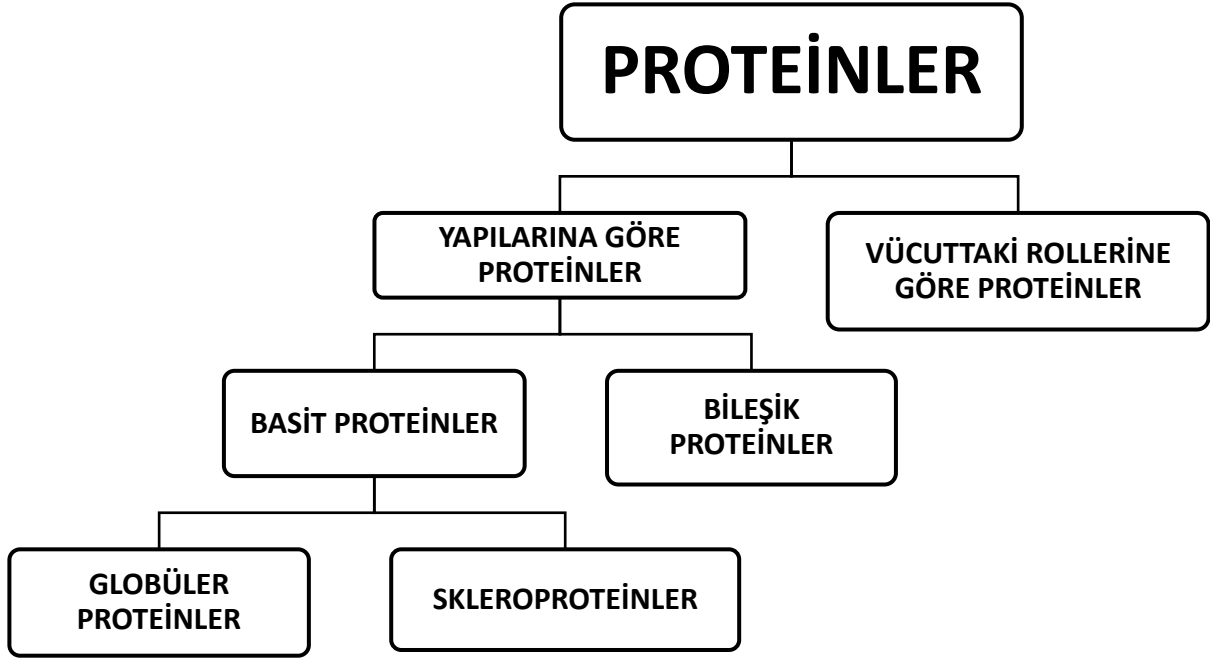
3.2.1.4. KUARTERNER YAPI (DÖRDÜNCÜL YAPI)

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 yapıları tek bir protein oluşturması ile oluşur.



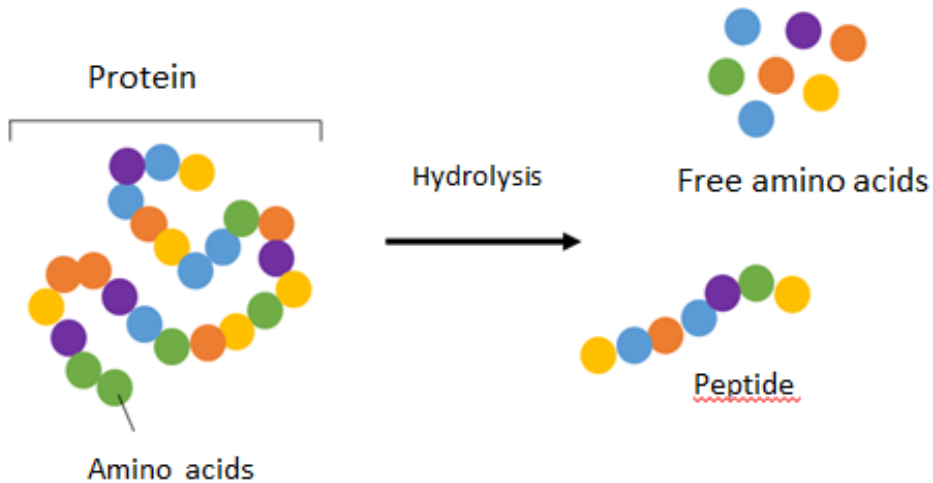
Proteinlerin tüm yapılarının bir arada görünümü

3.2.2. PROTEİNLERİN SINIFLANDIRILMASI



3.2.2.1. PROTEİNLERİN YAPILARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

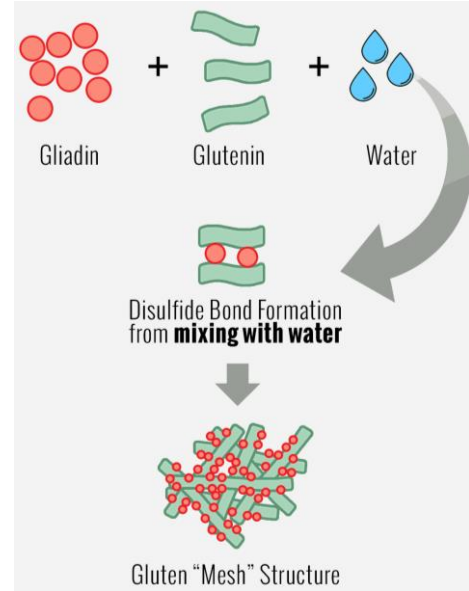
- A. **Basit proteinler:** Hidroliz edildiklerinde yalnız amino asit veren proteinlere **basit protein** denir. Yapılarında amino asit dışında madde bulunmaz. Polipeptid zinciri veya zincirlerinden ibarettirler.



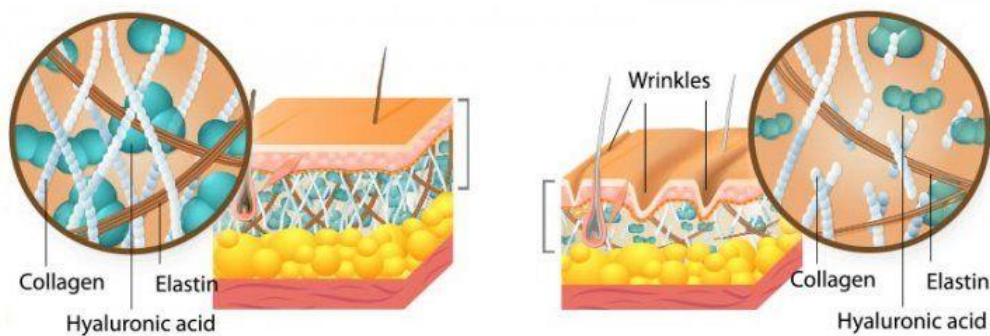
- **Globüler proteinler:** Küresel yapıda olup, bileşimlerine bağımlı olarak su, asit, baz, alkol gibi çözümlenlerde çözünebilir proteinlerdir. Çeşitleri çok fazladır. Albüminler, globülinler, histonlar, prolaminler, protaminler, glütelinler gibi gruplara ayrılırlar.

- **Albüminler ve globülinler:** Çok çeşitleri vardır. Hayvansal ve bitkisel besinlerde yaygındır. Süt, yumurta, et, tahıl ve kuru baklagiller gibi çeşitli besinlerde ve kanda bulunur.

- **Glutelinler ve prolaminler:** Bitkisel besinlerde özellikle tahıllarda bulunurlar. Glutenin denilen protein glutelinler grubuna girer. Gluten, glutenin ile gliadin denilen proteinin birleşmesinden oluşmuştur. **Buğday** proteini olan **gluten, hamura yapışkanlık ve esneklik kazandırır.** Gluteni yetersiz olan tahıl unundan ekmek yapılmaz. Buğday unundan yapılan hamur, su içinde nişastadan arındırılırsa esnek ve yapışkan bir kitle kalır. Kalan bu kitle glutendir.



- **Skleroproteinler:** Suda veya nötral çözümlenlerde çözünmeyen lifimsi yapıda destek olup iskelet materyali olarak görev yaparlar. Bunlara kollajen, elastin, keratin vb. örnek verilebilir.
 - **Kollajen;** bağdokusu, kemik kırık 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.



- B. Bileşik proteinler:** Polipeptid zinciri yanında nükleik asitler, lipidler, karbohidratlar vb. proteinik olmayan komponentlerden biri veya birkaçını içeren proteinlerdir. Bunlar;
- **Lipoproteinler:** Lipidler ile proteinlerin birleşmesiyle türerler. 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 türerler. 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 türerler ve hücre çekirdeğinde bulunurlar. En çok hücrenin nukleus, mikrozoim ve mitokondri kısımlarında bulunur.

3.2.2.2. BİYOLOJİK ROLLERİNE (VÜCUTTAKİ GÖREVLERİNE) GÖRE PROTEİNLERİN SİNİFLANDIRILMASI

- **Katalitik proteinler: Enzimler** katalitik proteinlerdir. Organizma içindeki birçok reaksiyonun gerçekleşmesinde rol oynarlar.

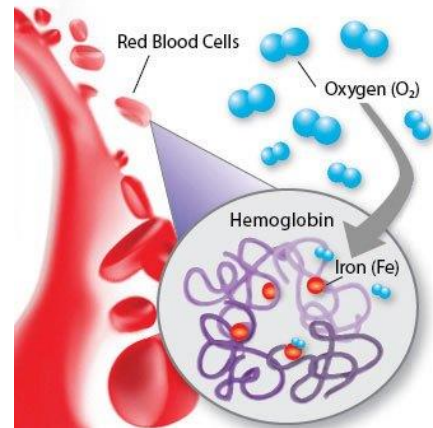
- **Taşıyıcı proteinler: Hemoglobin,** serum proteinleri, lipoproteinler bu grupta yer alan proteinlerdir. Önemli metabolizma maddelerinin organizma içinde iletilmesini sağlarlar.

- **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.

- **Kalıtsal proteinler:** Nükleik asitler kalıtsal proteinlerdir. Canlının kalıtsal niteliklerinin oluşması ve bunların değişmelerini sağlayan olaylarda yer alırlar.

- **Savunma proteinleri :** İmmüloglobülinler, fibrinojen ve trombin (pıhtılaşma) bu grupta yer alır.



3.3. PROTEİNLERİN KALİTESİ VE PROTEİN KAYNAKLARI

Proteinlerin amino asit bileşimleri ve içerdikleri esansiyel amino asit oranları proteinin besin kalitesini belirler.

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.

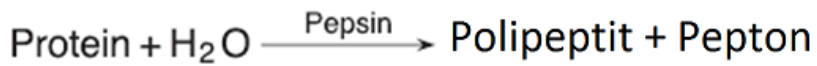
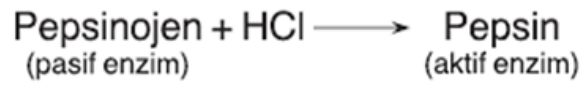
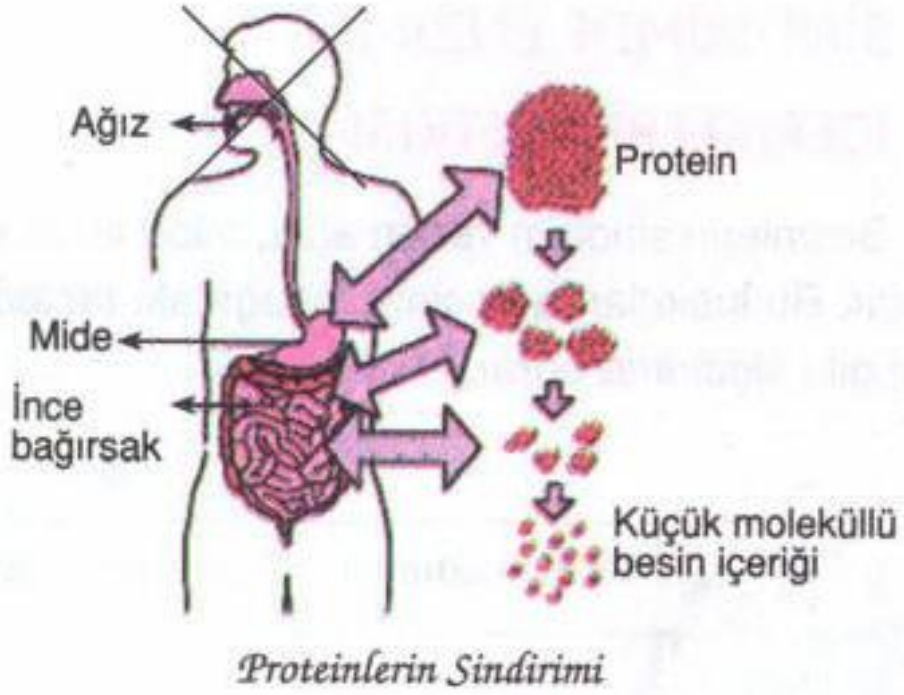
Hayvansal proteinler bitkisellerden daha yüksek kalitelidir. **Yumurta akı proteini en iyi kalitede bir proteindir.** Biyolojik değeri 100 kabul edilerek diğer proteinlerin kalite belirlemede standart olarak alınır.



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 esansiyel (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.

3.4. PROTEİNLERİN SİNDİRİMİ

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 enziminin etkisi ile proteinlerin çoğunluğu amino asitlere parçalanarak emilir.



3.5. PROTEİNLERİN VÜCUTTAKİ GÖREVLERİ

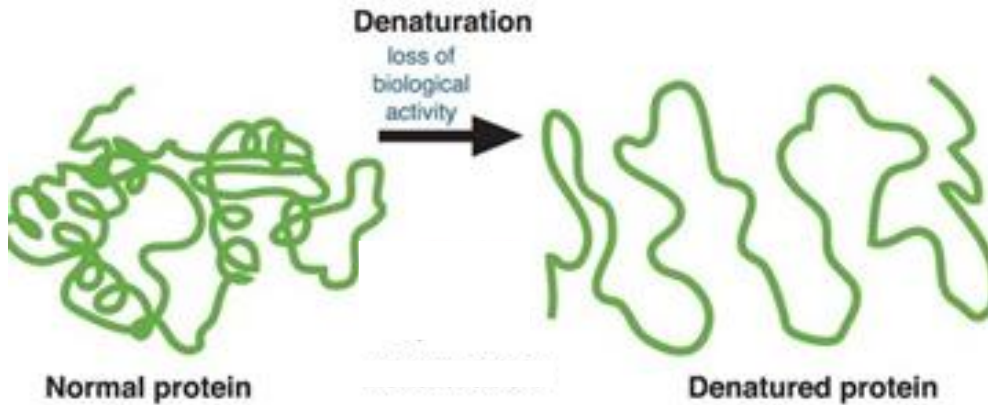
Proteinler, canlıda hem yapının oluşmasında hem de pek çok görevin yapılmasında doğrudan etkilidir. Hücrelerin kendine özgü özelliklerini kazandıran maddeler, yapılarını oluşturan protein çeşitleridir. Hücrede gerçekleşen hücresel olayların yapılması da proteinlerle sağlanır.

Proteinlerin başlıca görevleri şunlar:

- 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 taşırken, demir kan metabolizmasında transferin tarafından taşınır.

3.6. PROTEİN DENATÜRASYONU

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 almaya başlar. Bu durum ise **denatürasyon** olarak tanımlanır.



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

3.7. PROTEİNLERİN GIDA SANAYİNDE KULLANIMI

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, duyuşsal ve besinsel özellikleri içerdikleri proteinin cins ve miktarına göre değişebilmektedir.

- Sütten peynir oluşumunda **sütte bulunan kazein proteini** rennet enzimi ile çöktürölür ve oluşun pıhtı baskılanarak kalıp haline getirilir. Baskılamayla ayrılan yeşil-sarı renkteki peynir altı suyunda bulunan proteinler ise farklı gıdalara ek besin kaynağı olarak ilave edilmektedir.
- **Buğday proteini gluten** ekmek yapımında çok önemli bir yere sahiptir. Hamurun yoğrulmasıyla gluten aę yapısı gelişmekte, böylece maya tarafından oluşturulan karbondioksit gazı bu aę yapıda tutulup ekmeğin kabarmasını sağlamaktadır.
- **Yumurta proteinleri**, sütlü tatlılarda ve çorbalarda katılaştıracı olarak kullanılır.

4. ENZİMLER

Enzimler canlı hücreler tarafından, genetik kontrol altında, hücre içinde sentez edilen organik katalizörlerdir. Katalizör; kimyasal reaksiyonlarda etkili olan, reaksiyonu hızlandıran ve kolaylaştıran maddelerdir. Biyolojik olaylarda ise katalizör olma özelliğinde olan maddelere enzim adı verilmiştir. Enzimler belirli maddeler arasındaki belirli reaksiyonları katalize eder.

Besin öğeleri vücutta enzimlerin yardımıyla kullanılır ve biyokimyasal tepkimeler sonucu vücut yapısına dönüşür. Yaşamsal olayların tümü enzim gerektirir.

Enzimler nükleik asitlerden DNA (deoksiribonükleik asit) denetiminde sentezlenir. DNA yapısındaki küçük bir değişiklik bazı enzimlerin sentezlenmemesine veya bozuk sentezlenmesine neden olur. Bozuk sentezlenen enzim ise etkinlik gösteremez ve vücut çalışmasında çeşitli sorunlara neden olur.

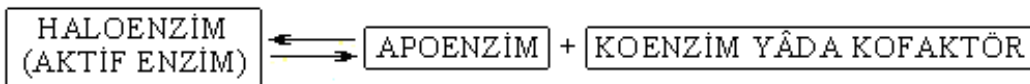
Enzimler olmazsa vücut canlılığını sürdüremez. Sindirimin, solunumun, büyümenin, kas kasılmasının, fotosentez vb. Daha birçok fiziksel ve kimyasal olayların oluşumunda enzimler rol oynar.

4.1. ENZİMLERİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Enzimler yalnız proteinden oluşmuştur. Fakat çoğunluğunda yapı ve görev bakımından farklı olan “apoenzim” ve “koenzim-kofaktör” olarak adlandırılan iki ayrı grup bulunur.

4.1.1. APOENZİM VE KOENZİM-KOFAKTÖR

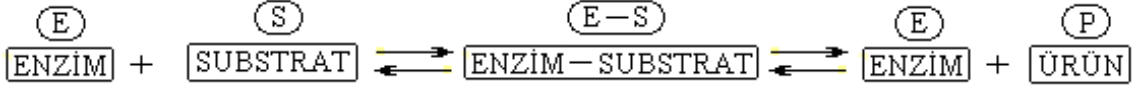
- Apoenzim, enzimin spesifikliğini yani sadece özel bir reaksiyonu katalize etme ve başka bir reaksiyonda görev yapma özelliğini sağlayan kısımdır. Protein yapısındadır. Isı ile kolayca “denatüre” olur.
- Koenzim (kofaktör) ise enzimin yardımcı ve etkin biçimidir. Tek başına etkili değildir. Etkinlik gösterebilmesi için apoenzime ihtiyaç duyar. Organik ya da inorganik maddelerden meydana gelmiştir. En önemli yardımcı enzimler vitaminlerdir.
- Apoenzim ile koenzimin birlikte oluşturduğu gruba tam enzim anlamına gelen haloenzim (aktif enzim) denir.



- Eğer bir koenzim apoenzime kolay ayrılmayacak bir şekilde sıkıca bağlı ise o zaman koenzime “prostetik grup” adı verilir.

4.1.2. ENZİMLERİN ÖZELLİKLERİ

Enzimlerin etki ettiği maddelere substrat (etkilenen madde) denir. Reaksiyon sonunda meydana gelen maddeye ise ürün adı verilir. Enzim substrat ilişkisi, anahtar ile kilidin uyumuna benzer. Enzim molekülünde aktif bölge denilen özel bir bölüm vardır. Enzim substratına geçici olarak aktif bölgeden bağlanır ve substrat-enzim bileşiği (E-S) oluşur. Daha sonra substrat ürüne veya ürünlere parçalanır.



! Enzimler ise reaksiyondan değişmeden çıktıkları için tekrar tekrar kullanılabilirler.

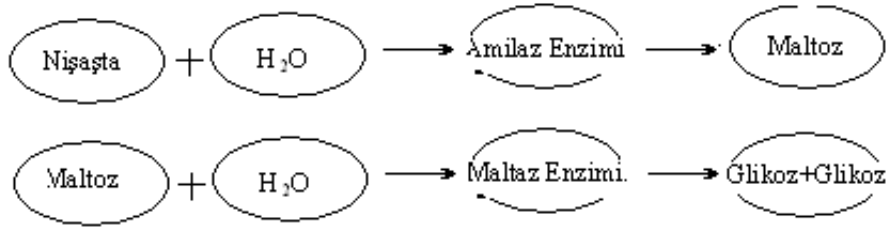


Enzimler genellikle çift yönlü çalışırlar yani geri dönüşümlüdürler. Yani enzim tepkimeleri, moleküllerin parçalanmasını veya birleşmesini sağlarlar. Örneğin, lipazın yağı parçalayabildiği gibi; aynı zamanda gliserinle yağ asidinin birleşmesini sağlar.



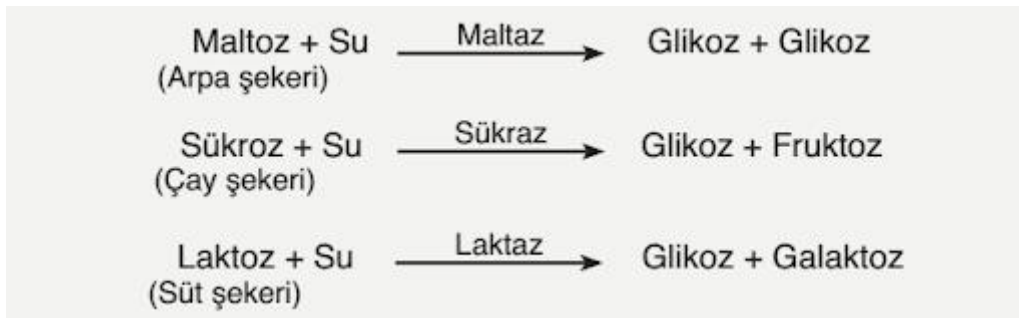
Çok hızlı çalışırlar. Örneğin üre, enzim olmadan yüzyılda parçalanırken üreaz enziminin varlığında saniyede 30000 üre molekülü parçalanabilir.

Enzimler takım halinde çalışırlar. Bir enzimin etki ettiği tepkimenin ürünü, başka bir enzimin substratını yapar. Örneğin, amilaz enzimi nişastayı maltoza parçalar. Oluşan maltoz maltaz enziminin substratıdır.



4.1.3. ENZİMLERİN ADLANDIRILMASI

- **Aktif enzimler:** enzim aktif durumda ise, etki ettikleri maddenin sonuna “ase=az” eki getirilerek adlandırılır. Örneğin maltoza etki eden, maltaz enzimi, üreye etki eden üreaz enzimi, lipidlere etki eden lipazlar, proteinlere etki eden proteinazlar vb.



- **İnaktif enzimler:** enzim inaktif durumda ise substratının sonuna “jen” eki getirilerek adlandırılır. Örneğin, sindirim enzimlerinden pepsinojen, kimotripsinojen vb.

4.2. ENZİM REAKSİYONLARI

Enzimlerin katalizlediği reaksiyonlar genelde yıkım, yapım veya biyokimyasal dönüşümlerini içeren olaylardır. Enzim belli bir substrat veya substrat grubu üzerinde etkili olup belli bir reaksiyonu katalizler.

Enzimler reaksiyonları başlatmaz, ancak başlamış reaksiyonu hızlandırırlar. Hücrede birkaç saniyede meydana gelen reaksiyonların, enzimsiz olarak gerçekleşmesi beklenirse yıllarca sürebilir.

Reaksiyonları başlatan aktivasyon enerjisidir. Canlı hücrelerin en önemli aktivasyon enerjisi ATP ve sıcaklıktır. Her reaksiyonun başlayabildiği bir enerji seviyesi ve sıcaklık vardır. Enzimlerin varlığında reaksiyonlar daha düşük enerji seviyelerinde gerçekleşmektedir. Aynı reaksiyon bütün canlıların hücrelerinde de, saniyenin daha küçük biriminde gerçekleşmektedir. Cansız ortamda ancak 200–300 derecede gerçekleşebilen bir reaksiyonun, hücrede en fazla 40 derecede gerçekleşmesini sağlayan faktör enzimlerdir.



4.2.1. ENZİMLERİN KARBONHİDRATLARA ETKİSİ:

İnsan beslenmesinde ve gıda sektöründe önemli görevleri olan karbohidratların, proteinlerin ve lipidlerin vücutta ve gıda sektöründe kullanılabilir hale getirilmesi için bir seri enzim reaksiyonları gerekmektedir. Laktozun (süt şekeri) vücutta sindirimi için laktaz enzimine gereksinim vardır. Sindirim sırasında bağırsaklarda laktozu oluşturan glikoz ve galaktoz monosakkaritlerine ayırarak emilip kana karışabilir. Gıda sanayinde kullanılan invert şeker de sakkarozun (çay şekeri) enzimatik yolla kendini oluşturan glikoz ve früktoz monosakkaritlerine parçalanması yoluyla oluşur. İvert şeker oluşumuna inversiyon denir.

4.2.2. ENZİMLERİN PROTEİNLERE ETKİSİ:

Proteinler asit, baz veya su gibi ortamlarda bulununca bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini kaybederek denatüre olurlar. Bu durumda peptid bağları proteolitik enzimlerden daha kolay etkilenir hale gelir. Enzimlerin denatürasyonu gıda endüstrisinde çeşitli ürünlerin eldesinde kullanılır. Örneğin, süt tozu gibi ürünlerin yapımında denatürasyon kullanılır.

4.2.3. ENZİMLERİN LİPİTLERE ETKİSİ:

Lipit hidrolizi lipaz enzimi tarafından katalize edilmektedir. Lipaz enzimi yağlı tohum, tahıl, süt, meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunmaktadır. Çok düşük sıcaklıklarda aktif kalabilmektedir. Bu nedenle donmuş gıdada lipaz enzimi kalite kaybına neden olur. Lipit hidrolizi ile yağın tadı ve kokusu olumsuz yönde etkilenmektedir.

4.2.4. ESMERLEŞME (KAHVERENGİLEŞME, BROWNING) REAKSİYONLARI

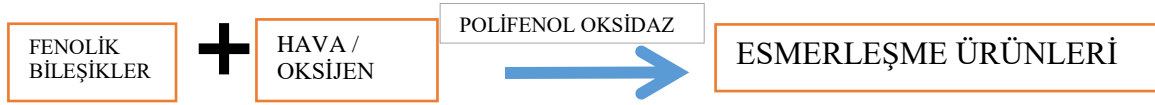
Gıda maddelerinde görünen esmerleşme olayı reaksiyonun başlamasına neden olan faktörler göz önüne alınarak oksidatif ve oksidatif olmayan olarak sınıflandırılabilir.

- Oksidatif esmerleşme: ortamda oksijen varlığında gerçekleşen esmerleşme reaksiyonlarıdır.
- Oksidatif olmayan esmerleşme: ilk aşamada enzimlerle başlayabilir. Oksidatif olmayan esmerleşme reaksiyonları sonunda indirgen şekerler meydana gelir. İndirgen şekerler daha sonra kimyasal reaksiyona uğrarlar, kahverengi renk pigmentleri ve aroma maddeleri oluştururlar. Bu gelişme hurma, bal, çikolata ve vanilya gibi ürünlerde renk ve aroma oluşumunda önemli bir basamaktır.

4.2.4.1. ENZİMATİK ESMERLEŞME

Enzimatik esmerleşme meyvelerde (kayısılar, armutlar, muzlar, üzümler) ve sebzeler (patatesler, mantarlar, kıvırcık salata) görülebilir. Meyve ve sebzelerde, çarpma, kesme, kabuk soyma, dilimleme vb. gibi mekanik zedelenmelerle bazı renk değişimleri ortaya çıkmaktadır. Pembeden, mavimsi – siyaha kadar olan farklı tonlardaki bu renk değişimlerine “ esmerleşme “ denir. Örneğin, parçalanmış elmaların esmerleşmesi, hücre özsuundaki fenolik maddelerin hava oksijeninin etkisiyle, okside olmasının sonucudur. Polifenol enzimlerin bakır içerdikleri saptanmıştır. Buna göre enzimatik esmerleşme; kısaca polfenollerin polfenol oksidaz enzimleriyle oksidasyonu şeklinde tanımlanır.

Meyve ve sebzelerdeki enzimlerden ısıya karşı en dirençli olanı peroksidaz enzimidir. Bu nedenle meyve ve sebzelerin işlenmesinde enzimlerin inaktive edilip edilmediğinin peroksidaz enziminin varlığı ile yapılmaktadır.



Enzimatik esmerleşmeyi kontrol etmek gıda endüstrisindeki en önemli sorunlardan biridir. Gıda endüstrisinde ürünün rengi tüketicinin kararını etkileyen önemli bir nitelikdir ve kahverengi gıdalar özellikle meyveler bozukmuş gibi görünür. Enzimatik esmerleşmeyi önlemek için uygulanan başlıca önlemler şunlardır:

- Isı uygulaması ile enzimin inaktive edilmesi: enzim ısı ile inaktive edilirse tepkime durmaktadır.
- Oksijen ile temasın kesilmesi: dokusu zedelene meyve ve sebzelerde yaygın bir uygulamadır. Dilimlenen veya doğranan sebze veya meyvenin tuzlu veya şekerli suya atılmasının nedeni budur.
- İnhibitör kullanılması: dokusu zedelene meyve ve sebzeleri inhibitör olarak kullanılan asitli suya koymak da diğer bir uygulamadır. Bu amaçla %0,1'lik sitrik asit çözeltisi kullanılmaktadır.
- Vitaminler: c vitamini ya da askorbik asit, enzimatik esmerleşmenin önlenmesi için en etkili yoldur.
- Su oranı ve su aktivitesinin düşürülmesi: bazı enzimler aktif olmak için serbest suya ihtiyaç duyarlar. O halde besinlerin kurutulması (dehidratasyon) yoluyla da enzimler inaktifleştirilir.

4.2.5. YAĞLARDA LİPOLİTİK RANSİDİTE

Yağlarda ransidite; yağlarda ısı, kimyasal maddeler ve enzimler etkisi ile parçalanması sonucu, acı tat ve istenmeyen koku, aroma ortaya çıkmasıdır. Bu yağlar bozulmuş olarak tanımlanır. Ransidite; "lipaz" enziminin etkisi ile görülür. Lipaz enziminin etkisi ile yağların parçalanmasına lipolize olmak denir. Süt yağında ve margarinlerde önemlidir. Lipolize uğrayan süt yağındaki yağ asitleri hoş olmayan kötü bir tat ve kokuya sahiptir. Bu olumsuz aromaya "rasid acılaşmış tat" denir. Lipit hidrolizini önlemek için lipaz enziminin ısı ile inaktive edilir ve depolama sıcaklığı ve deponun bağıl nemi düşürülür.

4.3. GIDALARIN YAPISINDA BULUNAN ÖNEMLİ ENZİMLER

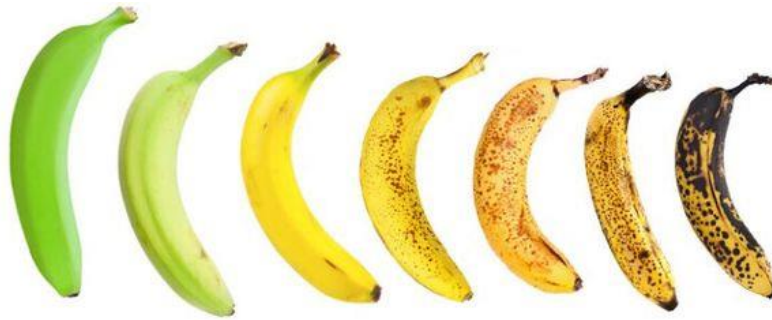
Doğal enzimler gıdaların kalite özellikleri olan yapı, renk, tat-koku, aroma ve beslenme değeri üzerine istenen ve istenmeyen yönde bazı değişimlere neden olabilmektedir. Doğal enzimler bazı gıdalarda kalitenin oluşması ve gelişimi için gereklidir. Bu gibi durumlarda, gıdadaki doğal enzim varlığı istenen bir özellik haline geçer. Örneğin;

- ▶ Meyvelerin olgunlaşması ve yumuşaması gibi olaylar bu gıdaların yapısında doğal olarak bulunan bazı enzimler tarafından gerçekleştirilir.
- ▶ Taze sıkılmış üzüm suyu yapısındaki pektin nedeniyle genellikle bulanıktır ve süzülmesi güçtür. Bu nedenle pektin, pektik enzimlerle hidrolize edilir ve berrak meyve suyu elde edilir.
- ▶ Patatesteki bulunan amilaz enzimleri, yumrunun istenilen tadı-kokuyu kazanmasını ve olgunlaşmasını sağlar.
- ▶ Kasaplık hayvan etleri kesimden sonraki dönemde yapısındaki doğal proteazlar sayesinde rigor mortis (ölüm sertliği) olayını atlatarak tekrar yumuşak ve gevşek hale geçerler.

Gıdalardaki doğal enzimlerin pek çoğu, gıdanın yapı, tat-aroma, koku ve renginde istenmeyen değişikliklere yol açar, besleme değerini düşürür. Bu olumsuzluklara yağların acılaşması (ransidite) ve meyve - sebzelerin enzimatik esmerleşmesi örnek olarak verilebilir.

Meyve ve sebzelerde bozulmalara neden olan diğer doğal enzimler ise Klorofilaz, Askorbik asit oksidaz ve Polifenol oksidazlar olarak sınıflandırılabilir. Bütün bu bozulma etkeni doğal enzimler sıcaklığa çok duyarlıdır. Bu enzimler sebzelere uygulanan haşlama işlemi ile kolayca inaktif (etkisiz) hale getirilebilmektedir. Haşlama ile ıspanak yeşil rengini bozulmadan koruyabilir.

Bazı taze sebze ve meyvelerdeki yeşil rengin ileri olgunluk döneminde kırmızıya, sarıya, portakal rengine ve siyaha dönüşmesi de doğal olarak bulunan klorofilaz enziminin aktivitesinden kaynaklanmaktadır.



Etin istenilen kırmızı rengi oksimiyoglobin verir. Ancak oksimiyoglobin, metmiyoglobine okside olması, et renginin istenmeyen gri-kahverengiye dönüşmesine neden olur. Bu olay ette, doğal olarak bulunan enzimleri tarafından oksijen varlığında gerçekleşir.

Sistin liyaz karnabahar ve brokolide tat ve aroma bozulmasından birinci derecede sorumlu doğal bir enzimdir.

Enzimatik bozulmalarını önlemek için kurutma, dondurma, soğukta muhafaza, sterilizasyon, pastörizasyon, haşlama, inhibitör (engelleyici) madde ekleme gibi gıda muhafaza yöntemleri kullanılır.

Doğal enzimlerden bazı gıdalar için, ısıtma işleminin uygulanıp uygulanmadığının veya ısıtma işleminin yeterli olup olmadığının kontrolünde yararlanır.

- ▶ Sütteki fosfataz enzimi varlığı, bu sütte pastörizasyonun uygulanmadığını ya da yetersiz uygulandığının
- ▶ Peynirde fosfataz enzimi varlığı ise peynirin çiğ süttten üretildiğinin
- ▶ Sebze ürünlerindeki peroksidaz veya katalaz enzimi varlığı yetersiz bir haşlamanın işaretidir.

4.4. GIDA SANAYİNDE KULLANILAN ENZİMLER

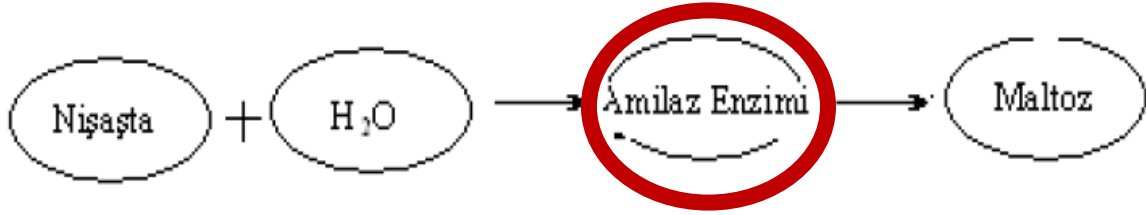
Gıda sektöründe birçok gıdanın hazırlanması veya üretim proseslerinde, gıdaya direkt olarak ticari enzim preparatları katılarak üretim gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla çoğu kez bitkisel ve hayvansal kaynaklardan veya mikroorganizmalardan belli tekniklerle elde edilen enzimler kullanılmaktadır. Ticari enzim üretiminde daha çok mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır. Ticari enzim preparatlarının en yoğun kullanıldığı gıda endüstrisi ana dalları peynir üretimi, ekmekçilik, bira ve şarap gibi fermente içki üretimi, et ürünleri, meyve suyu ve şeker şurupları üretim prosesleridir.

4.4.1. KARBOHİDRAZLAR

Bu enzimler polisakkaritleri hidrolize etmektedirler. Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan karbonhidrazlar aşağıda verilmiştir.

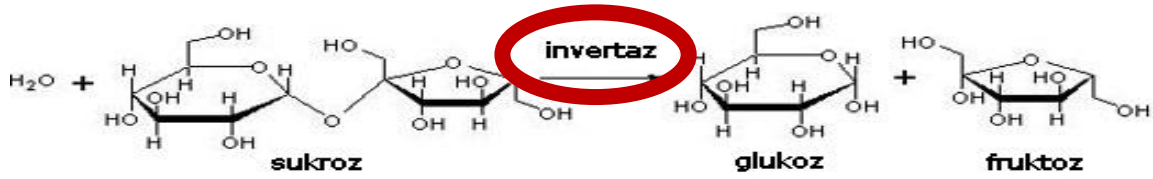
4.4.1.1. AMİLAZLAR:

Niştayı hidrolize ederler. Niştanın hidrolizi sonucu maltoz oluşur. Amilazların en yaygın kullanıldığı gıda endüstrisi alanları ekmekçilik, tatlı şurup üretimi ve bira üretimidir. Amilazlar, Mayanın hamurdan etil alkol fermantasyonunu gerçekleştirmek için gereksinim duyduğu fermente edilebilir şekerlerin oluşmasını sağlarlar. Ekmekçilikte hamur kıvamını azaltırlar. Niştanın tatlı şuruplara dönüştürülmesi asit veya enzim hidrolizi ile ya da ikisinin birlikte uygulanması ile gerçekleştirilmektedir.



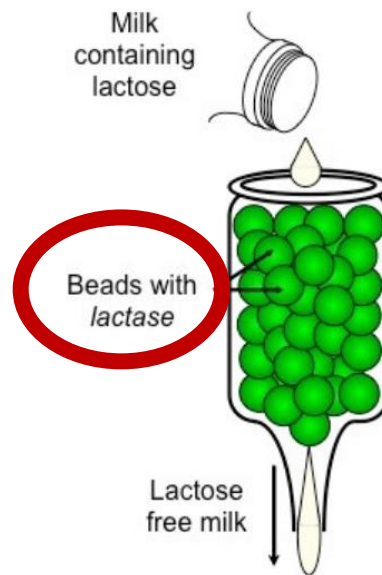
4.4.1.2. İNVERTAZ:

Sakkarozun hidrolizini sağlar. Sakkaraz, sükröz vb. isimleri ile de bilinir. İvertaz enzimi gıda endüstrisinde genelde invert şeker eldesi amacıyla kullanılır.



4.4.1.3. LAKTAZ:

Laktozu, galaktoz ve glikoza hidroliz etmektedir. Lâktaz enzimine en yaygın olarak dondurmacılıkta kullanılmaktadır. Çünkü kumlu veya taneli ürün elde edilmesine neden olan laktozun kristalleşmesinin engeller. Ayrıca peynir altı suyunun hayvan yemi olarak değerlendirilmesinde, ekmekçilikte ve laktoz oranı düşürülmüş veya laktoz duyarlılığı (intoleransı) olan genetik hastalar için laktoz içermeyen süt ürünlerinin elde edilmesinde kullanılmaktadır.



4.4.2. PROTEOLİTİK ENZİMLER (PROTEAZLAR, PROTEİNAZLAR)

Bu enzimler proteinlerdeki peptit bağına hidrolize ederler.

- Rennin ve rennet sütü kuagüle ederek kazeinin çökmesini ve peynir oluşumunu sağlar.
- Proteazlar buğday unundaki glütene hidrolize etmekte ve böylece hamurun yoğrulma özelliği iyileşmekte, ekmek kalitesi artmaktadır.

Proteolitik enzimler, gıda endüstrisinde jelatin, pepton ve aspartam (tatlandırıcı) eldesi amacıyla da kullanılmaktadır.

4.4.3. LİPAZLAR

Lipazlar, yağları hidrolize eden enzimlerdir. Lipazlara bazı peynir çeşitlerinde ve tereyağlarında özel tat-koku geliştirmek amacıyla başvurulmaktadır.

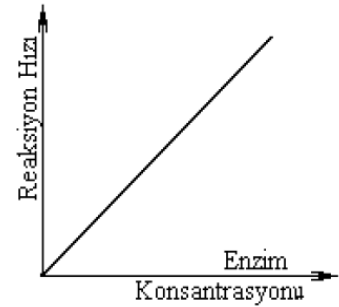
4.5. ENZİM AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Enzimlerin etkinliğini, dolayısıyla kimyasal tepkimelerin hızını arttıran veya azaltan pek çok faktör vardır. Enzimlerin etkinliğini, arttıran veya azaltan faktörler:

Bir enzimatik reaksiyonda reaksiyon hızı bu faktörlerden değişik derecelerde etkilenmektedir ancak enzimatik reaksiyonlarda faktörler arası etkileşim de önemlidir. Örneğin; bir enzimin en iyi aktivite gösterdiği pH değeri farklı ortam sıcaklıklarından etkilenerek değişiklik gösterebilir. Bu nedenle enzimatik reaksiyonlarda ortam koşulları bir bütün hâlinde dikkate alınmalıdır.

4.5.1. ENZİM KONSANTRASYONU

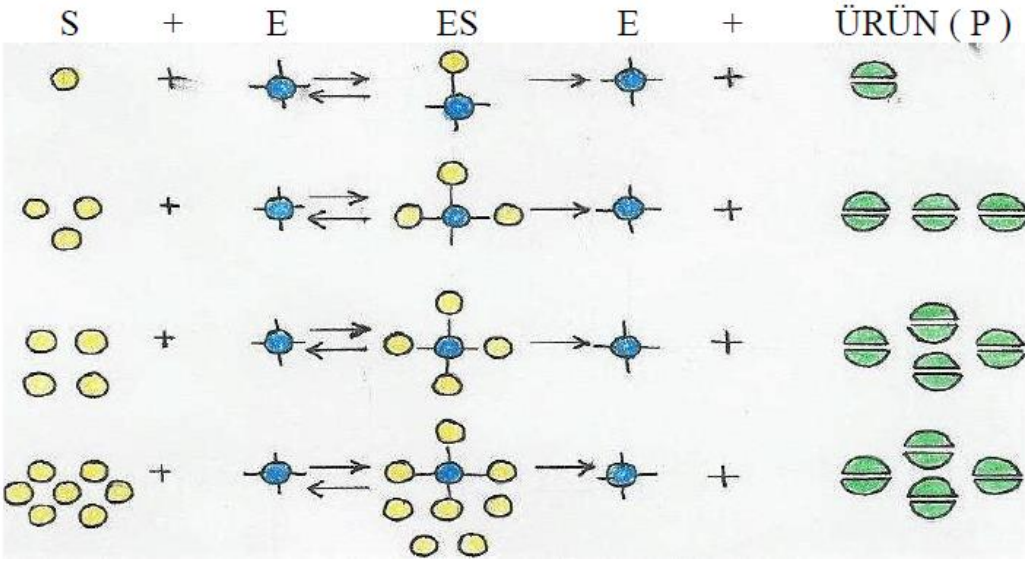
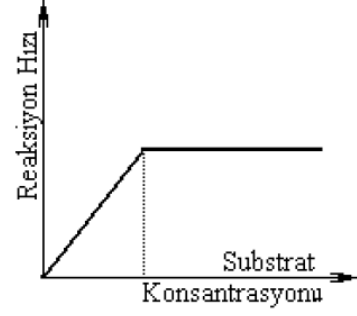
Enzim konsantrasyonunun enzim hızına etkisi, diğer koşullar sabit tutulduğunda doğrusal bir ilişki gösterir. Enzim konsantrasyonu arttıkça reaksiyon hızı da doğru orantılı olarak artar. Ortamdaki her enzim molekülü bağımsız çalıştığı için ne kadar enzim molekülü varsa o kadar çabuk gelişen bir reaksiyon söz konusudur.



4.5.2. SUBSTRAT KONSANTRASYONU

Enzim miktarının sabit tutulduğu bir ortamda substrat yoğunluğu arttıkça tepkimenin hızı da artar. Tepkime hızı en yüksek noktaya eriştikten sonra sabit kalır.

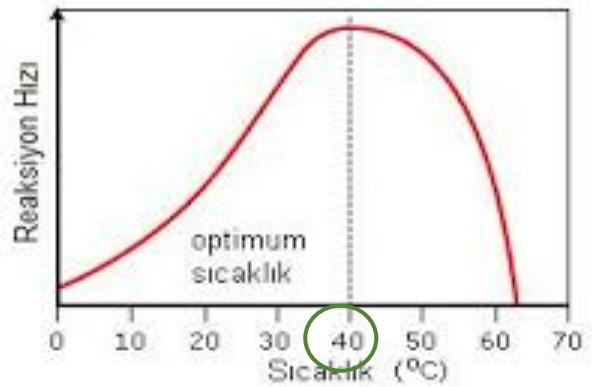
Enzim ile substrat, $E + S \longrightarrow E-S$ hâlinde iken enzim çalışır. Enzim görevini yapıp tekrar serbest iken ve birleşmek için substrat ararken çalışmaz. Eğer ortamda bol substrat varsa bu arama süreci ve belli bir substrat yoğunluğunda enzim sürekli çalışır bir duruma gelir. Optimum substrat düzeyinin üzerindeki substrat değerleri, enzim reaksiyon hızına artık katkıda bulunmaz.



4.5.3. SICAKLIK

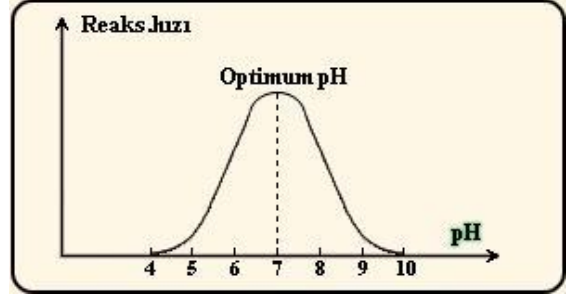
Sıcaklık, enzimlerin hem hızını hem de stabilitesini etkileyen önemli bir faktördür. Bütün diğer koşullar standardize edildiğinde reaksiyon ortamının sıcaklığı arttıkça reaksiyon hızı da belli bir noktaya kadar artmaktadır. Bu noktadan sonraki sıcaklık artışlarında enzim hızında ani düşüşler meydana gelmektedir.

Enzimlerin maksimum aktivite gösterdiği sıcaklık noktasına "**optimum sıcaklık**" adı verilir. Enzimler için optimum sıcaklık değeri 35-40 °C arasındadır.



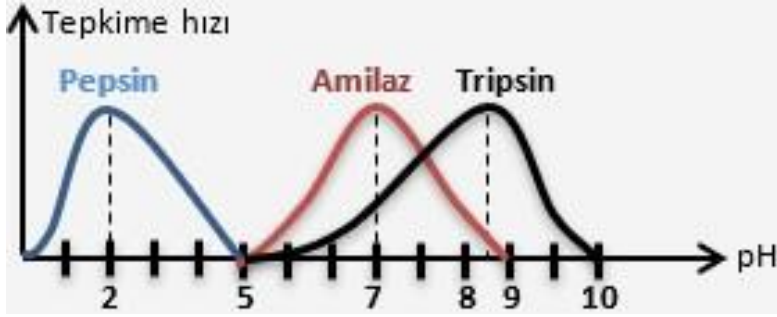
4.5.4. ORTAMIN pH'I

pH derecesi ortamın asitlik ve bazlık derecesini ifade eder ve 0–14 arasında değişir. Ortam pH'ı enzimatik reaksiyonların çoğunda **hızı etkileyen** önemli bir faktördür. Her enzimin optimum çalıştığı bir pH aralığı vardır ve bu pH'a “**optimum pH**” denilmektedir. Optimum pH'dan daha düşük ve yüksek pH derecelerinde enzim aktivitesi düşer.



Şekilden de görülebileceği gibi birçok enzim nötr pH'da optimum aktivite gösterir. Enzimlerin pH eğrileri çan şeklindedir ve enzim hızı pH'ın her iki yanında da giderek azalmaktadır.

Enzimlerin optimum pH'ları 2-10 arasında değişmektedir. Örneğin; pepsinin optimum pH'ı 2, amilazın pH'ı 7, tripsinin pH'ı 8,5'tir. Bir enzimin çalıştığı optimum pH değeri değiştirilirse enzimin etkinliği azalır. Ayrıca kuvvetli asitler ve bazlar enzimlerin yapısını bozarak çalışmalarını engeller.

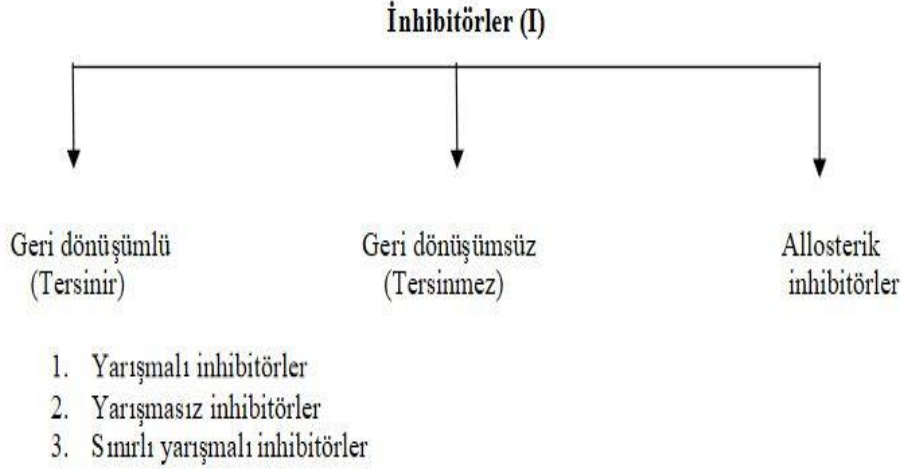


4.5.5. SU AKTİVİTESİ

Bir gıdada suyun durumu, o gıdanın su miktarı ile onun çevresindeki havanın nispi nemi arasındaki bir ilişki olarak ele alınır. Bu iki değer arasındaki oran ise su aktivitesi (a_w) olarak tanımlanır. Enzimlerin büyük bir kısmı işlevlerini su içerisinde gösterdiğinden suyun miktarı da enzim aktivitesinde etken bir koşuldur. Genellikle %15'in altında su içeren ortamlarda enzimler çalışmazlar. Reçel ve pekmez yapımında bu faktör önemlidir. Sulandırılan reçelin, balın ya da pekmezin ekşimesi bu yüzdendir. Kuru ortamda enzimler sıcaklığa daha fazla dayanır. Nem arttıkça enzimlerin sıcaklığa karşı duyarlılığı da artar.

4.5.6. ENZİM İNHİBİTÖRLERİ

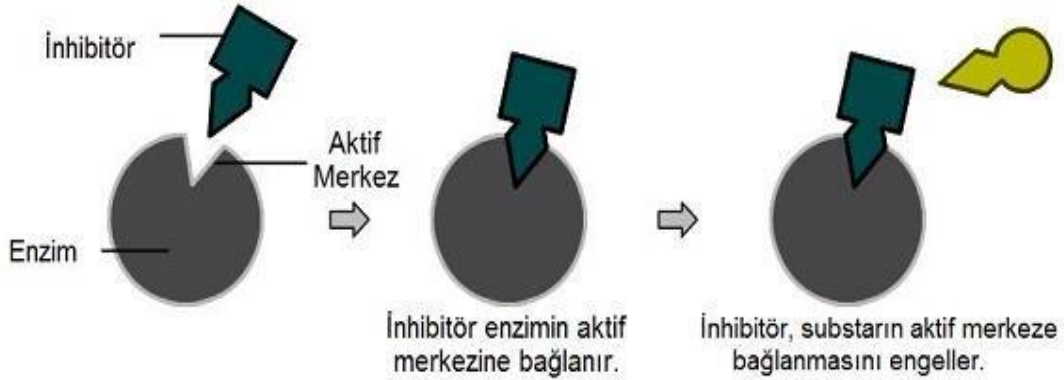
Enzim-substrat kompleksinin oluşmasını değişik şekillerde etkileyen, enzim faaliyetinin azalmasına yol açan doğal veya yapay kimyasal maddelere “enzim inhibitörleri” denir. Bu olaya ise “enzim inhibisyonu” denir. İnhibitörler; istenmeyen enzim aktivitesinin önlenmesi veya kontrol altında tutulmasında aracı olarak kullanılır.



4.5.6.1. GERİ DÖNÜŞÜMLÜ - TERSİNİR (REVERSİBLE) İNHİBİTÖRLER:

❖ **Yarışmalı (Competitive) inhibitör:** Kimyasal yapısı ve şekli substratinkine çok benzer. Yarışmalı inhibitör enzimin aktif merkezi ile geri dönüşümlü olarak birleşir. Ancak oluşan Enzim-inhibitör (E-I) kompleksinden ürüne geçiş mümkün değildir. Ortamda yarışmalı inhibitör bulunduğu anda:

- Bu inhibitörle substrat arasında enzimle birleşme yönünde bir yarışma olur.
- Ortamdaki enzim moleküllerinin bir kısmı substrat ile birleşir ve ürün oluşur.
- Bir kısım enzim ise inhibitör ile birleştiğinden ürün elde edilemez.

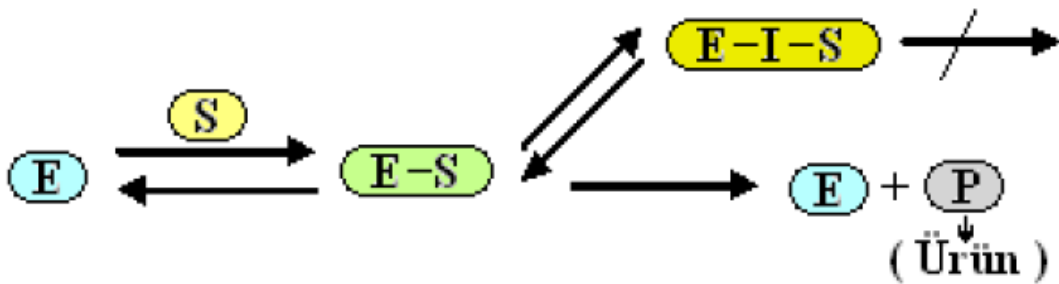


❖ **Yarışmasız (Uncompetitive) inhibitörler:** Substrata hiç benzemez veya çok az benzer. Yarışmasız inhibitör enzime aktif merkez dışında bir bölge üzerinden bağlanır. Bu nedenle substrat ile inhibitör arasında enzime kompleks oluşturma yönünde bir yarışma olmaz. Ortamdaki enzimlerin bir kısmı E-S ve E-I kompleksleri bir kısmı ise enzim E-I-S kompleksi oluşturur.

- E-I-S kompleksinden ürün oluşmaz.
- Enzim geri dönüşümlü olarak E-I-S kompleksinden ayrılarak tekrar serbest hâle geçebilir ve enzim substrat ile E-S kompleksi yaparak ürün oluşturabilir.

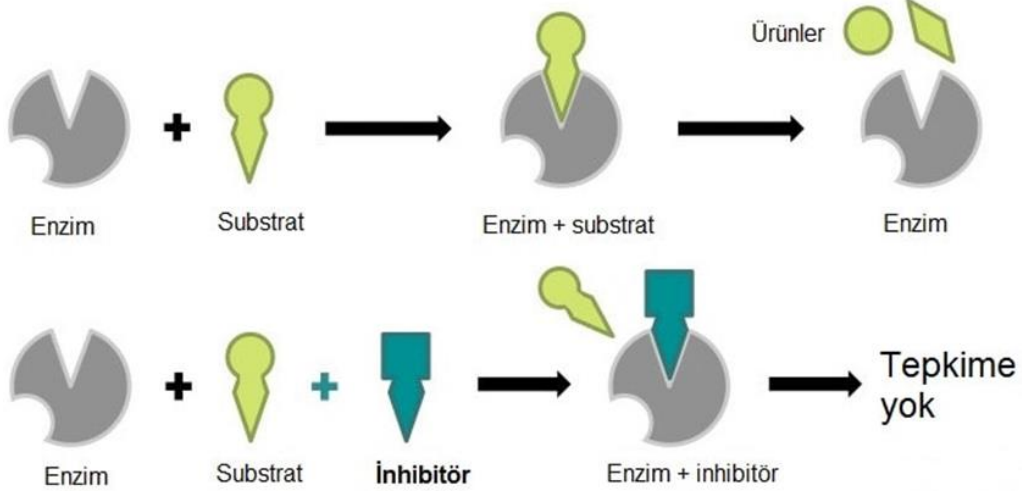


❖ **Sınırlı Yarışmalı İnhibitörler:** Direkt olarak enzime bağlanıp E-I kompleksi yapmaz. E-S kompleksine bağlanarak inhibisyona neden olur.



4.5.6.2. GERİ DÖNÜŞÜMSÜZ - TERSİNMEZ İNHİBİTÖRLER

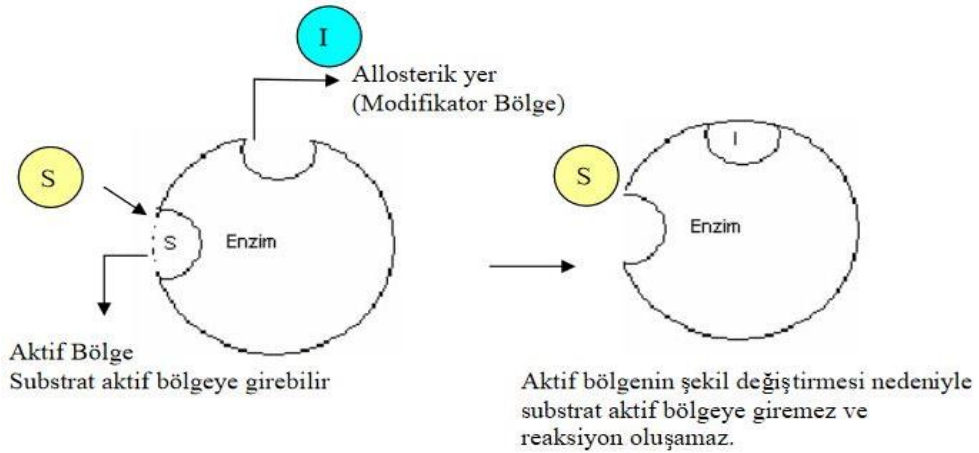
Enzime geri dönüşümsüz olarak bağlanır. İnhibitör, enzime aktif merkez ya da başka bir bölgeden bağlanabilir. E-I kompleksinden tekrar serbest enzim ayrılmaz ve ürün oluşmaz. Ortamda ürün ancak serbest enzimle birleşebilen substrat üzerinden oluşur. Geri dönüşümsüz inhibitörlere “enzim zehirleri” de denir.



4.5.6.3. ALLOSTERİK İNHİBİTÖRLER

Metabolik reaksiyonlarla ilgili son ürün veya başka bir molekül tarafından aktiviteleri kontrol edilen enzimlerdir. Birden çok alt birimden oluşur. Allosterik inhibitörler enzimlerin aktif merkez dışında modülatör = modifikatör denilen bölgesine bağlanır. Bu bağlanma sonucunda:

- ✓ Enzimin aktif merkezinde şekilsel bir değişim meydana gelir ve substrat enzime birleşemez.
- ✓ Sonuçta E-S kompleksi ve ürün oluşamaz.



4.5.7. AKTİVATÖRLER

“Aktivatör” enzim aktivitelerini arttıran iyon veya küçük moleküllerdir. Aktivatörlerin bir kısmı yalnızca substratla diğer bir kısmı ise enzimle birleşir.

4.5.8. BASINÇ

Normal gıda üretim işlemleri, enzimleri tek başına inaktive edecek derecede bir basınç yaratmamaktadır. Ancak yüksek sıcaklıklar ile uygulanan basınç enzimleri inaktive eder. Gıda dokularının dağılmasına neden olmayan hidrostatik basınçlar gıdadaki enzimleri tam olarak inaktive etmez.

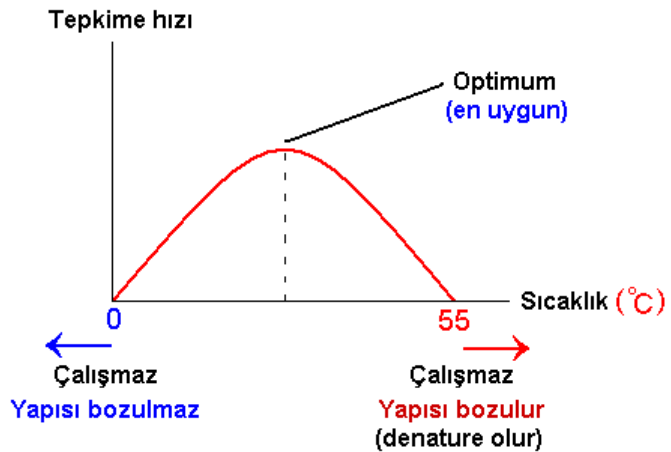
4.6. ENZİM AKTİVİTESİNİN KONTROL ALTINA ALINMASI

Enzimatik esmerleşmeyi kontrol etmek gıda endüstrisindeki en önemli sorunlardan biridir. Gıda endüstrisinde ürünün rengi, tüketicinin kararını etkileyen önemli bir nitelikler ve kahverengi gıdalar özellikle meyveler bozukmuş gibi görünür. Gıda sanayinde istenmeyen enzim aktivitesi çeşitli yöntemlerle kontrol altına alınmaktadır:

4.6.1. SICAKLIK

Her kimyasal reaksiyon gibi enzimli reaksiyonlar da sıcaklık düşmesi ile yavaşlar. Sıcaklığı yükseltmekle enzimler tamamen inaktif edilir fakat soğutma, enzim faaliyetini tamamıyla durdurmaz. Gıdaların düşük sıcaklık derecelerinde muhafazası veya gıdalara yüksek sıcaklıklarda bazı haşlanma,

pastörizasyon, sterilizasyon gibi ısı işlemlerinin uygulaması enzimatik bozulmaların önlenmesi ve geciktirilmesinde yaygın olarak başvurulan yöntemlerdir. Düşük sıcaklıklara doğru gidildikçe enzimlerin aktivitesi de giderek azaltılmaktadır ancak gıdalardaki doğal enzimler 0°C'nin altındaki donma sıcaklıklarında dahi çok az da olsa aktivite gösterebilir. Soğukta veya dondurarak gıda muhafazasında enzimatik bozulmalar geciktirilmektedir.



Böylece de ürünün raf ömrü uzatılmaktadır ancak enzimler bu koşullarda çok düşük de olsa aktivite gösterebilmektedir. Depolamanın uzaması durumunda gıdada renk, yapı, görünüş, tat, aroma gibi özelliklerde istenmeyen değişiklikler ve bozulmalara neden olabilmektedir.

Gıdalardaki enzimler yüksek sıcaklıklardaki ısı işlemler sonucunda denatürasyona uğrayarak inaktive olmaktadır. Bu özellikten gıda endüstrisinde büyük ölçüde yararlanılmaktadır ve enzimatik gıda bozulmalarının önüne geçilebilmektedir.

Örneğin, çiğ süte uygulanan pastörizasyon hem patojen mikroorganizmaları öldürür hem de çiğ sütteki enzimlerin tümü inaktif hale geçer. Buna göre de çiğ sütte bulunan ve çiğ sütün uygun olmayan koşullarda muhafazası sırasında aktivite kazanan lipazlar da denatürasyona uğrar ve lipazların neden olduğu süt yağının acılaştırılması sorunu da ortadan kalkar.

4.6.2. KURUTMA

Enzimler aktif olmak için serbest suya ihtiyaç duyar. O hâlde besinlerin kurutulması (dehidratasyon) yoluyla da enzimler inaktifleştirilir. Enzim aktivitesini kontrol etmek için ürünün yeterli kurulukta olması ve kuruluğunu sürdürmesi gerekir. Tahıllar %13 nemde aylarca, yıllarca korunabilir fakat mekanik olarak zarar görmüş olan tahıllar nem düzeyi arttığında enzimatik olarak çabuk bozulur.

4.6.3. OKSİJENİN KALDIRILMASI

Ortamdan oksijen uzaklaştırıldığında oksijen varlığını gerektiren enzimli reaksiyonlar ve aerobik mikroorganizmaların gelişmesi durur. Oksijen etkisi, vakum uygulama, antioksidan madde kullanma gibi yöntemlerle durdurulabilir.

4.6.4. ÜRÜNÜN pH'INI DEĞİŞTİRMEK

Ürünün pH'ını değiştirmekle de bazen enzim kontrolü sağlanabilir. Örneğin; istenmeyen polifenoloksidaz aktivitesini durdurmak için ortamın pH'ını polifenoloksidaz optimum değeri olan 6,5'in altına düşürülür. (turşu) Enzimlerin optimum pH'ı çeşitli koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Optimum pH'da değişikliğe neden olan faktörler: sıcaklık, kofaktör tipi, reaksiyon süresi, enzimin elde edildiği kaynak, substratın tipi ve konsantrasyonu olarak sıralanabilir.

4.6.5. FİZİKSEL YÖNTEMLER

Günümüzde hızlı elektron demetleri ultraviyole, X ışınları ve ultrasonik dalgalar gibi fiziksel yöntemlerle de enzim kontrolü yapılabilmektedir.

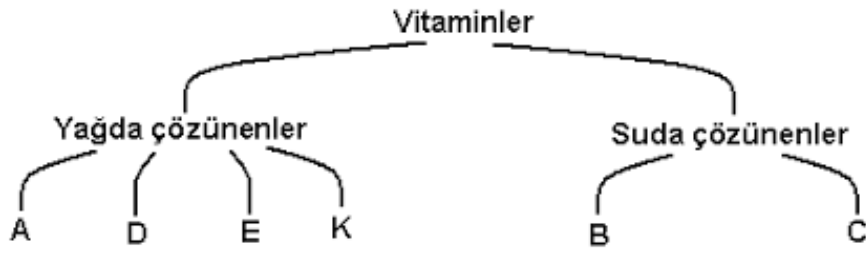
4.6.6. KİMYASAL YÖNTEMLER

Antibiyotikler, haşarat öldürücüleri ve bakterisitler gibi kimyasal maddelerle de enzim faaliyetleri durdurulabilir. Su ile karışma özelliği gösteren organik çözücüler (örneğin etanol), ortamda yaklaşık %5-10 konsantrasyonlarda bulunduğu da enzimlerin inaktive oldukları görülmüştür ancak bu etki sıcaklığa bağlıdır ve enzimler düşük sıcaklıklarda bu etki karşısında daha kararludur

5. VİTAMİNLER

Büyüme ve sağlıklı yaşamak hücrelerin düzenli çalışması ve görevlerini yerine getirmesine bağlıdır. Metabolizmanın yeterli hızda ve düzenli çalışmasında vitaminlerin önemi büyüktür. Vitaminler kimyasal tepkimelerin oluşmasına yardımcıdırlar. Vitaminler olmadan birçok besin ögesi de vücutta kullanılamaz. Hücre yapısına çevrilemez, enerji üretilmez ve vücut çalışması bozulur. Bu nedenle vitaminlerin vücuda besinlerle alınması zorunludur.

Vitaminlerin gruplandırılması



*Karaciğer, böbrek, dalak gibi organlarda depolanır

* Vücutta depolanmaz
(fazlası idrar yoluyla atılır)

5.1. A VİTAMİNİ:

- Bitkisel kaynaklarda **karoten**, hayvansal kaynaklarda **retinol** şeklinde bulunur.
- Gözlerin karanlıkta ve değişik ışık durumlarında görmesine yardım eder.
- Epitel dokunun sağlığını korur.
- Kaynakları
- Hayvansal: Balık yağı, tereyağı, yağlı peynirler, yumurta sarısı
- Bitkisel: sarı-turuncu sebze ve meyveler (**havuç**, balkabağı, domates, portakal, kayısı)
- Eksikliğinde görülen bozukluklar
- Gece körlüğü görülür.
- Deride kuruluk, kalınlaşma, kabuklanma, renk koyulaşması, killarda dökülme ve pütürleşme gibi durumlar



5.2. D VİTAMİNİ:

- Kemik oluşumu ve büyüme için gerekli bir vitamindir.
- Kalsiyumun kemik ve dişler tarafından emilimi için gerekli bir vitamindir.
- Kaynakları
- Besinlerle ve deri yoluyla alınır.
- Güneş ışınlarıyla temas durumunda derinin altında D vitamini oluşur.
- Balık yağı, karaciğer, yumurta sarısı, tereyağı
- Eksikliğinde görülen bozukluklar
- Çocuklarda Raşitizm: Kemikleşme normal olmaz ve kemikler yumuşayarak dayanıklılığını yitirir. Bacaklarda çarpıklık, göğüs kemiğinde eğrilik görülür.
- Yetişkinlerde osteoporoz ve osteomalasia: Özellikle kadınlarda sıklıkla görülür. Kemiklerde yumuşama ile birlikte şekil bozuklukları bel bacak ağrıları görülür.



5.3. E VİTAMİNİ (TOKOFEROL) :

- Antioksidan olarak görev yapar
- Antioksidan: hücre içindeki serbest radikalleri yok ederek hücreleri kansere karşı korur.
- Kaynakları
- Yağlı tohumlar ve bunlarla elde edilen yağlar
- Soya, mısır özü, ayçiçeği, fındık



5.4. K VİTAMİNİ:

- Kanın pıhtılaşması için önemli olan protrombin sentezi için gerekli vitamindir
- Kaynakları
- Yeşil yapraklı sebzeler (ıspanak, marul) ve karaciğer



5.5. B GRUBU VİTAMİNLERİ

- B1 Tiamin
- B2 Riboflavin
- B3 Niasin
- B6 Pridoksin
- B12 Kobalamin

- B1 vitamini eksikliği Beriberi hastalığına yol açar.
- B3 vitamini eksikliği Pellagra hastalığına yol açar
- B6 vitamini hemoglobin sentezinde dolayısıyla kan yapımında görev alır.
- B6 eksikliğinde konsantrasyon güçlüğü, hafıza zayıflığı, anemi görülür
- B12 vitamini hayvansal besinlerde proteine bağlı bulunan bir vitamindir. Bitkilerde B12 vitamini bulunmaz!
- B12 vitamini folik asit ile birlikte kırmızı kan hücreleri yapımında görev alır.
- B12 kaynakları karaciğer, böbrek, yürek, balık, yumurta
- B12 eksikliğinde anemi görülür.



5.6. C VİTAMİNİ (ASKORBİK ASİT)

- Çeşitli hastalıklara direnç kazandıran bir vitamindir
- Demirin emilimini hemoglobin (demir + protein) yapımında kullanılmasını ve depolanmasını kolaylaştırır.



- Kaynakları
- Kuşburnu, kuş üzümü ve maydanoz, portakal, mandalina ve greyfurt gibi turunçgiller, çilek, kapy a biber

- Eksikliğinde görülen bozukluklar
- Skorbüt



- Diş eti kanamaları, deri altında hafif darbelerle kanamalar yaraların geç iyileşmesi ciltte döküntüler.

VİTAMİNİN ADI	BULUNDUĞU GIDALAR	VÜCUTTAKİ GÖREVLERİ	YETERSİZLİĞİ / FAZLALIĞINDA MEYDANA GELEN RAHATSIZLIKLAR
A VİTAMİNİ	Karaciğer, balık, yumurta, havuç, kayısı, kuşkonmaz	Görmemizi sağlayan pigmentlerin üretilmesini sağlar.	Yetersizliğinde gece körlüğü meydana gelir.
D VİTAMİNİ	Balık karaciğeri yağı, yumurta sarısı, karaciğer, süt ve tereyağı	Kalsiyum ve fosforun vücutta emilmesini sağlar.	Yetersizliğinde <ul style="list-style-type: none"> ➤ Çocuklarda raşitizm, ➤ Yetişkinlerde osteoporozis (kemik erimesi), ➤ Yaşlılarda osteomalasia (kemik yumuşaması) meydana gelir.
E VİTAMİNİ	Fındık, ceviz, bitkisel yağlar, kuru baklagiller	Antioksidan etkiye sahiptirler.	Yetersizliğinde refleks kaybı meydana gelir.
K VİTAMİNİ	Yeşil çay, karnabahar, marul, lahana, ıspanak, karaciğer	Kanın pıhtılaşmasını sağlayan maddelerin üretilmesine yardım eder.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yeni doğan bebeklerde yetersizliği durumunda kanamalar meydana gelir. ➤ Fazlalığı durumunda damarlarda tıkanmalar meydana gelebilir.
TIAMİN (B₁ VİTAMİNİ)	Bira mayası, kuru baklagiller, yumurta sarısı, tahıllar	Karbonhidratların sindirilmesini sağlayarak enerji üretimine katılır.	Yetersizliğinde beriberi hastalığı meydana gelir.
RİBOFLAVİN (B₂ VİTAMİNİ)	Yapraklı sebzeler, balık, yumurta, süt, sakatatlar	Enzimlerin sentezlenmesinde görev alır.	Yetersizliğinde <ul style="list-style-type: none"> ➤ Büyümede yavaşlama, ➤ Deride kepeklenme, ➤ Saçlarda dökülme meydana gelir.
NIASİN (B₃ VİTAMİNİ, PP VİTAMİNİ)	Kırmızı et, karaciğer, yeşil sebzeler, ceviz, fındık	Besinlerden enerji üretilmesinde rol oynar. Kandaki kolesterol seviyesini ayarlar.	Yetersizliğinde pellegra hastalığı meydana gelir.

PANTOTENİK ASİT (B₅ VİTAMİNİ)	Karaciğer, yumurta, bezelye, kuru fasulye, lahana	Kortizon hormonlarının yapımını sağlar. Ruhsal yapı üzerinde olumlu etkileri vardır.	Eksikliği görülmez.
PIRIDOKSİN (B₆ VİTAMİNİ)	Karaciğer, et, tam buğday unu, balık, yumurta sarısı, bulgur	Enzimlerin yapısında yer alır. Nükleik asit sentezine katılır.	Eksikliği görülmez.
BIOTİN (H VİTAMİNİ, B₇ VİTAMİNİ)	Yumurta sarısı, karaciğer, domates, karnabahar	Yağların ve proteinlerin yıkımında görev alır.	Yetersizliğinde <ul style="list-style-type: none"> ➤ İştahsızlık, ➤ Depresyon, ➤ Kolesterol artışı meydana gelir.
FOLİK ASİT (B₁₁ VİTAMİNİ)	Karaciğer, alabalık, ıspanak, yeşil yapraklı sebzeler	Kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda görev alır.	Yetersizliğinde <ul style="list-style-type: none"> ➤ megaloblastik anemi görülür. ➤ Gebelikte erken doğuma sebep olabilir.
B₁₂ VİTAMİNİ	Karaciğer, yürek, böbrek, kabuklu deniz ürünleri, kırmızı et	Kemik iliğinde alyuvar hücrelerinin üretimi, DNA sentezi ve öğrenme gibi beyin aktivitelerinde kullanılır.	İntrinsik faktörün yeteri kadar bulunmaması sonucu pernisiyöz anemi görülür.
C VİTAMİNİ	Yeşil ve kırmızı biber, koyu yeşil yapraklı sebzeler, portakal, limon, çilek	Vücudun savunma sistemini güçlendirir. Demir ve folik asidin vücutta kullanılmasında rol oynar. Antioksidan olarak görev yapar.	Yetersizliği skorbüt hastalığına neden olur.

7. MİNERALLER

Büyüme, gelişme ve sağlığın korunması için besinlerle alınması gerekli olan inorganik maddelerdir.

7.1. KALSİYUM

- Kemik ve dişlerin en önemli yapı maddesidir.
- Kandaki kalsiyum kanın pıhtılaşmasında rol oynar.

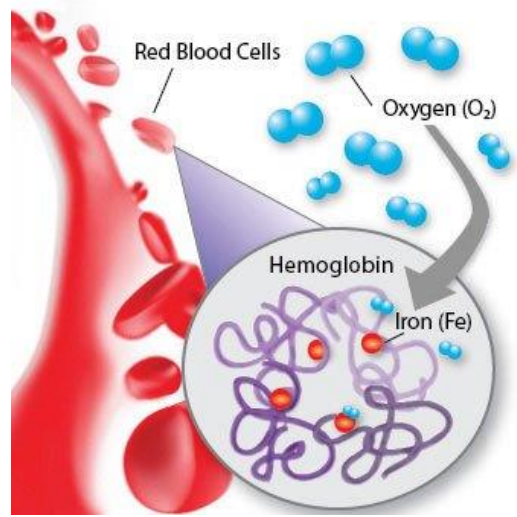
- Kaynakları
- Süt ve süt ürünleri

- Eksikliğinde görülen bozukluklar
- Çocuklarda raşitizm
- Yetişkinlerde osteomalasia (kemiklerde yumuşama) ve osteoporoz (kemiklerde kırılma)



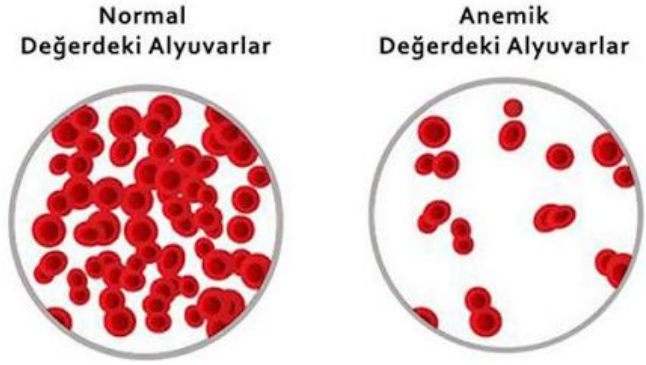
7.2. DEMİR

- Kandaki demirin çoğunluğu kırmızı kan hücrelerine rengini veren hemoglobinin bileşimindedir.
- Hemoglobin akciğerden hücelere oksijen taşıyan, demir içeren protein yapısında bir moleküldür.



- Kaynakları
- Karaciğer, kırmızı et, yumurta sarısı

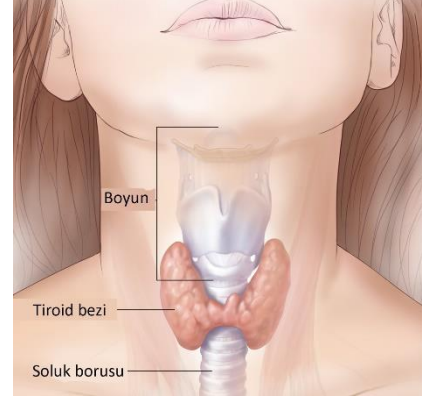
- Eksikliğinde görülen bozukluklar
- Kansızlık (demir eksikliği anemisi)
- Hemoglobin miktarı düşer, hücelere yeteri miktarda oksijen taşınmaz dolayısıyla az miktarda enerji üretilir. Anemik kişilerde görülen yorgunluğun sebebi budur. Bunun yanı sıra iştahsızlık, tırnakların incilmesi, algılamada güçlük gibi belirtiler görülür.



- Hücrede gerçekleşen oksijenli solunum:
Glikoz + oksijen \longrightarrow karbon dioksit + su + enerji

7.3. İYOT

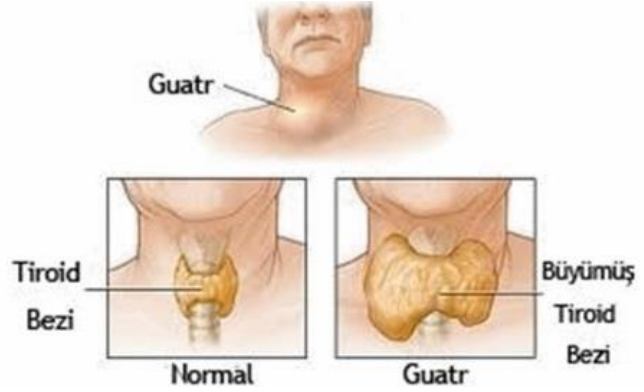
- Çoğu tiroid bezinde bulunur.
- Tiroid bezinden salgılanan tiroid hormonlarının (T3, T4, TSH) yapısında iyot bulunur.
- Bu hormonlar bazal metabolizma hızının dengeli olmasında büyük rol oynar.



- Kaynakları
- Su ve besinlerle alınır. Özellikle deniz ürünlerinde bulunur.

- Eksikliğinde görülen bozukluklar

- İyot tiroid hormonlarının sentezinde görevli olduğundan yetersizliğinde tiroid bezi normal çalışmaz ve yeterli hormon salgılayamaz.
- Tiroid bezinde büyüme ve genişleme görülür. Bu duruma basit guatr denir.
- Tiroid bezinin doğuştan yokluğu, bozukluğu ve eksikliği, zeka geriliği, cücelik, zihinsel ve bedensel bozukluklara neden olan kretinizm hastalığına sebep olur.
- Yetişkinlerde tiroid hormonlarının yetersiz salgılanması, durgunluk, bellek zayıflığı, ödem ve şişmanlık gibi belirtiler görülür.



Mineralin Adı	Bulunduğu Kaynaklar	Vücuttaki Görevleri	Yetersizliği / Fazlalığında Meydana Gelen Rahatsızlıklar
Kalsiyum	Süt ve ürünleri, pekmez, susam, kuru meyveler, kuru baklagiller	Kemik ve diş sağlığını koruma, ileri yaşta bireyler için kemiklerin kırılma riski veya osteoporozu önlemesi (kemik erimesi) açısından önemlidir. Kanın pıhtılaşması için gereklidir.	Yetersizliğinde Kemik ve dişlerde sorunlar, Çocuklarda raşitizm, Erişkinlerde osteoporoz, Yaşlılarda osteomalasia, tetani (kasların kontrol edilemeyen şekilde kasılması) Kas ve sinir bozuklukları, Bacaklarda kramplar, Saç ve tırnaklarda kırılmalar görülür.
Fosfor	Et ve süt ürünleridir	Kemik ve dişlerin yapı maddesidir. Hücre çoğalması, protein, karbonhidrat ve yağ metabolizmasında görev alır.	Yetersizliğinde Kemik ve diş sorunları, Büyümede yavaşlama, Huzursuzluk, Ağırlık kaybı, Eklem iltihapları meydana gelir.
Magnezyum	İspanak, fasulye ve bezelye, fındık, tam buğday unu, muz	Normal kas ve sinir fonksiyonlarının gerçekleşmesi, kalp ritminin sabit tutulması, kuvvetli bir bağışıklık sistemi ve kuvvetli kemikler için magnezyum gereklidir.	Yetersizliğinde kramplar meydana gelir.
Sodyum Ve Potasyum	Sodyum yemek tuzu potasyum ise kahve, balık, tavuk, ıspanak bulunur.	Kas kontrolü, sinir tepkileri iletimi, kan basıncını düzenlemede rol oynar. Sodyum kasların gevşemesine, Potasyum ise kasılmasına yardım eder.	Sodyum eksikliğinde mide bulantısı, kas krampları, kusma, zihni bulanıklık ve baş dönmesi Fazla alınan sodyum, tansiyon yükselmesine vücutta su tutulmasına ve ödeme neden olur. Potasyum fazlalığında ise, kalp sorunları görülebilir.
Demir	Karaciğer, yürek, pekmez, kurutulmuş meyveler, kuru baklagiller	Hemoglobin yapımında görev alır.	Yetersizliğinde hemoglobin yapımı azalır buna bağlı olarak kansızlık (anemi) oluşur.
İyot	Hava, su ve deniz ürünleri	Troid hormonlarının yapımında görev alır.	Yetersizliğinde guatr hastalığı meydana gelir.

8. SU

8.1. SUYUN TANIMI

Su renksiz, kokusuz, saydam ve içerisinde çözünmüş kimyasal maddeler bulunduran bir sıvıdır.

Kimyasal yapısı 2 mol hidrojen ve 1 mol oksijenden (H₂O) oluşur. Yoğunluğu saf haldeyken 1g/cm³tür.



Bilimsel ismi	Su
Alternatif isimler	Aqua, Dihidrojen monoksit, Hidrojen hidroksit
Moleküler formülü	H ₂ O
Mol kütlesi	18.0153 g/mol
Yoğunluk (Hallere göre)	1.000 g/cm ³ , sıvı 0.917 g/cm ³ , katı
Donma noktası	0 °C (273.15 K) (32 °F)
Kaynama noktası	100 °C (373.15 K) (212°F)

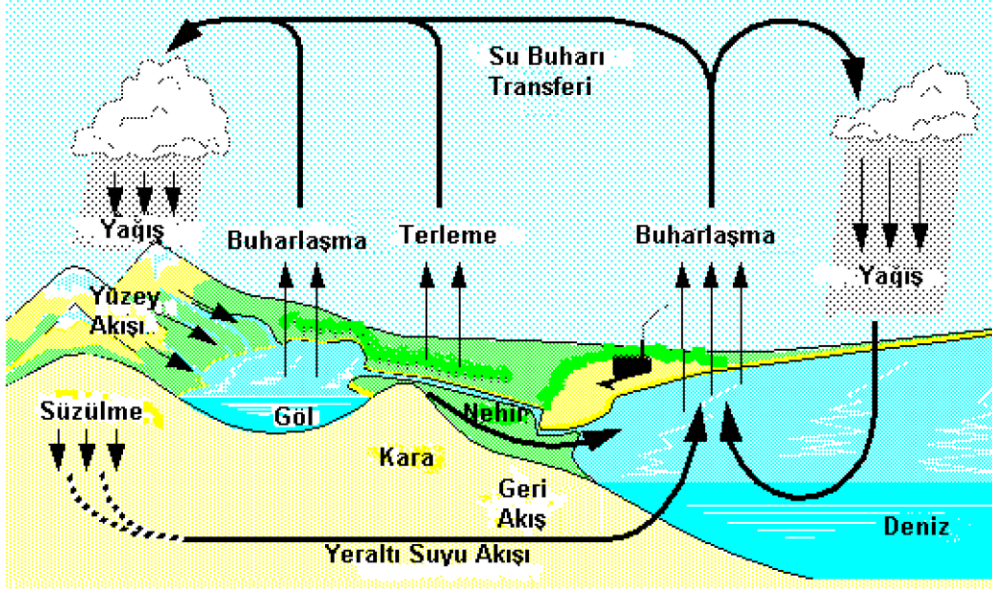
Su iyi bir çözücüdür. Doğadaki su hiçbir zaman saf olarak bulunmaz, bileşiminde daima çözünmüş kimyasal maddeler bulunur.

8.2. SUYUN ÖNEMİ

Su, bütün canlılar için vazgeçilmez hayatsal bir ögedir. İnsan besin almadan haftalarca canlılığını sürdürmesine karşın, susuz ancak birkaç gün yaşayabilir. Vücut için gerekli maddelerin çoğunluğu su içinde çözülmüş iyon olarak bulunur. Bu nedenle saf su insan vücudu için yarırsızdır. Saf su, mineraller, tuzlar ve diğer yabancı maddelerden tamamen temizlenmiş sudur ve ancak özel yöntemlerle elde edilir.

8.3. SU KAYNAKLARI

Doğada daima bir devir halinde bulunan su, denizden, göllerden vb. yüzeylerden güneş ısı ile buharlaşarak havaya karışır. Daha sonra değişik meteorolojik şekillerde tekrar toprağa düşer. Buna "hidrolojik devir" denir.



8.3.1. METEOR SULARI:

Bu sular yağmur ve kar sularıdır. Doğa sularının en temizidir. Fakat geçtikleri kirli hava tabakalarından bazı gazları, endüstri dumanlarını beraberce sürüklediklerinden daha havada iken **hijyen bakımından** içilemez haldedir. Hijyen bakımından uygun olmasalar da endüstri bakımından tercih edilen sulardır.

8.3.2. YERYÜZÜ SULARI:

8.3.2.1. AKARSULAR:

Bunlar mevsimlere göre yağmurlar, karlar ve yeraltı sularıyla beslenen sulardır. Yeryüzünde daima hareket halinde bulunurlar.

8.3.2.2. DURGUN SULAR:

- Doğada bulunan durgun sular: Deniz, göl, bataklık suları
- İnsanlar tarafından hazırlanan durgun sular: Baraj, havuz ve depo suları

8.3.3. YER ALTI SULARI:

Yağış olarak yeryüzüne düşen ya da yeryüzünde bulunan suların, yerçekimi etkisiyle yerin altına sızıp, orada birikmesiyle oluşan sulardır. Yeraltı suyunun beslenmesini etkileyen en önemli etmen yağışlardır. Bol yağışlı ve zemini geçirimli taşlardan oluşan alanlarda yer altı suyu fazladır. Az yağış alan, eğimi fazla ve geçirimsiz zeminlerde ise, yer altı suyunun oluşumu zordur. Yer altında biriken sular (Taban suyu, Artezyen, Karstik Yeraltı Suyu) olarak bulunur.

8.4. SUYUN VÜCUTTAKİ GÖREVİ

- Su iyi bir eritkendir. İçinde çok sayıda madde eriyebilir. Hücre çalışması su ve içinde çözülmüş maddelerle sürdürülür.
- Su, tepkimelerin oluşabileceği sıvı bir ortam hazırlar, enzim tepkimelerine katılır.
 - Besinleri vücuda alma,
 - Sindirme,
 - Besin öğelerini emilme,
 - Hücrelere taşıma,
 - Hücrelerde kullanma
- Metabolizma sonucu oluşan artık öğelerin akciğerlere ve böbreklere taşınarak vücuttan atılmasını sağlar.
- Vücut ısısının denetimini sağlar. Vücutta oluşan ısı terle dışarı atılır.
- Kayganlaştırıcı bir madde olması nedeniyle birçok organın (örneğin eklemler) gerektiği gibi çalışmasını sağlar.

8.4.1. SU İHTİYACI

Genel olarak, insan vücudunun 2/3'si sudur. İnsan vücudunun içerdiği su yaşa ve cinsiyete göre değişir. Çocukların vücudundaki **su oranı yüksektir**. Yaş ilerledikçe suyun yerini **yağ** alır. Yetişkinlerin vücut ağırlığının %50-60'ı sudur. Şişmanlarda bu oran %50'ye düşer, zayıflarda ise %70'e çıkar. Normal durumlarda **su kaybı en çok** böbreklerde olur. Normal koşullarda vücuttan **2,5–3 litre su günlük** olarak atılır. Su dengesinin sağlanması için bu suyun vücuda alınması gerekir. Vücudun günlük kaybettiği su ihtiyacını karşılamak için uzmanlar normal bir insanın günde **6–8 bardak su** içmesi gerektiğini belirtmektedir. Su ihtiyacının yeterli alınmaması durumunda kişide;

- baş ağrısı,
- halsizlik,
- vücut ısı düzeninin bozulması,
- **fiziksel performansının düşmesi** gibi birçok sağlık problemleri ile karşılaşabilmektedir.

8.5. SUYUN ÖZELLİKLERİ

İçme ve Kullanma Suları: Genel olarak içme, yemek yapma, temizlik ve gıda maddelerinin hazırlanması (gıda maddesi ile doğrudan temas eden) vb. amaçlar için kullanılan, orijinal haliyle veya arıtıldıktan sonra bu standartta belirtilen özellikleri sağlayan dere, nehir, göl, baraj ve benzeri sular ile kaynak sularıdır.

Kaliteli su: Her zaman güvenilir, lezzet, renk ve kokusu değişmeyen, tüketicilerin beğenisine uygun sudur.

İşlenmiş içme suyu: Yer altından gelen su, ileri teknoloji ile saflaştırılıp, ozonlama işleminden geçirilir ve damak zevkine uygun minerallerin ilave edilmesinin ardından tüketiciye sunulur.

8.5.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER:

Su bulunduğu şartlara bağlı olarak katı, sıvı ve gaz hallerinde bulunabilir. Yoğunluğu büyük ölçüde sıcaklığa bağlıdır. Suyun fiziksel özelliklerinden sıcaklığı, bulanıklığı, rengi, lezzeti, kokusu, geçirgenliği ve pH'ı önemlidir.

- **Sıcaklık:** İçilebilir suyun sıcaklığı 7–12 °C olmalıdır. Çok soğuk ve sıcak suların içimi hoş değildir. Sıcak suların içim tadı yavan, kaynak suları genelde serindir.
- **Bulanıklık:** Suyun bulanıklığı içindeki asılı ve kolloidal durumda bulunan organik ve inorganik maddelerden ileri gelir.
 - Organik maddeler arasında patojen mikroorganizmaların bulunabileceği de ayrıca unutulmamalıdır. Bulanık sular daima şüpheli sular olarak kabul edilmelidir.
 - İçme ve kullanma sularının berrak olması da hijyen yönünden önemlidir.
 - Kaynağı ne olursa olsun önceden ne gibi temizleme işlemine tabi tutulursa tutulsun bulanık suların içilmemesi, işletme ve ev işlerinde kullanılmaması gerekir.
- **Suyun rengi:** göl ve deniz gibi büyük su kütleleri içindeki saf su, mavi olarak görünür.
- **Suyun kokusu: Genellikle** iyi nitelikli su kokusuzdur. Suyun kokulu oluşu birçok nedenden ileri gelir. Bu nedenler;
 - Suların içinde yaşayan algler, protozoalar, çeşitli mikroorganizmalar, mikroorganizmaların fermantasyonu,
 - Suyu dışkı, idrar karışması
 - Suların dezenfeksiyonunda kullanılan klor ve iyot
 - Suyu evsel, endüstriyel artık ve atıkların karışması
 - Sudaki organik maddelerin ayrışması

- **Suyun lezzeti:** Suyun lezzeti, suda erimiş oksijen ve karbondioksit gazlarına, içerdiği diğer kimyasal maddelere, suyun sıcaklığına ve soğukluğuna göre değişmektedir. Suyun lezzeti doğal ve hoş içimli olmalıdır. Ekşi, acı, tuzlu, madeni olmamalı, içildiği zaman boğazda kuruluk, buruşukluk ve midede de şişkinlik hissi vermemelidir. Suda bulunan mineral maddelerin oranı az ise suda kabul edilebilir bir lezzet vardır. Mineral maddelerin çokluğu suyu içilemez bir hale getirebilir.

8.5.2. KİMYASAL ÖZELLİKLER

8.5.2.1. SULARDA OKSİJEN

Oksijen, erimiş halde hava ile temas eden sularda bulunmaktadır. Sudaki oksijen oranı aşağıdaki durumlara göre değişir:

- Suyun yüzeysel veya derin olması
- Kokuşmuş maddelerin bulunup bulunmadığı
- Sıcaklığı
- Hava basıncı
- Bulunan madensel tuzlar
- Suda yaşayan canlılar
- Suyun dalgalı, çarpıntılı olması

8.5.2.2. SULARDA KARBONDİOKSİT

Karbondioksit hemen hemen her suda çok az bulunur. Bunun sağlığa bir zararı yoktur. Fakat suyun lezzeti üzerine etkisi vardır. Genel olarak karbondioksit oranının olabildiğince az olması istenir. Fazla CO₂ miktarı suda bazı maddelerin fermente olduğunun ve kokuşmanın belirtisidir.

8.5.2.3. SULARDA SERTLİK

Bir suyun sertliği içindeki çözülmüş halde bulunan kalsiyum veya magnezyum tuzlarından ileri gelen özelliktir. Sularda sertlik üç çeşittir.

- ❖ **Geçici sertlik (karbonat sertliği):** Kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlarından meydana gelen sertliklere denir. Geçici sertlik bikarbonatlardan ileri geldiğinden, suların kaynatılması ile giderilir. Kaynatma sırasında ısı etkisiyle bikarbonatlar karbonat, karbondioksit ve suya parçalanır. Oluşan magnezyum ve kalsiyum karbonatlar çökerek ortamdaki uzaklaşırlar.

- ❖ **Kalıcı sertlik (karbonat olmayan sertlik):** Kalsiyum ve magnezyumun klorür, nitrat, sülfat, fosfat ve silikat tuzlarından meydana gelen sertliklere denir. Kalıcı sertlik kaynatılmakla giderilemez. Bunun için değişik yöntemler kullanılır.
- ❖ **Sertlik bütünü (toplam sertlik):** Geçici ve kalıcı sertliğin toplamıdır.

SERTLİK BİRİMLERİ

1. **Fransız sertlik derecesi (° f) :** Litrede 10 mg kalsiyum karbonat (CaCO₃) kapsayan suyun sertliği, 1 Fransız sertlik derecesidir.
2. **İngiliz sertlik derecesi (° e) :** 0,7 litre (1 galon) suda 10 mg kalsiyum karbonat (CaCO₃) kapsayan suyun sertliği, 1 İngiliz sertlik derecesidir.
3. **Alman sertlik derecesi (° dH) :** Litrede 10 mg kalsiyum oksit (CaO) kapsayan suyun sertliği, 1 Alman sertlik derecesidir.

Sertlik birimleri arasında şu bağıntı vardır ve sertlik derecelerinin birim çevirme işlemlerinde kullanılır:

$$1 \text{ } ^{\circ}\text{f} = 0.56 \text{ } ^{\circ}\text{dH} = 0.7 \text{ } ^{\circ}\text{e} = 10 \text{ ppm}$$

ÖRNEK 1:

100 ml de 20 mg CaCO₃ bulunan suyun sertliği,

Kaç Fransız sertlik derecesidir?

Kaç Alman sertlik derecesidir?

Kaç İngiliz sertlik derecesidir?

ÖRNEK 2:

250 ml de 10 mg CaCO₃ bulunan suyun sertliği,

Kaç Fransız sertlik derecesidir?

Kaç Alman sertlik derecesidir?

Kaç İngiliz sertlik derecesidir?

İÇME VE KULLANMA SULARININ ALMAN VE FRANSIZ SERTLİK DERESESİ CİNSİNDEN SINIFLANDIRILMASI

Özellik	Alman Sertlik Derecesi (° dH)	Fransız Sertlik Derecesi (° f)
Çok yumuşak su	0–4	0–5
Yumuşak su	4–8	5–10
Orta sert su	8–12	10–20
Sert su	12–18	20–30
Çok sert su	18–30	30–50

- Yumuşak sular borularda sert sulardan daha fazla korozyona sebep olur. Çünkü çok sert sularla su dağıtma sistemlerinde bulunabilecek metaller su borularında kabuk (kireç) oluşturur.
- Sert sular aynı zamanda mutfak eşyalarında kabuk (kireç) yapar ve sabun sarfiyatını artırır.
- Çok sert sularla vücudu yıkamak da doğru değildir. Çünkü fazla alkali, derinin yüzeyini eriterek zedelenmeler, dermatozlar meydana getirir. Uzun süre bu gibi sularla yıkananların saçları, kirpik ve kaşları dökülür.
- Çok sert sularla sulanan bitkiler, çiçekler büyüyemez ve kurur.
- Çok sert suya konan akvaryum balıklarının da yaşaması zorlaşır.

SUYUN SERTLİĞİNİN GİDERİLMESİ

Sertliğin giderilmesi için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemlerin amacı; Sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonlarını ya tamamen uzaklaştırmak ya da ortamda bırakıp etkisiz hale getirmektir. Bikarbonattan ileri gelen sertliği gidermek için kaynatmak; Kalsiyum ve magnezyum iyonlarını tamamen uzaklaştırmak için soda ile çöktürmektir.

Endüstride suyun sertliğini gidermek için özel iyon değıştirciler kullanılır. “Zeolit” : üzerinden geçen sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonları tutularak yerine sodyum (Na) iyonları verirler. Böylece sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonları tamamen temizlenmiş olur.

8.5.3. MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Suda bulunan bakteriler, üretim, hasat, işleme ve çeşitli aşamalarda gıda ile temas ettiğinde veya gıdalara eklendiğinde önemli bulaşma kaynaklarından birini oluşturur. İçme suları sağlık açısından her türlü mikrobiyolojik tehlikeden arınmış olmalıdır. Sular mikroorganizmalardan arındırılması için şu aşamalardan geçirilir:

- Sedimentasyon,
- Koagülasyon,
- Yumuşatma,
- Filtrasyon,
- Dezenfeksiyon

Yaygın olarak kullanılan dezenfeksiyon yöntemleri şunlardır:

- Klorlama (genel olarak içme sularında 0,2 - 0,5 ppm aktif klor miktarı önerilmektedir.)
- Ozonlama
- Ultraviyole
- Radyasyon
- Filtrasyon

8.5.4. İÇİLEBİLİR NİTELİKTEKİ SUYUN ÖZELLİKLERİ

- Bulanık olmamalı
- Berrak, renksiz, kokusuz ve tortusuz olmalı
- Kendine has bir tadı bulunmalı
- Zararlı kimyasal maddeleri içermemeli
- Hastalık yapıcı mikroorganizmalardan arındırılmış olmalı
- Sıcaklığı 15 °C’den daha düşük sıcaklıkta olmalıdır.

8.6. GIDALARDA BULUNAN SU

8.6.1. SU AKTİVİTESİ

Gıda maddelerindeki suyun yapıya ne şekilde bağlı olduğunu, bazı kimyasal ve enzimatik reaksiyonlarla mikrobiyolojik faaliyetler için kullanılabilme durumunu ve derecesini belirlemektedir. **Su aktivitesi**, gıda maddesindeki su buhar basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun su buharı basıncına oranıdır.

$$a_w = \frac{P}{P_0}$$

a_w : su aktivitesi

P: Çözeltideki suyun buhar basıncı,

P_0 : Saf suyun buhar basıncıdır.

Bu kavram bağıl nemle de ilişkilidir .

$$\text{Bağıl nem} = 100 \times a_w$$

Taze gıdaların birçoğunun a_w 0,99'un üzerindedir. Mikroorganizmalar a_w 0,9-1'de maksimum düzeyde geliştiğinden taze gıdalar mikrobiyal olarak çok kısa sürede bozulurlar. a_w 0,6'nın altında ise mikroorganizmalar gelişemezler. Kuru gıdalarda a_w 0,6'dan düşük olduğundan uzun süre bozulmadan kalabilirler.

Mikroorganizma	Minimum	Optimum	Maksimum
Bakteri	4,5	6,5-7,5	9,0
Küf	1,5-3,5	4,5-6,8	9,0-11,0
Maya	1,5-3,5	4,0-6,5	8,0-8,5

Tablo 2.1: Bazı mikroorganizmaların gelişebildikleri yaklaşık pH değerleri

Su aktivitesi ürünün raf ömrünü, kokusunu, rengini, lezzetini ve yapısını etkiler. Bu nedenle su aktivitesinin ölçülmesi, mikrobiyolojik riskleri en aza indirmenin ve gıda kalitesini artırmanın en önemli çözümüdür.

GIDA MADDESİ	SU AKTİVİTESİ (a_w)
Kurutulmuş sebzeler, kek karışımları, kraker	0.2 – 0,3
Kurutulmuş yumurta, kakao	0.4
Çikolata, şekerleme, bal	0.5 – 0,6
Kurutulmuş meyve, mısır şurubu	0.6 – 0,7
Tuzlanmış balık, kuru incir (yumuşak)	0.7 – 0,8
Macar salamı, reçeller	0.8 – 0,9
Taze et, sebze ve meyveler, portakal suyu konsantresi	0.9 – 1,0

Tablo 2.2: Bazı gıdaların yaklaşık su aktivitesi değerleri

8.6.2. SERBEST SU

Hayvansal ve bitkisel dokularda su, serbest su ve bağlı su halinde bulunur. Serbest su, su dışındaki protein, karbohidrat gibi su tutucu bileşiklerden uzak konumda bulunan, dokular arası alandaki sudur. Gıdalarda serbest su daha fazla miktarda bulunur ve kurutma, buharlaştırma işlemleri sırasında gıdalardan kolaylıkla ayrılabilir. Gıdalarda mikrobiyolojik gelişmeler ve kimyasal reaksiyonlar serbest suyun varlığında oluşmaktadır. Gıdalarda serbest su; nem ve kuru madde tayin yöntemlerinden biriyle miktarı tayin edilebilir.

$$\% NEM \left(\frac{g}{100 g} \right) = \frac{(dara + \text{örnek}) - (dara + kuru madde)}{(dara + \text{örnek}) - dara} \times 100$$

ÖRNEK 1:

Bir gıda örneğine uygulanan işlemler sonucunda aşağıdaki değerler bulunuyor. Bu gıda örneğindeki % nem miktarını bulunuz.

Dara (kabin ağırlığı): 27.63 g

Dara+örnek: 32.62 g

Dara+KM (kuru madde) : 32.09 g

8.6.3. BAĞLI SU

Bağlı su, kristal suyun protein, karbohidrat gibi su tutucu kolloidal bileşiklerin yüzeyleri tarafından tutulan (absorbe edilen) sudur. Bağlı su kimyasal/biyokimyasal reaksiyonlarda kullanılamaz. Mikroorganizmalar tarafından kullanılamaz.

8.6.4. GIDALARDA BULUNAN SUYUN ÖNEMİ

Depolama açısından nem miktarı önemlidir. Çünkü gıdadaki enzim ve mikroorganizma faaliyetleri nem miktarına bağlıdır. Nem miktarı arttıkça enzim ve mikroorganizma faaliyetleri de artar ve gıda bozulmaya başlar.

Depolama ölçütlerinin belirlenmesinde gıdanın nem miktarına da bakılır. Ticari açıdan önemlidir. Örneğin fire kayıpları ve fiyatın düşük olması vb. gibi

Standartlardaki nem oranını karşılaştırmak açısından önemlidir. Analiz sonuçlarının belli bir nem sınırı üzerinden verilmesi vb. gibi

Gıdalara uygulanacak işlemlerin optimum (en uygun) şartlarda yapılması açısından da önemlidir.