

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 2377
AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 1374

HÜCRE KİMYASI

Yazarlar

Prof.Dr. Hamdi UYSAL (Ünite 1, 2)

Prof.Dr. Ulvi Reha FİDANCI (Ünite 3)

Prof.Dr. Arif ALTINTAŞ (Ünite 4)

Prof.Dr. Berrin SALMANOĞLU (Ünite 5)

Prof.Dr. Tevhide SEL (Ünite 6)

Prof.Dr. Hilal KARAGÜL (Ünite 7, 8)

Dr. Görkem KISMALI (Ünite 7, 8)

Editör

Prof.Dr. Hilal KARAGÜL



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Anadolu Üniversitesine aittir.
“Uzaktan Öğretim” tekniğine uygun olarak hazırlanan bu kitabın bütün hakları saklıdır.
İlgili kuruluştan izin almadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt
veya başka şekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Copyright © 2011 by Anadolu University

All rights reserved

No part of this book may be reproduced or stored in a retrieval system, or transmitted
in any form or by any means mechanical, electronic, photocopy, magnetic, tape or otherwise, without
permission in writing from the University.

UZAKTAN ÖĞRETİM TASARIM BİRİMİ

Genel Koordinatör

Prof.Dr. Levend Kılıç

Genel Koordinatör Yardımcısı

Doç.Dr. Müjgan Bozkaya

Öğretim Tasarımcısı

Doç.Dr. Murat Ataizi

Grafik Tasarım Yönetmenleri

Prof. Tevfik Fikret Uçar

Öğr.Gör. Cemalettin Yıldız

Öğr.Gör. Nilgün Salur

Ölçme Değerlendirme Sorumlusu

Öğr.Gör. Günnur Tuba Türksavaş

Grafikerler

Emin Yüksel

Ayşegül Dibek

Hilal Küçükdoğan

Gülşah Yılmaz

Serhat Yılmaz

Adnan Çamur

Kitap Koordinasyon Birimi

Yrd.Doç.Dr. Feyyaz Bodur

Uzm. Nermin Özgür

Kapak Düzeni

Prof. Tevfik Fikret Uçar

Dizgi

Açıköğretim Fakültesi Dizgi Ekibi

Hücre Kimyası

ISBN

978-975-06-1044-8

1. Baskı

Bu kitap ANADOLU ÜNİVERSİTESİ Web-Ofset Tesislerinde 5.000 adet basılmıştır.
ESKİŞEHİR, Eylül 2011

İçindekiler

Önsöz	ix
-------------	----

Hücre ve Organeller.....	2
GİRİŞ	3
HÜCRE VE GENEL YAPISI	3
Hücre Çeşitleri	4
HÜCRE ZARI.....	6
Hücre Zarının İşlevleri	7
Hücre Zarının Bileşimi.....	8
Hücre Zarında Taşınma	8
HÜCRE SİTOPLAZMASI	9
ÇEKİRDEK (NÜKLEUS)	15
Çekirdeğin Yapısı ve Özellikleri	16
ÇEKİRDEKCİK (NÜKLEOLUS).....	17
HÜCRE ÇEPERİ (HÜCRE DUVARI)	17
EKSTRASELLÜLER MATRİKS	17
Yapısal Özellikleri	17
Ekstrasellüler Matris Proteinleri	18
Kollajen	18
Elastin.....	18
Fibronektin	19
Laminin	20
Trombospondin.....	20
Fibrillin.....	20
İntegrinler	20
Proteoglikanlar	20
Özet	21
Kendimizi Sınayalım	23
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	24
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	24
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	25

I. ÜNİTE

Biyomoleküller	26
HÜCRE VE BİYOMOLEKÜLLER	27
PROTEİNLER.....	28
Proteinlerin Yapısı.....	33
Protein Sentezi.....	35
Protein Sindirimi.....	36
KARBONHİDRATLAR.....	36
Monosakkaritler.....	37
Disakkaritler.....	39

2. ÜNİTE

Oligosakkaritler	39
Polisakkaritler	39
Homopolisakkaritler.....	40
Heteropolisakkaritler.....	40
NÜKLEİK ASİTLER	41
Nükleik Asitlerin İşlevleri.....	41
Nükleik Asitlerin Yapısı	41
Nükleik Asitlerin Yapısında Bulunan Azotlu Baz ve Şekerler	42
Nükleozit ve Nükleotit'ler.....	42
Nükleotitlerin Fonksiyonları	43
Nükleik Asitler	43
Deoksiribonükleik Asit (DNA)	43
Ribonükleik Asit (RNA).....	44
LİPİTLER.....	45
Lipitlerin Sınıflandırılması	46
YAĞ ASİTLERİ	46
GLİSEROL TAŞIYAN LİPİTLER	48
Nötral Yağlar	48
Mono- Di- ve Trigliseritler	48
Fosfatitler	49
Difosfatidilgliseroller ve Fosfatidilinozitol	49
GLİSEROL TAŞIMAYAN LİPİTLER.....	49
Sfingolipitler	49
Alifatik Alkoller veya Mumlar.....	50
Terpenler	50
Steroitler.....	51
Safra Asitleri (Kolik Asitler)	52
Cinsiyet Hormonları	52
DIĞER SINIF BİLEŞİKLERE BAĞLI LİPİTLER	53
Lipoproteinler	53
Lipopolisakkaritler	53
Proteolipitler	53
Özet.....	54
Kendimizi Sınayalım.....	56
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	57
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	57
Yararlanılan Kaynaklar.....	58

3. ÜNİTE

Atomun Yapısı ve Kimyasal Bağlar	60
ATOMUN YAPISI	61
Schrödinger Denklemi ve Atomun Yapısı	61
Orbitaller.....	63
Spin Özelliği ve Manyetik Rezonans	67
Atom Numarası - Atom Ağırlığı (Kütle Numarası)	69
Periyodik Tablo	70

İZOTOP.....	72
İzobar.....	73
İzoton.....	73
Radyoizotoplar	73
RADYASYON.....	75
Radyasyonun İnsan Sağlığına Etkileri	75
KİMYASAL BAĞLAR.....	76
Valans.....	76
Kimyasal Bağların Oluşumu	77
İyonik Bağlar	78
Kovalent Bağ	79
van der Waals Bağları.....	80
Hidrojen Bağları	80
Metalik Bağ.....	81
Özet.....	82
Kendimizi Sınayalım.....	84
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	85
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	85
Yararlanılan Kaynaklar.....	85

Asitler-Bazlar-Tuzlar..... 86

4. ÜNİTE

GİRİŞ	87
TANIMLAR	89
ASİTLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE TEPKİMELERİ	93
ASİTİN DEĞERLİĞİ, GÜÇLÜ VE ZAYIF ASİTLER.....	95
Henderson-Hasselbalch Eşitliği	97
BAZLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE TEPKİMELERİ.....	99
Bazların Elde Edilmeleri.....	99
Bazların Metallerle Tepkimesi	99
TUZLAR.....	99
TUZLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE KİMYASAL TEPKİMELERİ	100
Tuzların Hidrolizi	102
Tuzların Sınıflandırılması	102
pH KAVRAMI VE HENDERSON-HASSELBALCH EŞİTLİĞİ	103
Henderson-Hasselbalch Eşitliği	103
Vücut Sıvılarının pH Değerleri	103
BİYOLOJİK SİSTEMLERDE PH DEĞİŞİMİNİN TAMPONLANMASI (BİYOLOJİK TAMPONLAR)	104
HÜCRELERDE pH DEĞİŞİMİNİN TAMPONLANMASI	105
Hemoglobin Tampon Sistemi (DeoksiHb/OksiHb)	105
Bikarbonat/Karbonik Asit Tampon Sistemi	105
Protein Tampon Sistemi (Baz-protein/Asit-protein).....	106
Fosfat Tampon Sistemi ($\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$).....	107
Özet.....	108

Kendimizi Sınayalım.....	109
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	110
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	110
Yararlanılan Kaynaklar.....	111

5. ÜNİTE

Sıvı Karışımları 112

SIVI KARIŞIMLARI	113
Membran Transport Sistemleri.....	113
Aktif Transport	114
MOLEKÜL HAREKETLERİ	114
BROWN HAREKETİ	114
DİFÜZYON	114
GAZ - GAZ DİFÜZYONU	115
SIVI-SIVI DİFÜZYONU	115
KATI-KATI DİFÜZYONU	115
SOLÜSYONLAR	115
Kolloidal Sistemler	116
OZMOTİK BASINÇ.....	116
OZMOTİK BASINCIN CANLI HÜCREDE ÖNEMİ.....	118
Kolloid Ozmotik Basınç.....	118
Biyolojik Tampon Sistemler.....	118
Amfolitler	120
Donma Noktası Düşmesi	120
Diyaliz	120
Yüzey Gerilimi	121
Adsorpsiyon	122
Gibbs-Donnan Dengesi ve Denklemi	122
ŞOK VE ÖDEM.....	123
Özet.....	124
Kendimizi Sınayalım.....	125
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	126
Yararlanılan Kaynaklar.....	126

6. ÜNİTE

Biyomoleküllerdeki Fonksiyonel Gruplar..... 128

BIYOMOLEKÜLLERDEKİ FONKSİYONEL GRUPLAR	129
ALKOLLER.....	129
Alkollerin Reaksiyonları.....	130
Ester Oluşumu	131
Dehidratasyon	131
Oksidasyon.....	131
ALDEHİDLER VE KETONLAR.....	133
ORGANİK ASİTLER (KARBOKSİLİK ASİTLER).....	136
ESTERLER.....	137
AMİN VE AMİDLER.....	137
AMİD TEŞEKKÜLÜ	137

SÜLFHİDRİLLER VE DİSÜLFİDLER.....	138
FOSFAT GRUPLARI.....	140
Özet	142
Kendimizi Sınayalım	143
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	144
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	144
Yararlanılan Kaynaklar.....	144

Stereokimya 146

7. ÜNİTE

ATOMLARIN UZAYDAKİ YERLEŞİMİ	147
Moleküllerin Üç Boyutlu Uzaydaki Yapıları.....	147
Yapı İzomerleri.....	148
Tautomerizm : Özel Bir Yapı İzomerizmi	148
STEREOİZOMERLER.....	149
Konformasyonel İzomerler ve Konfigürasyonel İzomerler	149
Konformasyonel İzomerizm	149
Konfigürasyonel İzomerizm	149
AYNA GÖRÜNTÜSÜ VE KIRALLIK KAVRAMLARI	151
Kirallik Merkezi, Kiral Karbon Atomu ya da Asimetrik Karbon Atomu	152
Bir Asimetrik Karbon Atomu (Stereojenik Merkez) İçeren Moleküller	153
Enantiomerlerin Çiziminde Fischer İzdüşüm Formüllerinin Kullanılması..	154
Chan-Ingold-Prelog R-S Adlandırması.....	154
İki ya da Daha Fazla Sayıda Asimetrik Karbon Atomu (Stereojenik Merkez) İçeren Moleküller	155
Enantiomerlerin Fiziksel Özellikleri ve Optikçe Aktivite	155
STEREOKİMYA'NIN VE CANLILARDAKİ ÖNEMİ	156
Özet.....	159
Kendimizi Sınayalım.....	160
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	162
Yararlanılan Kaynaklar.....	162

Metabolik Reaksiyonlar ve Metabolik Enerji 164

8. ÜNİTE

ENERJİ NEDİR?	165
HÜCRE METABOLİZMASI	166
Metabolizmada Adenozin Trifosfat'ın (ATP) Önemi	167
Aerobik Hücre Solunumu	167
Anaerobik Hücre Solunumu	170
METABOLİK REAKSİYONLAR.....	171
Başlıca Metabolik Reaksiyonlar	171
Hidrolytik Yıkılma	171
Kondenzasyon	172
Oksido Redüksiyon.....	172
Transfosforilasyon	172
Fonksiyonel Grup Transferi.....	172
Elektron Transferi.....	173

Yeniden Düzenlenme	173
Metabolik Reaksiyonların Termodinamik Sınıflandırması.....	174
Özet	175
Kendimizi Sınayalım	176
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	177

Önsöz

Canlı organizmanın en küçük yapı taşı olan hücre yaşamın, kimya ise temel bilimlerin temelidir. Kimyayı hücre seviyesinde inceleyen bir dal olan “Hücre Kimyası” ise kimyasal olayları, atomik düzeyde ilişkileri ve kimyasal bağları araştırır. Aslında içinde yaşadığımız Dünya, Güneş sisteminin bir parçası, Güneş Sistemi Samanyolu Galaksisinin bir parçası, Samanyolu gitgide büyüyen makrokosmos sisteminin bir parçasıdır. Baktığımız, gördüğümüz ve yaşadığımız bu dünyayı daha yakından incelersek ayna görüntüsüne benzer şekilde gitgide küçülen bambaşka dünyaların, mikrokosmosun olduğunun ayırdına varırız. Böylelikle hücre kimyasının sınırlarına erişiriz.

Açık öğretim öğrencilerini bu sınırlara götürüp canlı organizmalarda meydana gelen yaşamsal olayların bilincine erdirebilirsek bu kitabı hazırlayan öğretim üyeleri olarak amacımıza varmış olacağız.

Editör

Prof.Dr.Hilal Karagül

HÜCRE KİMYASI



Amaçlarımız

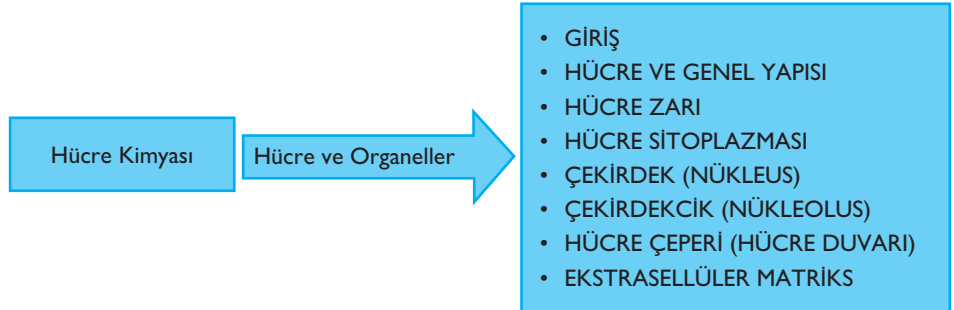
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Hücrenin genel yapı ve işlevlerini tanımlayabilecek,
- Hücre ve ilgili bölümlerini açıklayabilecek,
- Hücresel farklılıkları açıklayabilecek,
- Hücre organellerinin yapı ve fonksiyonlarını tartışabilecek,
- Ekstrasellüler matriksin yapısal özelliklerini ve önemini açıklayabilecek,
- Hücre membranı, sitoplazma ve çekirdeğin yapı ve işlevlerini tanımlayabilecek bilgi ve becerileri kazanabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Hücre ve yapısı
- Zar
- Sitoplazma
- Organel
- Çekirdek
- Ekstrasellüler matriks

İçindekiler



Hücre ve Organeller

GİRİŞ

Hücre ya da göze, bir canlının yapısal ve işlevsel özellikleri gösterebilen en küçük canlı birimdir. Hücre, ilk defa 1665 yılında İngiliz bilim adamı Robert Hooke tarafından Latince **küçük odacık** anlamına gelen “*cellula*” kelimesinden türetilmiştir. Hücre, yaşamın temel birimidir. Hücreyi inceleyen bilim dalına **sitoloji** (*cyto* “hücre”, *logos* “bilim”) veya hücrebilim denir. Tek hücreli olsun çok hücreli olsun her canlının yapısının temelinde hücre vardır. Bir bakteri veya bir alg'in vücutları yalnızca bir hücreden oluşmasına karşın bir kedi, köpek, koyun vs. diğer tüm canlıların vücutları ise milyarlarca hücreden oluşurlar. Bu hücreler birbirleriyle sürekli bir işbirliği içerisindeyler ve aralarında sürekli bir madde veya hormon alış veriş hüküm sürer. Hücrenin içinde sitoplazma denen yoğun bir sıvı bulunur. Sitoplazmanın ortasında çekirdek yer alır. Çekirdeğin etrafında, süspansiyon halde dağılmış şekilde organeller ve çeşitli inklüzyonlar bulunur. Organellerin sayısı, boyutu, hacmi, yapısı ve işlevi hücreden hücreye değişiklik gösterir. Hücre yapı itibarıyla basit gibi görünse de derinlerine inildikçe kompleksliğin boyutları artmaktadır. Örneğin hücreyi kuşatan zarın yapısı ışık mikroskoplarında çok yalın bir yapıya sahip gibi gözükse de hücre zarının içerisinde ileri düzeyde kompleks biyokimyasal olaylar cereyan eder.

HÜCRE VE GENEL YAPISI

Bitkisel ve hayvansal her organizma, hücre adı verilen yapı taşlarından oluşur. Atomların molekülleri, moleküllerin makromolekülleri, makromoleküllerin makromoleküler kompleksleri oluşturmasıyla, dokuların en küçük yapı taşları olan ve yaşamın tüm özelliklerini sergileyen hücreler oluşur. Genel olarak tüm hücreler temelde aynı yapıya sahiptirler. Fakat bulundukları dokuya ve dolayısıyla fonksiyonlara bağlı olarak bazı özelleşmeler gösterirler. Hücreler, çoğunlukla bir zar içerisindeki sitoplazma ve çekirdekten meydana gelir ve ancak mikroskop yardımı ile görülebilirler. Sağlığımız, bedenimizi oluşturan çok sayıda farklı hücre çeşidinin işleyişine, hücrelerimizin sağlığı ise, milyonlarca farklı işlevlerine bağlıdır. İster bir bakteri, ister bitki ya da hayvan hücresi olsun, tüm hücreler aynı temel yapı malzemelerinden oluşurlar. Bunlar, nükleik asitler, proteinler, karbonhidratlar, su, yağlar ve tuzlardır. Her hücre kendisini dış dünyadan ayıran bir zarla çevrilidir. Bu zar, hücrenin içine giren ve hücreden dışarı çıkan her şeyi kontrol eder ve yaşamsal öneme sahip iletileri geçirir. Hücrelerin organellerinin bazıları da bir zarla çev-

rilmiştir ya da zarlardan yapılmıştır. Bu, hücrenin normalde birbiriyle uyuşmayacak biyokimyasal olayları aynı anda yürütmesini sağlar. Hücrelerde, zarı bulunmayan, ipliksi yapıda organeller de bulunur. Bu yapılar, hücreye dayanak oluşturmada, geliş-gidiş yollarını ve hareket mekanizmalarını sağlamada rol oynar.

Hücre Çeşitleri

Bazı canlılar tek bir hücre yapısındadırlar (bakteriler ve tek hücreliler). Diğer bütün canlılar ise çok hücrelidir. Canlıların vücut büyüklüğü arttıkça hücre sayısı da artar. Hücreler çekirdek yapıları bakımından **prokaryotik** ve **ökaryotik** olarak iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Prokaryotik hücrelerde (bakteri) çekirdek bulunmamakta, ökaryotik hücrelerde ise genetik materyali taşıyan bir çekirdek yer almaktadır. Ökaryotik hücrelere göre daha basit ve daha küçük olan prokaryotik hücrelerin genomları daha basit olmakta ve sitoplazmik organeller ile hücre iskeleti bulunmamaktadır (**Tablo 1.1**). Prokaryotik ve ökaryotik hücreler plazma membranı ile çevrelenmişlerdir. Karmaşık yapılu ökaryotik hücrelerde genetik bilgileri içeren çekirdek (~5µm çap) en büyük sitoplazmik organdır. Çekirdekte DNA replikasyonu ve RNA sentezi gerçekleşir. RNA translasyonu ile protein sentezi ise sitoplazmada yer alan ribozomlarda gerçekleşir.

Prokaryot hücreler; çekirdek zarı olmadığından belirgin bir çekirdek gözlenemez. Ayrıca bu hücrelerde mitokondri, kloroplast, endoplazmik retikulum gibi zarla çevrili organeller bulunmaz (**Şekil 1.1**). Bakteriler ve mavi-yeşil alg'ler bu şekildedir. En küçük boyutlu hücreler prokaryotik hücrelerdir. Boyutları 0.2-10 µm kadardır.

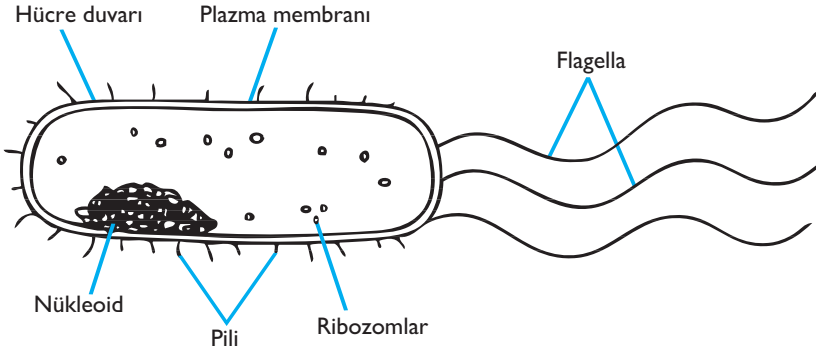
Ökaryot hücreler; gerçek hücreler olup, bölünerek yavru hücreleri oluşturabilen genetik bilgiye sahiptirler. Hücre farklılaşması, bu genetik bilginin bir kısmının bazı hücrelerde aktiflenmesi ile belirli proteinlerin sentezine yol açmasıdır. Böylece, özelleşmiş hücreler farklı enzim bileşikleri ve metabolik güce sahip olurlar. Hücre denince çoğu zaman kastedilen ökaryot bir hücredir. Tipik bir ökaryotik hayvan hücresi (**Şekil 1.2**) ve bitki hücresinde (**Şekil 1.3**) çekirdek ve hücre organellerini belirgin olarak görmek mümkündür. Protistler ve bütün çok hücrelilerin hücre yapısı böyledir. Hücre genellikle gözle görülemeyecek kadar küçük (10-15 mikron) olup, mikroskoplarla büyütülerek incelenir. Hayvanların döllenmiş yumurtaları ve bazı su yosunları gözle görülebilen (makroskobik) büyük hücrelerdir. Hücreler, bulundukları yer ve işlevlerine bağlı olarak çeşitli şekilde olabilir. Örneğin, sinir hücreleri uzantılı, kan hücreleri ve yumurta hücresi yuvarlak, bağ dokusu makrofajları amip şeklinde, böbrek tübül hücreleri kübik, bağırsak epitel hücreleri silindirik, düz kas hücreleri iğ, çizgili kas hücreleri tel, damar endotel hücreleri ise yassı pul şeklindedir. Hücrelerin şekilleri gibi boyutları da çeşitlilik gösterir. Ökaryotların kan hücreleri 8-18 µm, diğer hücrelerin boyutları ise 20-500 µm arasında değişir. Deve kuşunun yumurtası 20 cm, sinir hücrelerinin bazıları uzantılarıyla birlikte 1 m uzunlukta olabilir.

Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerin karşılaştırılması **Tablo 1.1**'de görülmektedir.

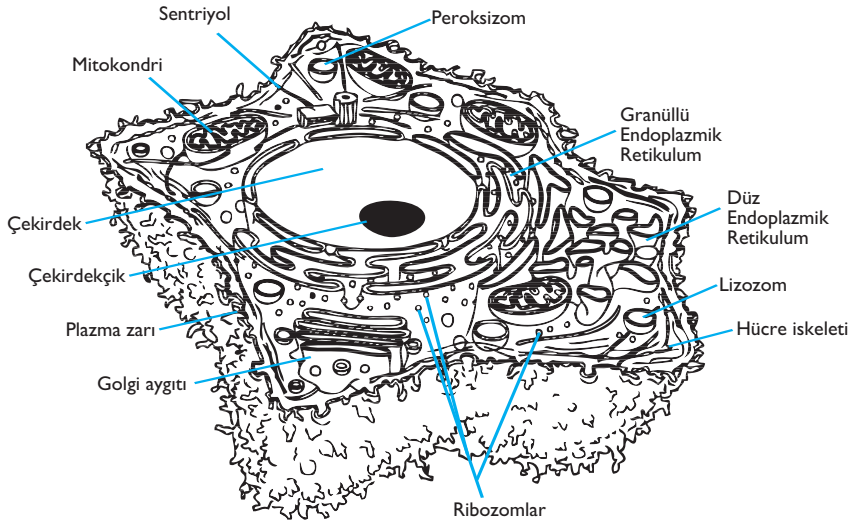
Hücrenin yapısı **organik** ve **inorganik** bileşiklerden şekillenmiştir. Organik olanlar proteinler, karbonhidratlar, yağlar, nükleik asitler, hormonlar, enzimler, vitaminler; inorganik olanlar ise su ve elektrolitlerdir. Hücre içindeki monomer ve polimerler başlıca karbon (C), hidrojen (H), azot (N), oksijen (O), kükürt (S) ve fosfor (P) elementlerinden meydana gelmiştir. Hayvan ve bitki hücrelerinin yapısında genel olarak; %75-80 su, %10-20 protein, % 2-3 lipit, %1-2 karbonhidrat ve %1 inorganik madde bulunur.

Şekil 1.1

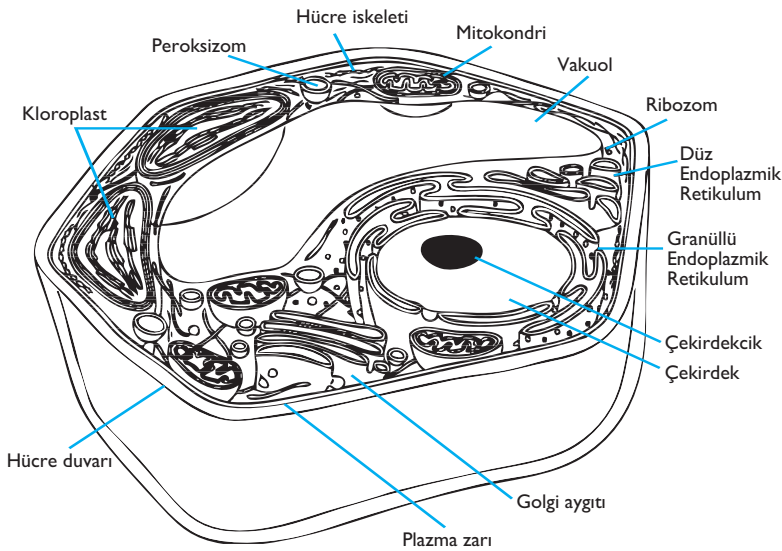
Tipik bir prokaryotik hücrenin şematik şekli.

**Şekil 1.2**

Tipik bir ökaryotik hayvan hücresinin şematik diyagramı.

HAYVAN HÜCRESİ**Şekil 1.3**

Tipik bir ökaryotik bitki hücresinin şematik şekli.

BİTKİ HÜCRESİ

Tablo 1.1

Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerin karşılaştırılması

Özellik	Prokaryot	Ökaryot
Sitoplazmik organeller	Yok	Var
Çekirdek	Yok	Var
Çekirdekçik	Yok	Var
DNA	Çıplak	Proteinlerle paketlenmiş
Hücre bölünmesi	Ayrılma/çift bölünme	Mitoz ve Mayoz
Metabolizma	Anaerobik ve aerobik	Aerobik
Kromozomlar	Tek dairesel DNA molekülü	Çok sayıda DNA molekülü
Solunum enzimleri	Plazma membranında	Mitokondride
Hücre iskeleti	Yok	Var
Hücre duvarı	Var	Ekstrasellüler matriks
Endositoz veya ekzositoz	Yok	Var
Hücre büyüklüğü (çapı)	~1 µm	10-100 µm

Hücreler genellikle renksiz olup, bazıları taşıdığı oldukları renk maddelerine göre farklı renklerde olabilirler. Alyuvarlar kırmızı, yaprak hücreleri yeşil ve yağ hücreleri ise sarı renklidir.

Ökaryot hücreler **zar (membran)**, **sitoplazma** ve **çekirdek** olmak üzere başlıca üç kısımda incelenir. **Glikokaliks** protein, glikoprotein ve bazı proteoglikanlardan oluşmuştur. Solunum ve gastrointestinal sistem epitel hücreleri üzerinde, **koruyucu bir mukus tabakası** oluşturur. Ayrıca, bağ dokusu hücrelerinde **yapıştırıcı rol** oynar.

HÜCRE ZARI

Her hücre, kendisini dış ortamdan ayıran çok ince bir zar ile kaplıdır. Buna hücre zarı (plazma zarı "*plazmalemma*") denir. Seçici geçirgen canlı bir yapıdır. Hücreyi çevreleyen birim zar ortalama olarak 75 Angström (Å) kalınlığındadır ve ancak elektron mikroskopuyla görülebilir. **Birim zar** içte ve dışta birer protein tabakası ile ortada bir lipid katından yapılmıştır. Elektron mikroskobu çalışmaları, zarların lipoproteinlerden yapılmış mozaik şeklindeki fonksiyonel birimler olarak incelenmesinin daha uygun olacağını göstermektedir. Hücre zarının yapısı hakkında birçok model ileri sürülmüştür. İlk bilimsel model olan **birim zar modeli** 1935 yılında Danielli ve Dawson tarafından ortaya atılmıştır. Bu model uzunca bir süre benimsendi ancak hücre zarının işleyişini açıklayamadı. Bugün kabul edilen **akıcı mozaik modelidir**. Hücre zarı için **en geçerli model olan akıcı mozaik zar modeli** 1972 yılında Singer ve Nicholson tarafından ortaya atılmıştır. Onlara göre, zarın yapısında %65 protein, %33 lipid ve %2 karbonhidrat bulunmaktaydı. Bu modele göre, zarın yapısında hareketli, iki sıra lipid tabakası bulunur (**Şekil 1.4**). Zarın yapısına katılan lipidler çoğunlukla fosfolipitlerdir. Çift katlı lipid tabakası zarın esas çatısını oluşturur. Bu modele göre tüm hücre zarları, dinamik ve akıcı bir yapıya sahiptir. Lipid ve protein moleküllerinin özel dizilimlerinden meydana gelmiştir. Hücre zarı hücreye şekil vermekle kalmaz, besin maddelerinin ve artık maddelerin hücreye giriş çıkışını da düzenler. Zar aynı zamanda hücrenin koruyucusudur. Hücre ve organelleri bir veya daha çok sayıda membran ile çevrilmişlerdir. Hücrenin içi ile dışını ayıran koruyucu rol üstlenen membranlar, hücre içi ile dışı arasın-

Glikokaliks (Hücre yüzeyi örtüsü): Hücre zarının dışında yer alan viskoz bir örtüdür.

Pinositoz: Sıvı veya sıvıda çözülmüş moleküllerin alınması.

Fagositoz: Katı moleküllerin alınması.

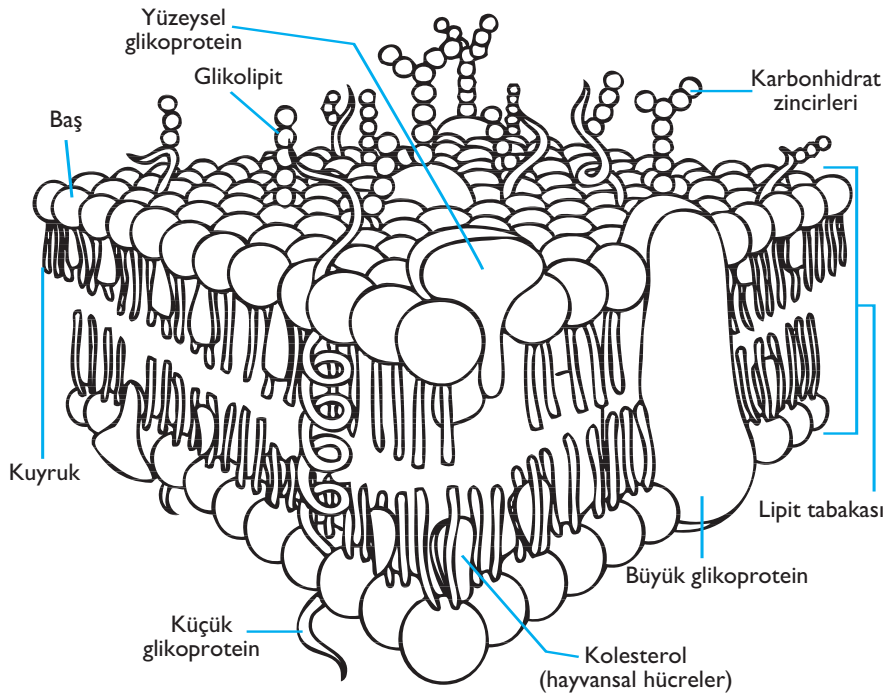
Amfipatik: Bir molekülde hem polar hem de non-polar bölgelerin bulunması.

Semipermeabl (Yarı geçirgen): Genellikle bazı temel metabolit ve iyonları geçiren, bazılarını geçirmeyen zarlara ait bir sıfat olarak kullanılır.

da ve organellerde taşıma işlevlerini üstlenirler. Ayrıca, membranlar ökaryotik hücrelerde çekirdek ve sitoplazmik organel gibi hücresel bölümlerin ayrılmasında görev yapmaktadırlar. Hücre membranı **asimetrik** bir iç ve dış yüzeyi olan tabakalar tarzındadır. İç yüzeyde **enzim bağlayıcı bölgeler** bulunurken, dış yüzde de özgün **reseptörler** yer alır. Bunlar, dokular arası fonksiyonlarda, hormon etkilerinde ve hücreler arası **tanıma** ve **haberleşme** olaylarında görevlidirler. Ayrıca membran **pinositoz** ve **fagositoz** fonksiyonuna sahiptir. Hücre membranı **amfi-patik** olup, membran bileşenleri hidrofilik ve hidrofobik grupları yapısında bulundurur. Çok lipofilik maddeler hariç, birçok maddeye karşı geçirgen değildir ve **sempimeabl** bir özellik gösterir.

Şekil 1.4

Ökaryotik hücre zarının yapısı.



Hücre Zarının İşlevleri

Hücresinin madde alış verişini sağlayan yarı geçirgen bir zar olan hücre zarı hemen hemen tüm hücresel aktivitelerde önemli rol oynar. Hücresinin iç ortamını düzenler, çeşitli maddelerin hücre içine veya dışına taşınmasını sağlar. Hücre içi zarlar, örneğin çekirdek, endoplazmik retikulum, mitokondri, lizozom ve golgi zarı ile kloroplast zarı bu organellerin işlevlerinde önemli role sahiptir. Örneğin kloroplast zarı üzerinde **fotosentez** olayı meydana gelir. Mitokondri iç zarı üzerinde ATP sentezi gerçekleştirilir. Lizozom zarı içinde hidrolitik enzimler hücreye zarar vermeden tutulur.

Hücre-hücre tanınmasında rol oynayan membranlar, enzimlerin bağlanması ve biyokatalizör olarak işlev görmelerini sağlayan bölgeler taşırlar. Ayrıca, membranlar reseptörler, hücre iskeleti ve ekstrasellüler matriks için bağlanma bölgelerine sahiptirler. Membran lipitleri bir bariyer oluşturarak su ve suda eriyen maddelerin kompartmanlar arası serbestçe hareketini önlerler. Buna rağmen membranın pro-

Difüzyon: Geçişme veya yayılma olarak bilinir, maddelerin çok yoğun ortamdan az yoğun ortama göçüdür.

tein molekülleri membranı penetre ederek spesifik maddelerin membrandan geçmesi için özel kanallar oluştururlar. İyonlar, glukoz ve üre suda eriyen, buna rağmen oksijen, karbondioksit ve alkol yağda eriyen maddelere örneklerdir. Protein kanallar selektif olarak bazı maddelerin **difüzyonuna** izin verirler.

Kalınlığı yaklaşık 75 - 120 Å arasında olan hücre zarı temel metabolit ve iyonların geçişini kontrol altında tutar. Hareketsiz veya hareketli hücreleri sınırlandırabilmesi için hücre zarının çok sağlam bir yapıya sahip olması gerekir. İşte bu sağlamlığı, zarın yapısında bulunan kolesterol molekülleri sağlar.

Özet olarak hücre zarının görevleri şunlardır;

- Sitoplazmayı çevreleyerek hücreye şekil verir ve dağılmasını engeller.
- Madde alış verişini düzenler.
- Hücrelerin birbirlerini tanımalarını sağlar.
- Ozmotik dengenin düzenlenmesinde görev alır.
- Salgı görevi vardır.
- Uyarı iletimi yapar.
- Enzimleri taşıyıcı görevi vardır.

Hücre Zarının Bileşimi

Hücre zarı bileşiminin %40-50'sini lipidler oluşturur. Bunun yaklaşık %25'i fosfolipitler, %13'ü kolesterol ve %4'ü diğer lipidlerden oluşur. Fosfolipitler ve glikolipitler, yapılarında hem **hidrofilik** ve hemde **hidrofobik** gruplar taşıdıklarından, çift tabaka oluştururlar. Fosfolipitler lateral olarak hareket ederler. Bunun için membranın akışkan olması gerekir. Kolesterol çift tabaka yapmaz ve akışkanlığın düzenlenmesinden sorumludur. Kolesterol içten çok dışta daha büyük miktarlarda yer alır. Hücre zarındaki doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonları arttıkça, akışkanlık artar. Sterol içeriğinin akışkanlık üzerine iki etkisi vardır: 1. Termal geçiş noktasının altındaki, düşük ısılarda, sterol yağ asitlerinin sıkı paketlenmesini önler ve akışkanlığı artırır. 2. Termal geçiş noktasının üstündeki ısılarda ise, halkalı yapısı yüzünden yağ asidi zincir rotasyonlarını engelleyerek akışkanlığı azaltır. Kısaca, **steroller** membranın aşırı katı ve sıvı uçlara gitmesini engelleyerek **akışkanlığı düzenlerler**.

Hidrofilik: Suyu seven

Hidrofobik: Suyu sevmeyen

SIRA SİZDE

1

Sterol nedir? Sterollerin çeşitlerini ve görevlerini sıralayınız.

Membran bileşiminin %50-60'ını proteinler oluşturur. Zarın yapısındaki proteinler, hücre iskeleti elemanlarına bağlanarak zarın altında sağlam bir yapı oluşturur. Fonksiyon için gerekli olan globuler proteinlerdir. Çeşitli reseptörler, membrana bağlı enzimler, transport proteinler veya pompalar olarak görev yaparlar. Yüzeysel veya membrana gömülü olabilirler. Yüzeysel olanlar: Aktin ve spektrin, İntegral olanlar: Rodopsin, Na⁺ -K⁺ ATPaz, glikoforin. Membran bileşiminin yalnızca %3'ünü karbonhidratlar oluşturur. Karbonhidratların reseptör fonksiyonları vardır. Bunlar, dışa doğru sarkarlar ve hücrelerin tanınma bölgelerini oluştururlar.

Hücre Zarında Taşınma

Çok sayıda ufak yüksüz moleküller lipid katmanından serbestçe geçebilirler. Yüksek moleküller, daha büyük yüksüz moleküller ve bazı ufak yüksüz moleküller ise kanal veya porlardan ya da spesifik taşıyıcı proteinlerin aracılığı ile nakledilirler.

Bir maddenin net difüzyonu şunlara bağlıdır:

- Sıcaklık
- Membrandaki konsantrasyon gradyenti
- Membrandaki elektriksel potansiyel (genelde hücre içi negatif yüke sahiptir.)
- Membrandaki hidrostatik basınç gradyenti
- Membranın maddeye ait geçirgenlik katsayısı

Taşınma 3 şekilde olabilir:

1. **Basit difüzyon:** Enerji ve taşıyıcı protein gerektirmez.
2. **Kolaylaştırıcı difüzyon:** Enerji gerektirmez, taşıyıcı protein gerektirir.
3. **Aktif transport:** Enerji ve ek olarak taşıyıcı protein gerektirir.

Basit difüzyon ve kolaylaştırılmış difüzyon, pasif transport şeklidirler. Bunlar daima, elektro kimyasal bir gradient boyunca dengeye doğrudur. Aktif transport ise, elektro kimyasal gradientine karşıdır. Hücre zarından küçük maddelerin geçişi genel olarak pasif ve aktif taşınma olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Pasif taşınmada maddeler çok yoğun olarak bulundukları ortamdan daha az yoğunlukta bulundukları ortama kendi kinetik enerjilerini kullanarak geçerler. Hücre, bu iş için hiç enerji harcamaz. Aktif taşınmada, maddeler az yoğun ortamdan çok yoğun ortama taşıyıcı proteinler vasıtasıyla geçerler. Bu geçiş veya taşınma olayında enerji kullanılır. Büyük molekül ve parçacıklar hücre zarında, **ekzositoz** ve **endositoz** yoluyla taşınır. Hücrelerin çoğu büyük molekülleri ekzositoz yoluyla dışarı atarken, endositoz yoluyla içine alır. Endositozdaki hücre zarı kaybı ekzositozla telafi edilir. Pinositoz, fagositoz ve reseptör aracılığıyla endositoz olmak üzere üç tip endositoz vardır. Hücre içine alınan maddeler, lizozomlarla yıkıma ve değişime uğratılır.

HÜCRE SİTOPLAZMASI

Hücre zarı ile çekirdek zarı arasında kalan hücre bölümünü kaplayan, homojen nitelikte, kolloidal ve devamlı değişim halinde bulunan bir eriyiktir. Sitoplazma inorganik maddeler (çeşitli iyonlar metal tuzları, asit ve bazlar), organik maddeler, (protein, yağ, karbonhidrat, nükleik asitler, hormonlar) ve sudan ibarettir. Sitoplazmanın içerisinde çeşitli canlı yapılar (organeller) ve cansız yapılar (inklüzyon cisimcikleri) bulunur. Canlı hücre maddesine "**protoplazma**" denir. Protoplazma, yapı bakımından sitoplazma ve çekirdekten oluşur. Hücre sitoplazması **organel-ler** ve **plazma** olarak iki kısımda incelenir.

Hücre plazması organeller arasını dolduran kolloid bir sıvı karışımıdır. Büyük oranını su oluşturur (%60-95). Bu oran su bitkilerinde %98, spor ve tohumlarda %10, insan hücrelerinde %65'dir. Su ile beraber enzimler, hormonlar, nükleotitler, tRNA'lar, mRNA'lar, ATP, asitler, iyonlar, mineraller, sindirilmiş (glikoz, amino asit, yağ asiti, gliserol) ve sindirilmemiş (protein, yağ, nişasta, glikojen) besin maddeleri plazmayı oluşturur.

Sitoplazmada yer alan biyokimyasal olaylar;

- **Yağ asidi ve kolesterol sentezi**
- **Glikoliz**
- **Pentoz fosfat yolu ve üronik asit yolu**
- **Glikojenoliz**
- **Glikojenez**
- **Üre sentezinin son 3 basamağı** sitoplazmada gerçekleşir.

Çok hücreli, gelişmiş yapıli canlılarda organ ve sistemlerle gerçekleştirilen yaşamsal olaylar (solunum, sindirim, dolaşım, üreme vs.) tek hücreli canlılarda ve çok hücrelilerin her bir hücresinde “organel” denilen hücre içi yapılarıyla gerçekleştirilir. O halde her hücre organeli bir organ ya da sisteme karşılık gelmektedir. Her hücrenin tek başına canlılık özelliği gösterebilmesi organellerle mümkün olmaktadır. Hücrelerin sitoplazması içinde **endoplazmik retikulum, mitokondri, lizozom, ribozom, golgi aygıtı, plastitler, kloroplast** ve **koful** gibi organeller bulunmaktadır.

Hücre membranı ile sınırlandırılmış sitoplazmada, spesifik fonksiyonlar için özelleşmiş organeller yer alır (**Tablo 1.2**).

Tablo 1.2

Hücreyi oluşturan yapı ve organellerin fonksiyonları

Hücre Yapısı (Organel veya Fraksiyon)	Temel Fonksiyon
Hücre zarı	Madde alış-verişinin sağlanması ve sitoplazmayı ortamdan ayırmak
Hücre çeperi	Koruma ve destek
Ribozom	Protein sentezi
Mitokondri	Enerji (ATP) üretim merkezi
Plastidler	Çeşitli pigmentleri taşımak, besin depo etmek
Klorofil	Fotosentez yapmak
Sentrozom	Hücre bölünmesinde görevli
Lizozom	Hücre içi sindirim yapmak
Golgi sistemi	Hücre dışına salgı yapma
Endoplazmik retikulum	Madde taşınması ve depolanması, lipid sentezi
Koful (Vakuol)	Geçici depolama birimi
Çekirdek	Hücrenin kalıtım ve yönetim merkezi
Çekirdekçik	RNA ve ribozom sentezi

Ökaryotik hayvan ya da bitki hücrelerinde sitoplazmayı çeşitli bölümlere ayıran subsellüler organeller, hücresel işlevlerin düzenli ve verimli şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadırlar.

Zar yapılarına göre organeller:

- Zarsız (ribozom, sentrozom),
- Tek kat zarlı organeller (endoplazmik retikulum, golgi cisimciği, koful, lizozom)
- Çift kat zarlı organeller (çekirdek, mitokondri, kloroplast) olarak sınıflandırılırlar.

Protein sentezinde ve yıkılımlında görevli organeller

a) Ribozomlar: Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerde translasyon sonrasında hücrenin genetik bilgilerine bağlı olarak **protein sentezinin gerçekleştirildiği** organeldir. İşlevleri birbirine benzemesine rağmen, ökaryotik ribozomlar yapı olarak prokaryotik ribozomlardan daha büyük ve daha karmaşıktır. Ökaryotik ribozomlar sitozolde tek tek (monozomlar) veya tek haberci RNA yapısına bağlı birçok ribozom (poliribozomlar ya da polizomlar) şeklinde bulunmaktadır. Monozom-

lar, salgılanacak olan veya diğer organellere gidecek proteinlerin sentez edildiği endoplazmik retikulumla bağlı olarak da yer almaktadırlar.

mRNA modellerinden protein sentezi ribozomlarda olur. Ribozomlar 2 esas nükleoprotein alt biriminden oluşmuştur. Bu 2 alt birim, birbirine eşit olmayan hacimlere sahiptir.

Ribozomal Endoplazmik retikulumda:

- Membran bütünlüğünü tamamlayan integral proteinler
- Lizozomal enzimler
- Golgi ve endoplazmik retikulum integral membran proteinleri
- Plazma proteinleri gibi hücre dışına yollanan proteinler sentezlenir.

Serbest ribozomlarda ise:

- Sitozolik proteinler
- Plazma membranlarının iç yüzündeki proteinler
- Nükleer DNA tarafından şifrelenmiş mitokondrial proteinler
- Peroksizomal proteinler sentezlenir.

b) Endoplazmik Retikulum (ER): Çekirdek zarına kadar uzanan, hücreyi ağ gibi örmüş, hücre içi kanallar sistemidir. Endoplazmik Retikulum (ER) lümeni adı verilen kapalı bir boşluğu çevreleyen ve ileri derecede kıvrımlı, tek membrandan oluşmuş bir tabakadır. Total hücre membranının %50 kadarını ER oluşturmaktadır. Lümen ise total hücre hacminin %10 kadarını kaplayabilmektedir. ER membranı dış nükleer membran ile devam etmektedir. Endoplazmik retikulumlar hücre içine ve dışına madde taşınmasında, bazı maddelerin depolanmasında görev alırlar. Ribozomlarda sentezlenen maddeleri de golgi'ye taşırlar.

Endoplazmik Retikulum'un işlevleri

- ER protein, karbonhidrat, lipit ve steroidlerin sentezinde önemli rol oynar.
- ER, sentez edilerek salgılanan proteinlerin sitozole yönlendirilmesini ve diğer organellere hedeflenen proteinlerinden ayrımı kolaylaştırır.
- N-bağlı oligosakkaritler, endoplazmik retikulumda proteinlere eklenebilmektedirler.
- ER yapısı içinde sentezlenen proteinlerin doğru tersiyer ve kuaterner yapılar oluşturmalarına yardımcı olmaktadır.

Üzerinde ribozom bulunduranlara **granüllü (pürtüklü) endoplazmik retikulum**, bulundurmayanlara **granülsüz (düz) endoplazmik retikulum** denir.

Granüllü ER, salgılanan veya başka organellere hedeflenen proteinlerin sentez bölgesidir. Granüllü ER, protein salgılayan hücrelerde yoğun olarak bulunur. Granüllü ER kendisine bağlı olan ribozomlardan dolayı pürtüklü bir yapı görünümündedir.

Düz ER, intrasellüler transport için yeni protein ve lipitleri taşıyan veziküllerin tomurcuklanarak içeriklerini salıverdikleri düz ER, değişik (transitional) ER olarak adlandırılabilir. Düz ER, lipit metabolizması açısından yoğun olan hücrelerde daha bol miktarda bulunur. Karaciğer hepatositlerindeki düz ER ilaçları ve zararlı metabolik ürünleri detoksifiye eden (zehirsizleştiren) enzimler içerir. Steroid hormonlar, genişlemiş düz endoplazmik retikulumda kolestrolen sentez edilmektedirler. Düz ER granüllü ER ile devam eden ince yapılı tübüllerden oluşmuş bir ağıdır.

c) Golgi kompleksi (Golgi sistemi): Granüllü E.R.'da sentezlenen proteinlerin taşındığı ve hücreden salgılanmadan önce granüllerde depolandığı organel. Bazı proteinlerin **posttranslasyonel modifikasyonlarında** rol alır. Örneğin ter-

minal glikozilasyonlar ile glikoproteinlerin sentezi, parsiyal proteoliz ile proinsulinin insuline çevrilmesi, fosforilasyonla kazein gibi fosfoproteinlerin sentezlenmesi, sülfatasyon ile kondroitin-sülfat oluşumu golgide yer alan olaylardır.

Birbirine paralel uzanmış kanalcık ve kesecikler şeklindedir. Salgı maddelerinin oluşturulması, paketlenmesi ve salgılanmasından sorumludurlar. Pankreas, süt bezi, hipofiz gibi salgı bezlerinde, bitkilerin nektar bezlerinde, salgı dokusunda bol bulunur. Değişerek lizozomları meydana getirirler.

Golgi kompleksi, **golgi aygıtı** veya **diktiozom** olarak adlandırılan tek-membranla-bağlı, yassı disk şeklindeki yapılardan oluşmuştur. **Golgi vezikülleri** olarak adlandırılan küçük, membranla çevrili bir dizi transport vezikülünün golgi aygıtı ile ilişkisi bulunmaktadır.

Golgi Kompleksinin İşlevleri

- Golgi kompleksi makromoleküllerin intrasellüler hareketleri açısından önemli bir yönlendiricidir.
- Golgi vezikülleri, proteinlerin golgi kompleksine alınması ve golgi kompleksinden dışarı taşınmasında görev alır.
- Golgi kompleksinde O-bağlı oligosakkaritler proteinlere eklenebilmekte ve N-bağlı oligosakkaritler ise değişikliğe uğrayabilmektedirler.
- Lizozoma hedeflenen proteinler, golgi kompleksinde, lizozoma yönlendirilmeleri için gereken etiketi alır. Bu etiket sinyal, N-bağlı oligosakkaritlerin mannoz şekerine fosfat grubu eklemesi ile oluşur.

d) Lizozomlar: Golgi cisimciklerinin ürünüdürler. **Hücre içi sindirim enzimlerini taşıyan tek zarla çevrili, sitoplazma'dan daha asidik (pH<5) keseciklerdir.** Hücreye fagositoz ve pinositozla alınmış ya da hücre içerisinde oluşturulmuş her türlü büyük moleküller lizozomlar tarafından hidroliz edilir. Hücre yaşlanınca lizozomlar patlar ve hücre kendi kendini sindirir. Buna otoliz denir. Kurbağa larvalarında kuyruğun kaybolması, ölmüş cesetlerin daha çabuk çürümesi bu intihar kesecikleriyle mümkün olmaktadır. Çok sayıda küçük granüller içinde **hidrolitik enzimler içerirler ve protein, karbonhidrat, lipit, nükleik asit ve mukopolisakkaritlerin sindirim yeridirler.**

Lizozomların işlevi

- Lizozomlar **makromoleküllerin intrasellüler sindirimini kontrol ederler.** Lizozomlarda bulunan tüm asit hidrolazlar, asidik pH ortamında tutulurlar ve sitozolün nötral pH değerinde inaktiftirler. Bu durum, lizozomal membranın kaza sonucu parçalanması olasılığına karşı hücrenin güvenliğini sağlayan bir mekanizmadır.
- **Savunma fonksiyonları** da vardır. Pinositoz veya fagositoz ile alınan yabancı madde ve bakteriler lizozomlar tarafından sindirilirler.

Enerji Metabolizmasında Görevli Organeller

a) Mitokondri: Çift katlı zarla çevrili büyük organellerdir. Oksijenli solunumun gerçekleştiği yerdir. Hücrenin **enerji santralleri** olarak ATP'yi sentez ve depo ederler. **Mitokondri kendi kendine replike olabilir.** ATP ihtiyacı fazlaysa bu gözlenebilir. Hücredeki enerji gerektiren reaksiyonların büyük çoğunluğu ATP'yi mitokondriden sağlar. Mitokondride sentezi yapılan ATP, dışarıya taşınır ve hücrenin neresinde gerekli ise oraya gönderilir.

İç membran ve matrikste, ATP oluşumuyla ilgili enzimler bulunur. Dış membranda ise, ATP ile direkt ilişkisi olmayan enzimler bulunur.

İç mitokondri membranında yer alan biyokimyasal olaylar:

- Elektron transport zinciri (ETZ, solunum zinciri)
- Yağ asidi zincir uzatılması
- Karnitin açıl transferazlar
- Sitrik Asit Siklusu (SAS) enzimi olarak süksinat dehidrogenaz

Dış mitokondri membranında yer alan biyokimyasal olaylar:

- Mono amino oksidazlarla katekolamin inaktivasyonu
- Yağ asitlerinde zincir uzaması

Matrikste yer alan biyokimyasal olaylar:

- Yağ asitlerinin oksidasyonu
- Glutamatın deaminasyonu (glutamat dehidrogenaz) ve transaminasyon
- Üre siklusunun ilk iki basamağı (karbomoi fosfat sentataz ve ornitin transkarbomoiilaz)
- Piruvatın oksidatif dekarboksilasyonu (piruvattan, asetil CoA oluşumu)
- Sitrik Asit Siklusu (SAS) enzimleri (süksinat dehidrogenaz dışında)

Mitokondri iç zarı; su, oksijen ve CO₂ için geçirgendir. Mitokondri dış zarında protein/lipid oranı 1,1'dir. İç zar ve matrikste protein/lipid oranı; 3,2'dir ve daha fazladır. Özellikle ETZ enzimleri ile **iç zar proteinden en zengin hücre membranıdır**. Mitokondride iç zar kıvrımlar yaparak **krista**'ları oluşturmuştur. Matriks adı verilen büyük internal bölüme doğru uzanan ve birçok **kristadan** oluşan internal membranın ileri derecede kıvrımlı bir yapısı vardır. Mitokondri DNAsı (**mtDNA**) ve ribozomlar, matrikste yer alırlar. MtDNA'sının genetik kodu kromozomal DNA'nıkinden farklıdır. Mitokondri RNA'sının büyük kısmı MtDNA yapısından oluşmakta, fakat mitokondri proteinlerinin çoğu sitozolde translasyona uğradıktan sonra mitokondriye aktarılan nükleer kromozomal DNA ile kodlanmaktadır.

Krista: Yüzey alanını genişletmek için mitokondrinin iç membranında oluşan kıvrımlara krista adı verilir.

Mitokondrinin İşlevleri

- Enerjiyi hücrenin kullanabileceği şekle dönüştürdüğü için mitokondri, hücrenin **enerji santrali** olarak bilinir.
- Sitrik asit döngüsünden ve yağ asitlerinin β -oksidasyonundan sağlanan elektronların aktarıldıkları alıcıları içeren **elektron transport zinciri**, iç mitokondri membranında yer almaktadır.
- Mitokondri matriksinde ise sitrik asit döngüsü tepkimeleri gerçekleştirilmektedir.
- Mitokondri, nükleer kopyalamadan ve hücre bölünmesinden bağımsız olarak replike olur. Döllenen hücrenin mitokondrilerinin tümü, yumurtanın sitoplazması'ndan kaynak alır.

Mitokondrinin önemini ve görevlerini vurgulayınız.



SIRA SİZDE

b) Plastidler: Yalnız bitkisel hücrelerde bulunan renk maddeleridir. Hücre genç iken renksizdirler. Hücre zarı çift katlıdır. Zamanla gelişen hücreye göre kendi renklerini alırlar. **Plastidler, kloroplast, kromoplast ve lökoplast** olarak üç çeşittir.

Kloroplast: Fotosentezin gerçekleştiği sitoplazmik organelidir. Çift katmanlı zarla çevrili olan kloroplastlar yeşil renklidirler. Klorofil demetleri (Granum) ve

Fotosentez: Kloroplastlarda güneş enerjisinin kimyasal enerjiye çevrilmesidir.

bunlar arasını dolduran sıvıdan (stroma) oluşurlar. Yaprak ve genç gövde hücrelerinde bulunurlar. Bazı bakteriler ve mavi yeşil alg'lerde kloroplast bulunmayıp, klorofil molekülleri, sitoplazma sıvısına dağılmıştır. Mantarlarda klorofil yoktur. Kloroplast **fotosentezle** organik besinlerin ve serbest oksijenin üretildiği yerlerdir. Bu sayede güneşin ışık enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülmüş olur. Bütün canlı organizmalar enerjilerini fotosentezle üretilen organik besinlerden sağlarlar. Buna göre kloroplastlar: Işığın kullanıldığı, H_2O ve CO_2 'nin tutulup kullanıldığı, oksijenin oluşturulduğu, glikoz ve nişastanın sentezlendiği yerlerdir. Bunlardan ışığın kullanılması ve suyun parçalanması klorofilden başka hiçbir yerde gerçekleşmez. Kloroplast'ların da mitokondri gibi kendine ait DNA, RNA ve ribozomları vardır. İç katman fotosentez pigmentleri enzimleriyle klorofil içeren yassı keseciklere dönüşmüştür. DNA içeren kloroplastlar, bağımsız işlev gören ve kendi kendine çoğalan bir yapıdır.

Kloroplastın işlevleri

- Bitkiye yeşil rengi verir.
- Işık enerjisinin emilimi, CO_2 alınımı, CO_2 'den karbonhidrat oluşumu ve O_2 oluşumu kloroplastta gerçekleşir.
- Işıktan faydalanarak Adenozin trifosfat'ın fosfat bağlarındaki enerjiyi, hücrede kullanılabilecek enerjiye çevirir. Adenozin trifosfat'ı kullanarak karbonun hücre için gerekli organik maddelere dönüştürülmesini sağlar.

Kromoplastlar: Yeşilin dışındaki renkleri oluşturan pigment maddelerini taşıyan taneciklerdir. Sarı, kırmızı ve turuncu renk pigmentlerini taşırlar. Böylece bitki ve meyvelere renk verirler, vitamin üretilir depolarlar. Karoten (turuncu) kasantofil (sarı) ve likopin (kırmızı) başlıcalarıdır. Bitkilerdeki diğer birçok renk, koful öz suyunun asitlik veya bazlık durumuna göre renk değiştirebilen, "antokyan" maddesi tarafından oluşturulur.

Lökoplast: Renksiz plastidlerdir. Işık aldığında yeşil renkli kloroplastlara dönüşebilirler. Nişasta, yağ ve protein depo ederler. Bu nedenle, bitkinin tohumlarında, kök ve toprak altı gövdesi gibi depo organlarında bulunur. Bütün plastidler ışık ve sıcaklık etkisiyle birbirlerine dönüşebilirler. Buna tohumların ve patates yumrusunun yeşermesi, domatesin kızarması, sonbaharda yaprakların sararması örnek verilebilir.

SIRA SİZDE



Fotosentezin canlılar için önemi nedir? Tartışınız.

SIRA SİZDE



Bitki hücrelerine renk veren organeller nelerdir?

Sitoplazmadaki Diğer Organeller

Koful (Vakuol): Bitki hücrelerinde ve tek hücrelilerde daha çok ya da daha büyük olarak bulunurlar. Hücrede oluşan artık maddelerin ve fazla sıvıların depolandığı keseciklerdir. Bitkilerde hücre yaşlandıkça koful büyür. Çünkü tuzlu artıklar kofullarda biriktirilir. Kofullar plazmolizde (su kaybetme) küçülür. Deplazmoliz ve turgor'da (su alma) büyür. Bitkilerde salgılanan birçok koku maddesi koful öz suyundan dışarı atılır. Kofullar fagositoz ve pinositozdan, E.R.'den, golgiden ve çekirdek zarından oluşabilirler.

Sentrozom: Hücrede bölünmede görevlidir. Sadece hayvansal hücrelerde ve bazı basit yapılı alg ve mantar hücrelerinde bulunur. Bitki hücresinde sentrozom bulunmaz. Silindir şeklindeki iki sentriolden oluşur. Hücre bölünmesi sırasında eş-

lenerek hücrenin kutuplarına çekilir ve iğ ipliklerini oluştururlar. Bu sayede kromozom takımlarının ayrılması sağlanır. Her sentriol 9 adet protein yapıdaki tüp demetinden meydana gelmiştir. Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığı takdirde iğ iplikleri stoplazmadaki proteinlerden doğrudan oluşturulur.

Peroksizomlar (Mikrocisimler)

Bütün ökaryotik hücrelerde bulunan tek membran (zar) ile çevrili organeller olan peroksizomlar (Mikrocisimler adı da verilir), morfolojik olarak lizozomlara benzemektedirler. Organik moleküller parçalanırken yapılarındaki H atomlarının oksijene taşınması sırasında yan ürün olarak hidrojen peroksiti parçalayan enzimleri içerdiğinden peroksizom adı verilmiştir. Peroksizomlar, moleküler oksijeni kullanarak oksidatif tepkimeleri yürüten özelleşmiş organellerdir. Lizozomlardaki gibi peroksizomlarda çeşitli tepkimeleri gerçekleştiren enzimler bulunur. Peroksizom matriksinde en çok katalaz enzimi bulunur. Katalaz hidrojen peroksiti su ve oksijene dönüştüren bir enzimdir ($2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$). Bu tepkime ile peroksizomlar, hidrojen peroksinin zararlı etkisinden hücreyi korur. Mitokondri ve kloroplastlarda olduğu gibi serbest ribozomlarda sentez edilen proteinler peroksizomlara taşındıktan sonra polipeptid zincirleri tamamlanmaktadır. Kendi genomları bulunmayan peroksizomlar bölünerek çoğalmaktadırlar. İnsan hücrelerinin çoğunda 500 civarında peroksizom bulunmaktadır.

Peroksizomlarda, lipit metabolizmasında yer alan bazı enzimler bulunur. Uzun zincirli (18 karbon ve daha fazla) yağ asitlerinin beta oksidasyonu peroksizomlardaki enzimler tarafından tamamlanır. Peroksizomlar kendi kendine çoğalan organellerdir.

Farklı metabolik olaylarda görevli yaklaşık 50 farklı enzimin bulunduğu peroksizomlarda hidrojen peroksit (H_2O_2) metabolizması, eter-fosfolipitlerin biyosentezi ve amino asit ile pürin metabolizması gerçekleşmektedir. Oksidasyon tepkimelerinin gerçekleştirildiği organeller olarak bilinen peroksizomlarda, hücre için son derece zararlı bir ürün olan H_2O_2 oluşmaktadır. H_2O_2 detoksifikasyonunun gerçekleştiği peroksizomlarda bulunan katalaz, H_2O_2 molekülünü su ve oksijene çevirmektedir. Ürik asit, amino asitler, pürinler, metanol ve yağ asitleri gibi bir grup bileşik, peroksizomlarda oksidatif tepkimelerle parçalanmaktadır. Peroksizomlarda AMP ve GMP gibi pürinler, ürik asite yıkılmaktadır. Ürat oksidaz ve D-amino asit oksidaz gibi diğer oksidatif enzimler peroksizomlarda bulunmaktadır.

Metabolik enerjinin önemli kaynaklarından biri olan yağ asitlerinin oksidasyonu, hayvanlarda mitokondri ve peroksizomda gerçekleşir. Bitki ve mayalarda ise bu oksidasyon tepkimeleri sadece peroksizomlarda meydana gelir. İnsanlarda peroksizomlar, uzun zincirli yağ asitlerinin (uzun, çok uzun ve dallı zincirli yağ asitleri) beta-oksidasyonundan sorumludur. Uzun zincirli yağ asitlerinin yıkılımında görevli enzimlerin yetersizliği veya eksikliğinde, bu yağ asitleri peroksizomlarda birikmekte ve beyinde sinir liflerini saran miyelin kılıf yapısının bozulmasına yol açmaktadır.

Zar yapılarına göre organelleri sınıflandırınız?



ÇEKİRDEK (NÜKLEUS)

Çekirdek ökaryotik hücrelerin bütün hayatsal olaylarını yöneten merkez ve genetik maddenin koruyucusudur. DNA gibi genetik materyalin (genlerin) çoğunu (bir kısım genler de mitokondri ve kloroplastlarda mevcuttur) içinde bulunduran ya da

depo eden yapıdır. Genler hücre proteinlerinin özelliklerini belirler ve hücre reproduksiyonunu kontrol ederler. Çekirdek hücrenin metabolizma işlevini denetler. Hücrenin büyümesi, çoğalması ve etkinliğini devam ettirmesinde önemli bir role sahiptir. Genellikle, hücrenin merkezinde veya merkeze yakın bölgesinde bulunur. Genel olarak, bulunduğu hücrenin yapısına uyum gösterecek şekilde oval veya küremsi bir yapıya sahiptir. Ancak, çok aktif bazı hücrelerde düzensiz yapıda ve derin kıvrıntılı; bazı hücrelerde (eozinofil, nötrofil ve bazofil lökositlerde) ise loblu olabilir. Her hücre bir adet çekirdek bulundurmasına rağmen, hepatositlerde bazen ikişer, osteoklastlarda ise çok sayıda çekirdek bulunabilir.

Çekirdek, bakteri, mavi-yeşil alg ve memelilerin alyuvarları hariç bütün canlı hücrelerde bulunur. Çekirdeği olmayan canlılarda çekirdek maddesi (DNA'lar) sitoplazmaya dağılmış olarak bulunur.

Çekirdeğin Yapısı ve Özellikleri

Çekirdek iki ayrı zarla (çift membranla) kaplıdır ve dış membran endoplazmik retikulum (ER) membranı olarak devam eder. İki zarla lipid çift tabaka halinde bulunur. Ayrıca, bu 2 nükleer membran arası boşluk da ER kompartmanı ile bağlantılıdır. Üzerindeki porlar hücre zarındakilerden daha geniştir. Çünkü mRNA ve tRNA'ların geçmesini sağlamalıdır. Bazen çekirdek zarının dış kısmında ribozomlar bulunur. Ayrıca çekirdek zarı kromozomların sitoplazmaya dağılmasını önler. Hücre bölünürken eriyerek kaybolur.

Çekirdek plazması (karyoplazma) ise su, nükleotitler, RNA, ATP ve enzimlerden meydana gelmiştir. Kromatin iplikler, çekirdeğin en önemli kısımlarıdır. Bunlar hücre bölünmesi anında kısalıp, kalınlaşarak belirginleşir ve kromozom adını alırlar. Kromozomların görevleri, hücrenin yönetimi ve kalıtımını sağlamaktır. Her canlı türünde belli sayıda olup, zamanla değişmez. Bazı türlerin kromozom sayıları aynı olabilir. Bu çok önemli değildir. Önemli olan kromozomlar üzerindeki şifrelerin benzer olmasıdır. İnsanda 46, kurtbağı bitkisinde 46 ve moli balığında 46 kromozom vardır. Ancak görüldüğü gibi üçüde birbirinden çok farklı canlılardır.

Bölünme sırasında ışık mikroskopuyla görülen ve incelenen kromozomlar eşlenmiş halde bulunurlar. DNA ve proteinden oluşurlar, DNA'ların stoplazma sıvısı içinde mutasyondan koruyan bu protein yapıdır. Eşlenmiş iki kardeş kromozomu bir arada tutan bağlantı noktasına Sentromer denir. İğ iplikleri de bu kısımlara bağlanır. Sentromerin bulunduğu bölgeye göre kromozomlar farklı görünüm kazanırlar. 2n kromozomlu (diploid) hücrelerde kromozomlar çift çift bulunur (cinsiyet kromozomları hariç). Şekil ve görev bakımından birbirine benzeyen bu kromozom çiftlerine homolog kromozomlar denir.

Çekirdek içeriğini sitoplazmadan ayıran çekirdek membranı, çekirdeğin şeklini belirlemektedir. Çift membrandan oluşan çekirdek membranı, sitoplazma ile moleküllerin değişimini önleyen bir engel olarak görev yapmaktadır. İç ve dış membran olmak üzere iki membrandan oluşan çekirdek membranının altında, nükleer lamina bulunur. Endoplazmik retikulumun devamı olan dış membran, membranlararası boşluğu doğrudan endoplazmik retikulum lümenine bağlamaktadır. Endoplazmik retikulum membranına benzer şekilde işlevi olan dış membranın sitoplazmik bölümünde ribozomlar bulunmaktadır. İç membranda bulunan çekirdek spesifik proteinler, membranı nükleer lamina matriksine bağlamaktadırlar. Diğer hücresel membranlarda olduğu gibi fosfolipid tabakadan oluşan çekirdek membranı küçük, nonpolar moleküllerin geçişine izin vermektedir. Çekirdek membranında yer alan nükleer geçit kompleksi sitoplazma ile çekirdek arasındaki molekül değişimin ya-

pıldığı tek kanaldır. Ökaryotik hücrelerde sitoplazma ile çekirdek arasındaki trafiği düzenleyen bu kompleks, önemli bir fizyolojik görevi yerine getirmektedir. 120 nm çapında olan bu kanaldan küçük polar moleküller, iyonlar ve makromoleküller (protein ve RNA) geçebilmektedir. Çekirdekte sentezlenen RNA molekülleri protein sentezinde kullanılacakları sitoplazmaya bu kanallar yardımı ile aktarılmaktadır. RNA molekülleri çekirdek membranını riboglikoprotein kompleksi şeklinde geçmektedirler. Benzer şekilde nükleer işlevler için gerekli olan transkripsiyon faktörleri gibi proteinler, bu kanallar aracılığı ile çekirdeğe alınmaktadırlar.

Kromatin, RNA molekülleri ve diğer nükleer proteinlerin sulu çözelti içerisinde bulunduğu çekirdeğin, genetik materyalin düzenlendiği, nükleer işlevlere özel bölgelerin yer aldığı bir içyapısı bulunmaktadır. Çekirdekte DNA sarmalları ile histon adı verilen proteinlerden oluşan kromatin ile ribozom sentezinde görevli çekirdekçik bulunmaktadır.

ÇEKİRDEKCİK (NÜKLEOLUS)

Çoğu hücre çekirdeği bir veya daha fazla sayıda çekirdekçik (Nükleolus) içerir. Işık mikroskopuyla incelendiğinde çekirdekte gözlenen en belirgin yapı, çekirdekçiktir. Çekirdekçığın görevi, ribozomların oluşmasında görev alacak olan rRNA'ların sentezlenmesidir. Çekirdekçik, kromatin ipliğinin yoğunlaşmış şeklidir. Protein ve RNA yönünden de zengindir. Hücre bölünmesi esnasında kaybolur, sonra yeniden oluşturulur. Çekirdekçikte membran bulunmaz. RNA'lara özgü genlerin yüzlerce kopyası nükleolusta bulunabilir. Görevi ribozomların granüler subünitelerini oluşturmaktır. Protein sentezi sırasında çekirdekçik genişler, membran porlarından sitoplazmaya taşınır ve olgun ribozomların oluşumunda rol oynar. Olgun ribozomlar da hücresel proteinlerin sentezinde rol oynarlar.

Çekirdek ve çekirdekçığın en önemli görevleri nelerdir?



HÜCRE ÇEPERİ (HÜCRE DUVARI)

Sadece bitki, bakteri, mantar ve alg gibi canlılarda bulunur. Bir hücre organeli olmayıp hücreyi dıştan saran koruyucu bir yapıdır. Genellikle bir karbonhidrat olan selülozdan meydana gelmiştir. Bitki türüne göre çeper üzerinde kitin, lignin, kalsiyum ve silisyum gibi farklı maddeler birikir. Hücre çeperi cansız ve serttir. Üzerindeki delikler hücre zarındaki porlardan daha büyük olduğu için tam bir geçirgendir.

EKSTRASELLÜLER MATRİKS

Yapısal Özellikleri

Ekstrasellüler matriks (ECM), memeli **dokuları içindeki hücrelerin arasında bulunan ve onları destekleyen bir kompleks yapıdır**. ECM, sıklıkla **bağ doku** olarak adlandırılır. **Bağ doku; deri, tendonlar, kıkırdak ve kemikte yaygın olarak bulunur**. Epitel dokuda hücreler birbirlerine bitişik ve sıkı bir şekilde tabakalar yaparlar. Bu durumda ECM, hücre tabakasının altında ince bir destek tabakası oluşturur (bazal lamina). Hücre duvarı ile çevrili olmayan hayvan hücreleri, çok hücreli canlılarda salgılanan çeşitli protein ve polisakkaridlerin oluşturduğu ECM içine yerleşmişlerdir. Hücreler arasındaki boşlukları dolduran ECM, hücreleri birbirine bağlamaktadır. Epitel hücreleri saran ve bazal membran olarak adlandırılan ince tabaka şeklindeki ECM, birçok hücreyi (kas ve adipoz doku hücreleri ile periferik sinirler) çevrelemektedir. Bağ dokusunun temel yapısını oluşturan ve işlev-

lerine katkıda bulunan ECM, gevşek bağ dokusunda, tendonlarda, kemiklerde ve kartilajda yaygın olarak yer almaktadır.

Ekstrasellüler Matriks'in İşlevleri;

- Su tutar, yumuşak doku gerginliğini ayarlar.
- Mineral tutar, iskelet dokusunun sağlamlık ve sertliğini sağlar.
- Hücrelerin yapışma, göç ve proliferasyonunu düzenler.
- Büyüme faktörlerini bulundurur.

Ekstrasellüler Matriks Proteinleri

ECM, temelde substantia fundamentalis içinde yüzen çözünmez protein liflerinden oluşmuştur. ECM'te bulunan başlıca lifsel proteinler, kollajen ve elastindir. Damarlar gibi esneklik özellikleri olan bazı dokular, kollajen benzeri fibröz bir protein olan elastin taşımaktadırlar. Ağırlıklarının yaklaşık % 90 kadarını oligosakkaritlerin oluşturduğu proteoglikanlar ile yapıştırıcı (adhesif) glikoproteinler, ekstrasellüler matriksin en önemli bileşenleridir. Kollajen ve proteoglikanlara göre daha az miktarda bulunan fibronektin adlı protein, hücresel adhezyonda ve ECM'in diğer bileşenlerinin birbirine bağlanmasında önemli bir rolü vardır.

Kollajen

Kollajen, tendonlarda, kıkırdakta, kemiklerin organik matriksinde ve gözün korneasında önemli miktarlarda bulunan basit, fibriler skleroproteindir. Kollajen, hayvansal dokularda çok yaygındır; memeli hayvanların vücut ağırlığının %6'sını, tüm vücut proteinlerinin %30'unu meydana getirir. Kollajen dokunun şeklinin korunmasını ve dokunun deformasyonuna karşı direnç göstermesini sağlamaktadır. Kollajen birbirine paralel fibril demetleri şeklinde tendon ve deride, ortogonal tabakalar halinde ışığın geçmesini sağlayacak şekilde korneada, kan damarlarında sarmal yapıda, düzensiz olarak akciğerlerde ve iyileşen yaralarda, kemik ve dişlerde $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ depolanması için matriks oluşturacak şekilde yer almaktadır. Kartilajda gevşek ağ görünümünde olan kollajen fiberleri, dokuya esneklik kazandırmaktadır.

Elastin

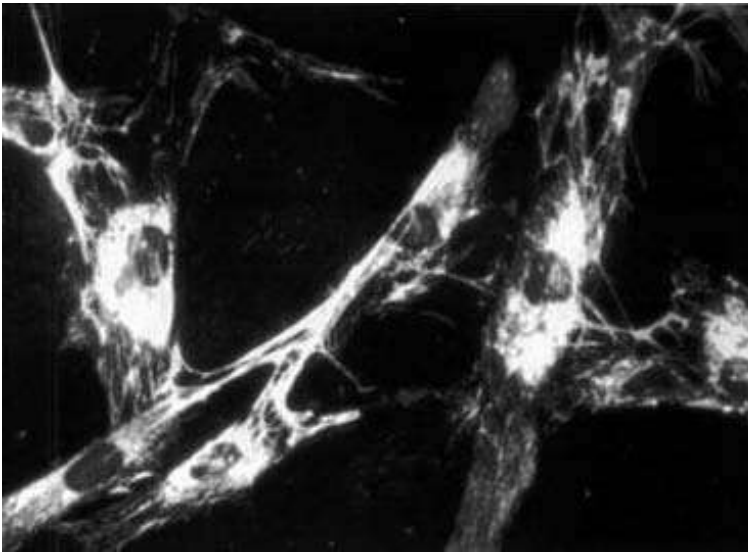
ECM'in bir diğer önemli proteini olan **elastin**, esnek fiberlerin temel bileşenidir. Elastin, elastik bağ dokunun en önemli fibriler skleroproteindir. Elastin, birçok yönlere kollajene benzer. Dokuya esneklik kazandıran elastin, kollajenin biyomekanik tamamlayıcısıdır. Elastin biyosentezi için önce ribozomlarda **proelastin** sentezlenir. Proteolitik bir işlemle proelastinin N-terminalinden tropoelastin ayrılır. **Tropoelastin**, elastin fibrillerinin polipeptit alt ünitesidir, yaklaşık 800 amino asit kalıntısı içerir, glisin ve alanin kalıntıları bakımından zengindir; ancak tropokollajenden farklı olarak çok miktarda lizin az miktarda prolin içerir. Tropoelastin, lizin ve alanin kalıntıları içeren kısa bölgeler vasıtasıyla ayrılmış glisin kalıntılarından zengin heliks parçalarından oluşmuştur. Heliks kısmı, kollajen heliksinden farklıdır; germe kuvveti uygulandığında uzar, germe kuvveti kaldırıldığında orijinal boyuna döner. Esnek dokular ve geniş kan damarlarında bulunan bağ dokusunda, esneme ve tekrar eski durumlarına geri dönme özelliğine sahip esnek fiberler yer almaktadır. Akciğerlerin solunum sırasında genişlemesi ve tekrar eski durumlarına dönmelerinde bu fiberler büyük önem taşımaktadır. Ligamentlerde, büyük arter çeperlerinde ve ses tellerinde önemli miktarda, deri, tendon ve gevşek bağ dokusunda (akciğer parankimi ve bronşlar) az miktarda bulunmaktadır.

Fibronektin

Bir glikoprotein olan fibronektin bağ dokusunun ECM'inde yer alır. ECM'in temel yapıştırıcı (adhesif) glikoproteinlerinden birisidir. Molekül ağırlığı 440 kDa olan fibronektin'in disülfid bağlarıyla bağlı iki polipeptit zinciri mevcuttur. Hücre yüzeyindeki fibronektin, **hücre-hücre ve hücre-substrat adezyonu, hücre morfolojisi, hücre göçü ve hücre motilitesi** gibi birçok olayda etkindir. Bazı hücrelerin büyüme faktörlerine duyarlılığını artırır. Ayrıca, embriyonik ve tümör hücrelerinin proliferasyonunu ve göçünü başlatan **fibronektin hücrenin şeklini, farklılaşmasını, hareketini ve hücre iskeleti organizasyonunu kontrol etmektedir**. **Yara iyileşmesi, homeostaz, metastaz ve doku ile organ gelişiminin kontrolünde** rol oynayan fibronektin, fibrinojen ve kollajenin makrofajlara bağlanması ve fibrin pıhtılarının retraksiyonunun düzenleyicisidir. Fibronektinin yapısındaki yedi farklı fonksiyonel bölgeye heparin, fibrin, kollajen, DNA ile hücreler bağlanmaktadır. Fibronektinin çözünmeyen formu hücrelerde, çözünebilen formu da plazmada bulunur. Bağ dokunun fibroblast hücreleri yüksek oranda hücresel fibronektin sentezi yaparlar (**Şekil 1.5**). Fibronektin, kollajen salgılayan hücrelerden salgılanır ve çökmekte olan prokollajen liflerine bağlanarak perisellüler matrikste fibril oluşumunun kinetiğini değiştirir. Esasen ECM'te ve hücre yüzeyinde kollajen ve proteoglikanlar gibi birçok protein, fibronektine bağlı olarak bulunur. Fibronektine bağlanma '**RGD**' yapısı (*arginin, glisin, aspartik asit amino asitleri*) üzerinden olur.

Fibronektin'in Fonksiyonları:

- Hücre yapışması
- Hücre morfolojisi ve yayılması
- Hücre içi iskeletin (mikrofilament) organizasyonu
- Hücre göçü (Embryogenesis ve yaranın iyileşmesi)
- Hemostasis/Trombosis (pıhtı oluşmasında)
- Onkogenik transformasyon (azalan yapışma)
- Embriyonun farklılaşması
- Fagositoz



Şekil 1.5

Fibroblast hücrelerinde fibronektin sentezi (Uysal ve Hemming'den).

Laminin

Bazal membranda yer alan ve bir glikoprotein olan laminin, A, B₁ ve B₂ olmak üzere üç polipeptit zincirinden oluşur. Lamininin molekül ağırlığı 820 kDa kadardır. Laminin, hücre yüzey reseptörlerine ve diğer matriks proteinlerine bağlanarak ECM oluşumuna katkıda bulunur. **Hücre adezyonu, diferansiyasyon ve motilitede önemlidir.** Embriyonik gelişme sırasında ilk ortaya çıkan proteindir. Karaciğer rejenerasyonu sırasında çok artması doku organizasyonunda rol oynadığını düşündürmektedir. ECM proteinleri olarak laminin epitel, fibronektin ise mezanşimal hücrelerin yapışmasını artırır.

Trombospondin

İlk olarak trombositlerden elde edilen ve 420 kDa ağırlığında bir glikoprotein olan trombospondin, fibroblastlarda ve endotel hücrelerde sentezlenmektedir. Fibronektin, laminin, fibrinojen, heparin ve tip IV kollajene bağlanmaktadır. Disülfid bağları ile birbirine bağlanmış üç benzer alt birimden oluşan trombospondin, düz kas hücrelerinin proliferasyonunu desteklemektedir.

Fibrillin

Bir glikoprotein olan fibrillin 350 kDa ağırlığında, elastinin biyosentezi ve depolanmasında çözünmeyen mikrofibrillerin dış kısımlarında yer alarak elastin için bir çerçeve oluşturmaktadır. Aortada, lenste, zonulen liflerde, periootta yer alan fibrillin, esnek liflerle ilişkili bir proteindir.

İntegrinler

İntegrinler, hücre yüzey reseptörlerinin büyük bir ailesidirler. Hücrelerin ECM'e bağlanmasından sorumlu hücre yüzeyi reseptörleri arasında integrinlerin önemli bir yeri vardır. İntegrinler, **ECM'den gelen uyarıların hücre içine iletiminden** sorumludurlar. Transmembran proteinleri olan integrinler, alfa ve beta olmak üzere iki alt birimden oluşmuşlardır. En az 20 farklı integrin türü tanımlanmıştır. İntegrinler, kollagen, fibronektin ve laminin'in yapısındaki 'RGD' amino asit (*arginin, glisin, aspartik asit*)'leri üzerinden kollajen, fibronektin ve laminine bağlanırlar. İntegrinler, **trombosit agregasyonu, yara iyileşmesi ve gelişimi** için önemlidirler.

Proteoglikanlar

ECM'in önemli bir bileşenidirler. Glikoproteinler ağırlık olarak % 1-2, proteoglikanlarda ise % 95 ve daha fazla oranda karbonhidrat içermektedirler. Daha önce-leri mukopolisakkaritler olarak adlandırılan proteoglikanlar çok sayıda glikozaminoglikan (GAG) zincir içeren proteinlerdir. Proteoglikanlar, eklemlerin sinovyal ve gözün vitröz sıvısında ve de kemik ile kıkırdakta yer alırlar. Ekstrasellüler proteoglikanlar ile kollajen ve elastin gibi fibröz proteinler, çapraz bağlarla ağ yapıda örülürler. Böylece ECM'te dayanıklılık ve elastikiyet sağlanır.

Özet



Hücrenin genel yapı ve işlevlerini tanımlamak.

Hücreler yaşam faaliyetlerini sürdürebilmek için şeker, yağ asidi, amino asit ve nükleotitlere gereksinim duyar. Bu molekülleri yıkıp kullanır, sırası geldiğinde yeniden yaparlar. Şekerler, hücrelerin esas olarak kimyasal enerji kaynaklarıdır. Yağ asitleri de aynı amaç için kullanılır. Ayrıca, hücre zarı ve organel zarı yapısının büyük bir kısmını oluşturarak, moleküllerin hücre ve organelle giriş çıkış ortamını sağlar. Amino asitler, birbirlerine peptit bağlarıyla bağlanarak hücre içinde ve dışında çok önemli işlevleri olan proteinlerini oluşturur. Nükleotitler, kalıtsal bilgi materyali olan DNA ve RNA'nın alt birimleridir. Nükleotitlerin bir başka görevi de ATP'de olduğu gibi kimyasal enerji taşımalarıdır. Hücre zarında fosfolipit, kolesterol ve glikolipitler olmak üzere üç tip lipit bulunur. Lipitlerden, yağda eriyebilen maddeler, oksijen, karbondioksit, steroid hormonlar ve su geçebilir. Ancak, her maddenin geçişine izin verilmez. Biyolojik zarların esas yapısını lipit çift tabaka oluştururken, zarın özel işlevlerinin çok büyük bir kısmı zarda bulunan protein molekülleriyle yürütülür.

Hücre organellerinden çekirdek, mitokondri ve bitki hücrelerinde bulunan kloroplastlar çift zarla kaplıdır. Memelilerde tüm hücrelerin (alyuvarlar ve trombositler hariç) merkezinde veya merkezine yakın bölgesinde bulunan çekirdek, kalıtım materyalini (DNA) taşıyan bir organeldir. Çekirdekte RNA bakımından çok zengin olan çekirdekçik bulunur. Genom, bir hücrenin tüm DNA'sıdır. Kromozomların rRNA genlerini taşıyan DNA halkalarının bulunduğu yere çekirdekçik denir. Çekirdekçiğin görevi, ribozomların oluşmasında görev alacak olan rRNA'ların sentezlenmesidir. Prokaryotik hücre DNA'sı halkasal yapıda ve kısa, ökaryotik hücre DNA'sı ise lineer yapıda ve uzundur. Mitokondrilerin kendine ait DNA ve RNA'sı vardır. Mitokondriler, hücrenin ihtiyaç duyduğu enerjinin üretim merkezleridir. Yüksek seviyede özelleşmiş bir çift zarla kaplıdır.



Hücre ve ilgili bölümlerini açıklamak.

Ökaryot hücreler zar (membran), sitoplazma ve çekirdek olmak üzere başlıca üç kısımda incelenir.



Hücresel farklılıkları açıklamak.

Günümüzde yaşayan canlı hücreler, prokaryotik (bakteriler ve yakın akrabaları) ve ökaryotik hücreler (bitki ve hayvan hücreleri) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Prokaryotik hücreler, basit yapıları olmalarına karşın, biyokimyasal olarak çeşitlilik gösterirler. Örneğin, glikoliz, solunum ve fotosentez gibi enerji veren olayları içeren metabolik yolların tümü bakterilerde bulunur. Ökaryotik hücreler, prokaryotik hücrelerden daha büyük ve daha karışık yapıya sahip olup, daha çok DNA ve bileşenlerine sahiptir. Ökaryotik hücrelerin DNA'sı çift zarla kaplı çekirdek içinde bulunur. Sitoplazmada mitokondri ve kloroplast (bitkilerde) gibi çift zarla kaplı; düz ER, granüllü ER, Golgi kompleksi, lizozom ve peroksizom gibi tek zarla kaplı organeller vardır.



Hücre organellerinin yapı ve fonksiyonlarını tartışmak.

Hücre organelleri ve genel fonksiyonları şöyledir;

Ribozom: Protein sentezini gerçekleştirir

Mitokondri: Enerji (ATP) üretim merkezidir

Plastidler: Çeşitli pigmentleri taşımak, besin depolamak

Klorofil: Fotosentez yapmak

Sentrozom: Hücre bölünmesinde görevli

Lizozom: Hücre içi sindirim yapmak

Golgi sistemi: Hücre dışına salgı yapma

Endoplazmik retikulum: Madde taşınması ve depolanması, lipid sentezi

Koful (Vakuol): Geçici depolama birimidir



Ekstrasellüler matriksin yapısal özelliklerini ve önemini açıklamak.

Ekstrasellüler matriks (ECM), memeli dokuları içindeki hücrelerin arasında bulunan ve onları destekleyen bir kompleks yapıdır. ECM, sıklıkla bağ doku olarak adlandırılır. Bağ doku; deri, tendonlar, kıkırdak ve kemikte yaygın olarak bulunur. Deri altında, kan damarlarında bulunan bağ dokusu, karaciğer ile kaslar için intrasellüler bağlayıcı madde görevi görmektedir. Bağ dokusu, mekanik ve destekleyici fonksiyonunu, yüksek molekül ağırlıklı polimerlerden oluşan çözünmeyen fibriller yardımı ile gerçekleştirmektedir. Tendonlar yüksek oranda fibröz protein, kartilaj ise yüksek konsantrasyonda polisakkarit içermektedir. Kemiklerde ECM, kalsiyum fosfat kristallerinin birikmesi ile sertleşmektedir. Hücreler arasındaki boşlukları dolduran ECM, hücreleri birbirine bağlamaktadır. Epitel hücreleri saran ve bazal membran olarak adlandırılan ince tabaka şeklindeki ECM, birçok hücreyi (kas ve adipoz doku hücreleri ile periferik sinirler) çevrelemektedir.



Hücre membranı, sitoplazma ve çekirdeğin yapı ve işlevlerini tanımlamak.

Tüm hücrelerin etrafı "plazmalemma" denen bir hücre zarı ile kaplıdır. Fosfolipit moleküllerinin oluşturduğu lipit çift tabaka ve bu tabakada bulunan protein moleküllerinin akıcı mozaik modele göre yerleştiği hücre zarının birçok görevleri vardır. İyon ve makromoleküllerin hücreye giriş çıkışlarını düzenler. Hücrenin ve çevrelediği organelin yapısal bütünlüğünü korur. Hücre-hücre ilişkisi ve hücrelerin birbirlerine tutunmaları için gerekli birçok yapıya sahip olan zar, üzerinde bulundurduğu antijenik özellikteki moleküller ile hücre tanınması ve doku özgüllüğünü sağlar. Hücre içi ortamının düzenlenmesi için iyon pompalar. Üzerinde çeşitli hormonlar için reseptörler taşır.

Sitoplazma, hücre zarı ile çekirdek zarı arasında kalan hücre bölümünü kaplayan, homojen nitelikte, kolloidal ve devamlı değişim halinde bulunan bir eriyiktir. Sitoplazma inorganik maddeler (çeşitli iyonlar metal tuzları, asit ve bazlar), organik maddeler, (protein, yağ, karbonhidrat, nükleik asitler, hormonlar) ve sudan ibarettir. Sitoplazmanın içerisinde çeşitli canlı yapılar (organeler) ve cansız yapılar (inklüzyon cisimcikleri) bulunur. Canlı hücre maddesine "protoplasma" denir. Protoplasma, yapı bakımından sitoplazma ve çekirdekten oluşur. Hücre sitoplazması organeler ve plazma olarak iki kısımda incelenir.

Çekirdek ökaryotik hücrelerin bütün hayatsal olaylarını yöneten merkez ve genetik maddenin koruyucusudur. DNA gibi genetik materyalin (genlerin) çoğunu (bir kısım genler de mitokondri ve kloroplastlarda mevcuttur) içinde bulunduran yada depo eden yapıdır. Genler hücre proteinlerinin özelliklerini belirler ve hücre reproduksiyonunu kontrol ederler. Çekirdek hücrenin metabolizma işlevini denetler. Hücrenin büyümesi, çoğalması ve etkinliğini devam ettirmesinde önemli bir role sahiptir. Her hücre bir adet çekirdek bulundurmasına rağmen, hepatositlerde bazen ikiye, osteoklastlarda ise çok sayıda çekirdek bulunabilir.

Kendimizi Sınayalım

1. Bitkide bulunup hayvan hücresinde bulunmayan organ aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. Sentrozom
 - b. Kloroplast
 - c. Mitokondri
 - d. Ribozom
 - e. Endoplazmik retikulum
2. Aşağıda verilenlerden hangisi prokaryotik hücrelerde **bulunmamaktadır**?
 - a. Ribozom
 - b. Sitoplazmik granüller
 - c. Plazma membranı
 - d. Çekirdek membranı
 - e. Hücre iskeleti
3. Aşağıdaki organel ve görevlerinden hangisi **yanlıştır**?
 - a. Ribozom - Protein sentezi
 - b. Mitokondri - Enerji üretimi
 - c. Klorofil - Fotosentez yapmak
 - d. Endoplazmik retikulum - Hücre içi sindirim yapmak
 - e. Golgi sistemi - Hücre dışına salgı yapma
4. Hücre içinde oksijenli solunumu hangi organel yapar?
 - a. Kloroplast
 - b. Lizozom
 - c. Ribozom
 - d. Sentrozom
 - e. Mitokondri
5. Aşağıdaki organellerden hangisi çift katlı zarlı organeller arasında yer alır?
 - a. Ribozom
 - b. Koful
 - c. Sentrozom
 - d. Mitokondri
 - e. Lizozom
6. Salgılanacak proteinlerin sentez edildiği organel aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. Çekirdek
 - b. Granüllü endoplazmik retikulum
 - c. Serbest polizomlar
 - d. Granülsüz endoplazmik retikulum
 - e. Golgi sistemi
7. Fotozentezle besin ve oksijen üreten organel hangisidir?
 - a. Kloroplast
 - b. Sentrozom
 - c. Lizozom
 - d. Ribozom
 - e. Koful
8. Yağ asitlerinin beta-oksidasyonu aşağıdaki organellerden hangisinde gerçekleşmektedir?
 - a. Membranlar arası boşluk
 - b. Sitozol
 - c. Çekirdek
 - d. Golgi sistemi
 - e. Mitokondrial matriks
9. Hücrede bölünme ve büyüme faaliyetlerini yöneten kısım hangisidir?
 - a. Sitoplazma
 - b. Hücre zarı
 - c. Çekirdek
 - d. Mitokondri
 - e. Hücre duvarı
10. Aşağıda verilenlerden hangisi çekirdek plazmasında **bulunmaz**?
 - a. Peroksizom
 - b. ATP
 - c. Nükleotid
 - d. Su
 - e. Enzim

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. b Yanıtınız yanlış ise “Hücre ve Genel Yapısı ile Organeller” konularını yeniden gözden geçiriniz.
2. d Yanıtınız yanlış ise “Hücre ve Genel Yapısı ile Organeller” konularını yeniden gözden geçiriniz.
3. d Yanıtınız yanlış ise “Organeller” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. e Yanıtınız yanlış ise “Organeller” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. d Yanıtınız yanlış ise “Organeller” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
6. b Yanıtınız yanlış ise “Organeller” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
7. a Yanıtınız yanlış ise “Organeller” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
8. e Yanıtınız yanlış ise “Organeller” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
9. c Yanıtınız yanlış ise “Çekirdek” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
10. a Yanıtınız yanlış ise “Çekirdek” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Steroller kolesterol benzeri maddelerdir, yani benzer işlevlere ama farklı kökenlere sahiptirler. Kolesterol insanlarda bulunurken steroller sadece bitkilerde bulunurlar. Kolesterol hücre zarının hayati öğelerinden biridir. Steroller kolesterolden küçük ama önemli noktalarda ayrılıyorlar. Yapısal farklardan ötürü, steroller insanlarda tam olarak emilemiyor. Bundan dolayı alınan sterollerin büyük bölümü mide-bağırsak bölgesinde kalıyor ve vücuttaki kolesterol seviyesinde düşüşüne sebep olabiliyor.

Sıra Sizde 2

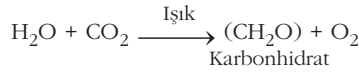
Ribozom, endoplazmik retikulum, golgi kompleksi ve Ribozom.

Sıra Sizde 3

Mitokondri, hücrenin enerji santralleri olarak ATP’yi sentez ve depo ederler. Mitokondriler, içlerine aldıkları piruvik asit, yağ asiti, ve amino asitleri solunum sistemleriyle parçalayarak CO_2 ve H_2O_2 ’ya dönüştürür. Mitokondrilerin enerji üretiminden başka, sitozoldeki fazla kalsiyumu depolama ve steroid hormon sentezini gerçekleştirme görevleri vardır.

Sıra Sizde 4

Fotosentez, kloroplastlarda güneş enerjisinin kimyasal enerjiye çevrilmesidir. Yeşil bitkilerde bulunan kloroplastlarda fotosentez yapılır. Kloroplastlar, H_2O ve CO_2 ’i güneş enerjisi vasıtasıyla organik bileşiklere dönüştürür.



Sıra Sizde 5

Plastidler, yalnız bitkisel hücrelerde bulunan renk maddeleridir. Hücre genç iken renksizdirler. Hücre zarı çift katlıdır. Zamanla gelişen hücreye göre kendi renklerini alırlar. Plastidler, kloroplast, kromoplast ve lökoplast olarak üç çeşittir.

Sıra Sizde 6

Zar yapılarına göre organeller:

- Zarsız (ribozom, sentrozom),
- Tek kat zarlı organeller (endoplazmik retikulum, golgi cisimciği, koful, lizozom)
- Çift kat zarlı organeller (çekirdek, mitokondri, kloroplast) olarak sınıflandırılırlar.

Sıra Sizde 7

Çekirdek, hücrenin kalıtım ve yönetim merkezidir.

Çekirdekçikte, RNA ve Ribozom sentezi yapılır.

Sıra Sizde 8

Ekstrasellüler matriks'te yer alan önemli proteinler:

- **Özelleşmiş proteinler:** Fibronektin, laminin gibi adhesif proteinler ve integrinler; osteonektin, osteopontin, trombospondin, tenasin gibi proteinler.
- **Yapısal proteinler:** Kollajen ve elastin
- **Proteoglikanlar:** Agrekan, sendikan ve hyaluronan'dır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akay, M.T. (2007). **Sitoloji**, 5. Baskı, Palme yayınları 304, Palme yayınları Dağıtım Pazarlama Ltd. Şti., Ankara.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., and Walter, P. (2008). **Molecular Biology of the Cell**, 5th edition, New York: Garland Science Publishing, USA.
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L. and Stryer, L. (2002). **Biochemistry**, 5th International Edition, New York: W H Freeman. USA.
- Champe PC, Harvey RA, Ferrier DR. (2005). **Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry**. 3rd ed. Lippincott Williams and Wilkins.
- Cooper, G.M., Hausman, R.E. (2006). **Hücre: Moleküler Yaklaşım**. Çeviri Editörleri: Meral Sakızlı, Neşe Atabey. 3. Baskı. İzmir Tıp Kitabevi. İzmir.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W. (1996). **Harper's Biochemistry**, 24th Edi. Appleton & Lange, New Jarsey, USA.
- Onat, T., Emerk, K., Eser, Y.S. (2002). **İnsan Biyokimyası**, Palme yayınları Dağıtım Pazarlama Ltd. Şti., Ankara.
- Onat, T. (2006). Sağlık Bilimleri İçin **Biyokimyaya Giriş**, Palme yayınları 409, Palme yayınları Dağıtım Pazarlama Ltd. Şti., Ankara.
- Pratt, C.W., Cornely, K. (2011). **Essential Biochemistry**, Second Edition, Wiley, John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Turner, P.C., McLennan, A.D., and White, M.R.H. (2004). Instant Notes: **Moleküler Biyoloji**; Önemli Notlar. 2. Baskıdan Çeviri. Çeviri Editörü: Prof. Dr. Muhsin Konuk. Nobel Yayın No: 613. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Uysal, H. and Hemming, F.W. (1999). The British Journal of Dermatology, 141 (4): 658-666.

2

Amaçlarımız

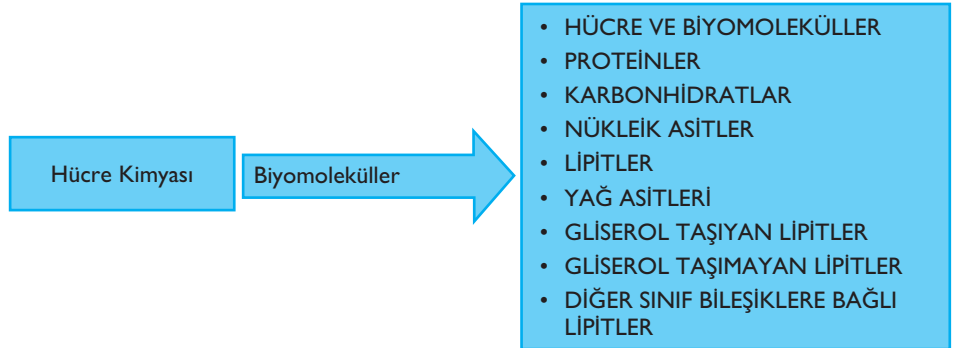
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Hücresinin yapısını oluşturan biyomoleküller hakkında temel bilgileri açıklayabilecek,
- Hücredeki biyomoleküllerin kimyasal yapılarını tanımlayabilecek,
- Hücre yapısına giren biyomoleküllerin işlevlerini açıklayabilecek,
- Protein, karbonhidrat, nükleik asit ve lipit gibi hücredeki biyomoleküllerin yapı ve fonksiyon ilişkisini yorumlayabilme ve değerlendirebilme bilgi ve becerilerini kazanabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Biyomolekül
- Protein
- Karbonhidrat
- Nükleik asit
- Lipit

İçindekiler



Biyomoleküller

HÜCRE VE BİYOMOLEKÜLLER

Biyomoleküller canlının yapısını oluşturan belirli ve özgün işlevlere sahip molekül topluluklarıdır. Hücrenin biyomolekülleri mimari yapıyı oluştururlar, bilgi depo eder ve iletirler, moleküler makineler ve düzenleyiciler olarak çalışırlar, enerji oluşturur ve naklederler, biyolojik çeşitliliği ve seçiciliği belirler, moleküler habercileri ve köprüleri oluştururlar ve geriye dönüşlü bağlarla moleküler taşıyıcılar olarak çalışırlar. Kısaca tüm canlılık olaylarının gerçekleşmesini ve hassas bir seçicilikle düzenlenmelerini sağlarlar.

Vücutta çok geniş oranda küçük moleküller ve iyonlar mevcuttur. Canlıların küçük molekülleri büyük oranda organik bileşikler (protein, nükleik asit, lipid vb.) ve az miktarda da inorganik iyonları (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, vb.) yapılarında bulundurlar. Bu moleküllerin çoğunluğu hücre içinde bulunmakla birlikte az bir miktarı da hücre dışı sıvılarda bulunurlar. Hücrelerin çoğu fonksiyonları bu küçük moleküllerin yıkımı (**katabolizma**) ve yapımı (**anabolizma**) gibi metabolizmalarıyla ilişkilidir. Hücrelerin ayrıca bileşiklerin uç uca eklenmesi ya da birleştirilmesi (**polimerizasyon**) ya da kompartmanlar arasında hareketi (**taşıma**) gibi fonksiyonları vardır. Yaklaşık bu fonksiyonların hepsi proteinler tarafından gerçekleştirilir. Bazı küçük moleküller de hücre içinde gerçekleşen biyolojik olayların durdurulması ya da kontrol edilmesinde **sinyal** olarak etki gösterirler.

Canlı Maddeyi Oluşturan Biyomoleküller:

- Hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), karbon (C), canlı yapının % 99'unu oluştururlar.
- Yaşayan sistemlerde moleküler bileşiklerin bir çoğu karbon atomlarının birbiriyle ve H, O ya da N atomlarıyla kovalent olarak bağlanması sonucu oluşur.
- Karbon atomu, hücrelerin kuru ağırlığının yaklaşık yarısını kapsar.
- Karbon atomunun dört farklı bağ yapabilme özelliği çok farklı moleküllerin oluşumuna olanak sağlar.
- Kovalent bağlarla birbirine bağlanan C atomları düz ya da dallanmış zincirler veya halkalı ve kafes şeklinde yapılar oluşturabilirler. Böyle C iskeletine eklenen **fonksiyonel gruplar** (örneğin H iyonları) **moleküle özgün kimyasal özellikler kazandırır.**

Biyolojik makromoleküller (**protein, nükleik asit, polisakkaritler**) belirli küçük moleküllerin polimerleridirler. **Proteinler amino asitlerin, nükleik asitler**

nükleotitlerin, polisakkaritler monosakkaritlerin polimerleridirler. Biyolojik makromoleküllerin **yapısal, katalitik** ve **bilgilendirici** (informatif) görevleri vardır. Bu makromoleküllerin diğer moleküllere bağlanma özellikleri de ayrıca önemlidir. Makromoleküller genellikle şekerler, amino asitler ya da nükleotitlerden yapılmalarına karşın diğer komponentleride içerebilirler (**Tablo 2.1**). **Biyomoleküllerin kimyasal özelliklerini fonksiyonel grupları belirler.** Biyomoleküller, karbon iskeletinden ve fonksiyonel gruplarından kaynaklanan üç boyutlu yapıya sahiptir. Biyomoleküllerin üç boyutlu yapıları, fonksiyonları ile yakın ilişkilidir.

Biyomoleküller kimya kanunlarına uyarlar; biyomoleküllerdeki oksijen genellikle hidroksil, karbonil, karboksil, eter, ya da ester gibi belirli fonksiyonel grupların önemli bir parçası olarak yer alır. Bu fonksiyonel grupların kimyasal özellikleri biyomoleküllerin reaksiyonlarına ve önemli fonksiyonlarını göstermelerine öncülük ederler. Azot ise amino ve imino gruplarının yapısını şekillendirir ve özellikle nükleotitlerin yapısına giren purin ve pirimidin gibi halkalı yapılarda yer alır. Kükürt de oksijen içeren yapılara benzer bir şekilde tiyol (sülfidril grupları) ve tiyoester gibi yapılarda yer alır. Fosfor da daima fosfat türevleri şeklinde değişik formlarda bulunur.

Tablo 2.1
Makromoleküllerin
bileşenleri

Makromolekül	Gerekli Komponentler	Bulunabilen Diğer Komponentler
Protein (polipeptit)	Amino asitler	Fosfat (fosfoproteinler) Sülfat Karbonhidrat (glikoproteinler) Yağ asiti Metal iyonları (metalloproteinler)
Polisakkarit	Monosakkaritler	Amino şekerler Amino asitler Sülfat
Nükleik asit	Nükleotit	Metil grupları
Lipit	Yağ asiti, gliserol	Fosfat

Kısaca, **biyomolekül**, canlılarda yer alan moleküllere verilen isimdir. Bu moleküllerin arasında iri yapılı **protein, polisakkarit, lipit ve nükleik asitler** gibi canlı yaşamı için birinci dereceden önemli olan moleküller yer almaktadır. Biyomoleküller, genel olarak **karbon, hidrojen, azot ve oksijen** içeren **organik bileşiklerden** örülü yapılardır. Başka elementlerin de bu bileşiklere katıldığı gözlenirse de, bunlar nadiren görülür.

SIRA SİZDE



Biyomoleküllerin önemli işlevleri nelerdir?

PROTEİNLER

Proteinler, amino asitlerin zincir halinde birbirlerine bağlanmasından oluşan büyük **organik bileşiklerdir**. Bir başka deyişle proteinler, yapıtaşı olarak amino asitlerden oluşan polimerlerdir. Her proteinin kendisine has özelliklerinin olmasını sağlayan özel amino asit dizilimleri vardır. Proteinlerin işlevlerinin çoğu, kendisini oluşturan amino asitlerin özelliklerinin tayin edilmesiyle anlaşılabilir.

Bu zincirde bir amino asidin **karboksil** grubunun bir diğerinin **amino** grubuna bağlanmasıyla oluşan bağ **peptit bağı** olarak adlandırılır. Her proteindeki amino asit dizisinin sırası bir **gen** tarafından tanımlanır ve **genetik kod** ile kodlanmıştır. Genetik kod en az 20 “standart” amino asit tanımlasa da proteinlerdeki amino asitler **sentez sonrası değişimle** kimyasal olarak değişikliğe uğrar. Bu değişimler

ya proteinin işlev görmeye başlamasından önce gerçekleşir ya da kontrol mekanizmalarının parçası olarak, proteinin işlevini değiştirmek için olur. Proteinler belli işlevleri yerine getirmek için beraberce de çalışabilirler ve bazıları bir araya gelip kararlı kompleksler oluşturabilir.

Polisakkaritler, nükleik asitler ve yağlar gibi biyolojik **makromoleküllere** benzer şekilde, proteinler de canlı organizmaların temel bileşenlerindendir ve hücrelerin içindeki her süreçte yer alırlar. Çoğu protein, biyokimyasal tepkimelerde **katalizör** işlevi olan **enzimlerdir** ve **metabolizma** için yaşamsal bir role sahiptir. Başka proteinlerin ise yapısal veya mekanik işlevleri vardır: örneğin hücre **iskeletindeki** proteinler, hücrenin şeklini koruması için bir iskele görevi yaparlar. Proteinler **hücre haberleşmesi, bağışıklık yanıtı, hücre tutunması ve hücre bölünme döngüsünde** yer alırlar.

Protein, beslenmemizin önemli bir parçasıdır. Hayvanlar her amino asiti sentezleyemediklerinden, **zorunlu (esansiyel) amino asitleri** gıda yoluyla almak zorundadırlar. **Sindirimde** hayvanlar yedikleri proteini serbest amino asitlere parçalayıp bunlarla yeni proteinler sentezler.

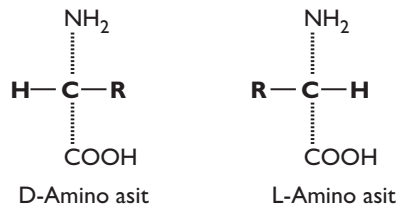
Proteinler organizmaların yapı taşlarını oluşturan bileşenlerden en fazla bulunan ve yine en fazla fonksiyona sahip olanıdır. Örneğin **enzimler** ve **polipeptit hormonlar** vücutta metabolizmayı düzenlerken, kaslardaki **kontraktil proteinler** hareket edilmesini sağlarlar. Kemik yapısındaki kollajen proteinler kemik yapısının güçlü olmasını sağlarlar. Dolaşımda bulunan **hemogloblin** oksijeni, **albumin** de çeşitli molekülleri taşır. **İmmunglobulinler** ise savunma mekanizmasında görevli olan proteinlerdir.

Proteinler, 20 farklı L-alfa-**amino asitten** oluşmuş lineer **polimerlerdir**. Tüm amino asitler, bir **alfa karbonuna** birer **karboksil** ve **amino** grubu ve bir **yan zincirin** bağlanıyor olması gibi ortak yapısal özelliklere sahiptir. Bir tek **prolin**, yan zincirinin amino grubuyla bir halka oluşturması yüzünden biraz farklılık gösterir: bu yüzden, CO-NH amit dizisi sabit bir şekle zorlanır. **Standart amino asitlerin listesinde** ayrıntıları verilmiş olan yan zincirlerin farklı kimyasal özellikleri proteinlerin üç boyutlu yapısını belirler ve dolayısıyla protein işlevine etki eder. Bir polipeptit zincirdeki amino asitler bir **dehidrasyon** tepkimesi sonucu oluşan **peptit bağı** ile birbirlerine bağlanırlar. Protein zincirine dahil olmuş amino asit birimlerine “kalıntı” karbon, azot ve oksijen atomlarından oluşan tekrarlayan diziyi de “ana zincir” ya da “protein omurgası” denir.

Her bir amino asidin kimyasal yapısı nedeniyle, protein zincirinin bir yönü vardır. Proteinin serbest bir karboksil grubuna sahip olan ucu, “**karboksi ucu**” (C ucu) ya da “karboksi terminali” (C terminali); serbest bir amino grubu olan ucu ise “**amino ucu**” (N ucu) ya da “amino terminali” (N terminali) olarak adlandırılır.

Amino asitlerin yapısı: Proteinlerin yapı taşları olan **amino asitlerin** temel bir yapısı vardır (**Şekil 2.1**).

Esansiyel amino asit: vücutta sentezlenemeyen ve gıda yoluyla dışarıdan alınması zorunlu olan amino asitlere denir.



Şekil 2.1

Her bir amino asit hem amino (NH_2) ve hem de karboksil (COOH) fonksiyonel gruplarını yapısında bulundurmaktadır.

Amino asitler birbirlerine **peptit** bağları ile bağlanırlar. **Peptit bağları bir amino asitteki karboksil gurubu ile diğer amino asitteki amino grubunun bir su molekülünün ayrılması sonucu bağlanmasıyla oluşur.** Bir amino asitin proteindeki rolünü belirleyen **yan zincir (R) yapısıdır.** Her amino asitin α -karbonu dört farklı kimyasal gruba bağlı olduğu için optikçe aktif karbon olarak adlandırılır. Glisin bunun bir istisnasıdır. Çünkü α karbonuna iki hidrojen bağlıdır ve bundan dolayı optikçe aktif değildir.

Yan zincirlerinin yapıları esas alınarak **amino asitler 4 ayrı grupta sınıflanılabirler (Tablo 2.2):**

- 1. Apolar amino asitler;** Apolar amino asitler, yan zincirlerinde hidrofobik özellik gösteren radikal grup bulundururlar. Elektrostatik bağlar yapamayan amino asitlerdir. Yan zincirlerinde, genellikle oksijen veya azot yoktur. Bunlar glisin (Gly), alanin (Ala), löysin (Leu), izolöysin (Ile), valin (Val), fenilalanin (Phe), triptofan (Trp), metyonin (Met) ve prolin (pro) dir. Bu amino asitler sulu çözeltilerde proteinin iç kısmında bir araya gelmeye çalışırlar. Apolar R grupları proteinin iç kısmını doldurur ve üç boyutlu yapısının şekillenmesine neden olurlar.
- 2. Polar yüksüz amino asitler;** Polar yüksüz amino asitler, nötral pH'da yüksüzdürler. Bu gruptaki amino asitlerin yan zincirleri zayıf asit ve bazlardır. Fizyolojik pH'da tamamen yüklü değildirler, ancak kısmi artı (+) ve eksi (-) yükler içerirler. Serin (ser), treonin (Thr), asparagin (Asn), tirozin (Tyr), sistein (Cys) ve glutamin (Gln) bu grubu oluşturan amino asitlerdir.
- 3. Polar asidik amino asitler;** Polar asidik amino asitler, fizyolojik pH'da negatif yüklüdürler ve asidik özellik gösterirler. Bunlar, Aspartik asit (Asp) ve Glutamik asit (Glu) dir.
- 4. Polar bazik amino asitler;** Polar bazik amino asitler, yan zincirlerinde proton alıcı moleküller taşırlar. Bunlar, Histidin (His), Lizin (Lsy) ve arginin (Arg) dir.

Tablo 2.2 Protein zincirinin yapısına katılan amino asitler

İsim	Sembol	Yapısal Formül
Alifatik polar olmayan zincirler		
Glisin	Gly (G)	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Alanin	Ala (A)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Valin	Val (V)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Lösin	Leu (L)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
İzolösin	Ile (I)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Aromatik yan zincirler		
Fenilalanin	Phe (F)	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+$
Trozin	Tyr (Y)	$-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+$
Triptofan	Trp (W)	$\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+$
Hidroksil gruplu yan zincirler		
Serin	Ser (S)	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+$
Treonin	Thr (T)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Asidik yan zincirler		
Aspartat	Asp (D)	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+$

Tablo 2.2 Devamı

İsim	Sembol	Yapısal Formül
Glutamat	Glu (E)	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ NH_3^+
Amid gruplu amino asitler Asparagin	Asn (N)	$-\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ O $ $ NH_3^+
Glutamin	Gln (Q)	$-\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ O $ $ NH_3^+
Bazık yan zincirler Lizin	Lys (K)	$^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ NH_3^+
Arginin	Arg (R)	$\text{HN}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ C^+ $/ \quad \backslash$ $\text{H}_2\text{N} \quad \text{NH}_2$ $ $ NH_3^+
Histidin	His (H)	$\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ $\text{C}=\text{CH}$ $ \quad $ $^+\text{HN} \quad \text{NH}$ $\backslash \quad /$ C $ $ H
Kükürtlü yan zincirler Sistein	Cys (C)	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ NH_3^+
Metiyonin	Met (M)	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}-$ $ $ NH_3^+
İmino asitler Prolin	Pro (P)	$\text{COO}-$ $ $ $^+\text{H}_2\text{N}-\text{CH}$ $ \quad $ $\text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2$ $\backslash \quad /$ CH_2

Peptitler:

Protein tanımı genellikle molekül ağırlığı birkaç bin'den fazla olan polipeptitler için geçerlidir. "Peptit" ise genelde kararlı bir üç boyutlu yapıya sahip olmayan, kısa amino asit oligomerleri için kullanılır. Ayrıca, peptit yapısında bir amino (N terminal) ve bir karboksil (C terminal) grubu serbest halde bulunur. "Polipeptit"se, uzunluğundan bağımsız olarak, herhangi bir amino asit zinciri için kullanılır ve sıklıkla da tanımlı tek bir biçimin olmadığına işaret eder.

Proteinlerin Yapısı

Çoğu protein **katlanarak** kendine has üç boyutlu bir yapıyla şekil alır. Proteinin doğal olarak katlanıp oluşturduğu şekle onun **doğal hali** denir. Çoğu protein kendini oluşturan amino asitlerin yapısal eğilimleri yoluyla yardım görmeden katlanabilirse de, diğerleri doğal hallerini elde edecek şekilde katlanabilmek için moleküller **şaperon**lara gereksinim duyarlar

Şaperon: Proteinlerin katlanarak üç boyutlu hale gelmesi işleminde yer alan refakatçi proteinlerdir. Endoplazmik retikulumda bulunurlar.

Proteinlerin yapısını oluşturan 20 çeşit amino asit birbirlerine **peptit bağlarıyla** bağlanmışlardır. Protein molekülü **primer, sekonder, tersiyer ve kuaterner** olmak üzere **4 organizasyon** (konfigurasyon) **düzeyinden** oluşur. Bir protein sentezleneceği zaman DNAdan kaynaklanan bilgiye göre amino asitler sırayla birbirlerine bağlanırlar. Daha sonra da bir birbirleri üzerinde katlanarak sekonder, tersiyer ve kuaterner yapı oluştururlar.

Tam bir protein molekülü **primer, sekonder, tersiyer ve kuaterner** olmak üzere birbirini tamamlayan dört alt yapı gösterir. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

Birincil yapı (primer yapı): amino asit dizinidir. Amino asitlerin peptit bağlarıyla bağlanarak oluşturdukları düz bir zincir şeklindeki yapıya denir. Bir proteinin üç boyutlu yapısını bu primer yapıdaki amino asitlerin diziliş sırası belirler. Amino asitler birbirlerine peptit bağlarıyla bağlanırlar bu bağlar bir amino asitteki karboksil grubuyla diğer amino asitteki amino grubu arasında oluşur. Peptit bağlarının enzimatik olmayan yollarla yıkılması çok güçtür. Birçok amino asitin oluşturduğu zincire polipeptit denir.

İkincil yapı (sekonder yapı): hidrojen bağları ile kararlı kılınan, düzenli tekrarlanan yerel yapılarıdır. Bunların en yaygın örnekleri **alfa sarmalı** (*alpha helix*) ve **beta yaprağıdır** (*beta sheet*). İkincil yapılar yerel olduğu için bir proteinin içinde farklı ikincil yapılara sahip pek çok bölge olabilir. Polipeptit yapısı gelişigüzel bir üç boyutlu yapı oluşturmaz. Bir çizgi halinde bulunan zincirdeki birbirine yakın bazı amino asitlerin kurallı bir şekilde düzenlenmesiyle yapılanırlar. Bu yapılanmalar ; α -heliks, β -tabaka ve β -kavım şeklinde olabilir. Bu yapılanmalara sekonder yapı denir.

Üçüncül yapı (tersiyer yapı): Üçüncül yapı genelde yerel olmaya etkileşimler tarafından kararlı kılınır, bu en yaygın olarak bir **hidrofobik çekirdeğin** oluşmasıyla olur ama **tuz köprüleri**, hidrojen bağları, **disülfid bağları** ve hatta **sentez sonrası değişimler** (post translasyonel modifikasyonlar) de olur. Üçüncül yapı ile katlama eş anlamlıdır. Bir polipeptit zincirinin primer yapısı onun tersiyer yapısını da belirler. Tersiyer yapı hem bölgelerin katlanmasını, hem de bölgelerin polipeptit içindeki nihai düzenlerini ifade eder. Hidrofobik yan zincirleri iç kısmında gömülü iken, hidrofobik gruplar genellikle molekülün yüzeyinde bulunurlar. Polipeptit içinde yer alan bütün hidrofobik gruplar hidrojen bağlarında veya elektros-tatik etkileşimlerde görev alırlar. Bölgeler polipeptitlerin temel fonksiyonel ve üç

boyutlu yapısal birimleridir. Her polipeptitin kendine özgü üç boyutlu yapısı amino asit dizisiyle belirlenir. Globüler proteinlerin tersiyer yapılarını stabilize eden etkileşimler; disülfid bağları, hidrofobik etkileşimler, hidrojen bağları ve iyonik etkileşimlerdir. Disülfid bağları iki sistein amino asiti arasında oluşur.

Dördüncül yapı (kuaterner yapı): Birden fazla protein molekülünün birbiriyle **etkileşmesiyle** oluşan yapının şekline denir. Bu bağlamda söz konusu proteinlerin bir **protein kompleksinin** alt birimleri olduğu söylenir. Birçok protein tek polipeptit zincirinden meydana gelir. Bunlar monomerik proteinlerdir. Birçoğu da yapısal olarak benzer veya tamamen farklı bir veya daha fazla polipeptit zincirinden oluşur. Bu polipeptit zincirlerinin düzenlemesine proteinin kuaterner yapısı denir. Protein subünite sayısına göre dimer (iki) trimer (üç) veya multimer (birçok) olarak adlandırılır. Subüniteler nonkovalent etkileşimlerle bir araya gelirler.

Yapıyı oluşturan bu seviyelere ek olarak, proteinlerin işlevlerini görürken birbiriyle ilişkili bir yapıdan başka bir yapıya dönüşmeleri de protein yapısının bir diğer boyutunu oluşturur. Bu işlevsel yeniden yapılanmalardan söz ederken üçüncül veya dördüncül yapılara proteinin **“konformasyonları”** denir ve bunlar arasındaki geçişlere *konformasyonal değişim* adı verilir. Bu tür değişimler çoğu zaman bir **substrat** molekülün bir enzime bağlanmasıyla tetiklenir. Tipik olarak görülen **üçüncül yapılarla ilintili olarak proteinler kabaca üç ana sınıfa ayrılabilirler: küresel (globüler) proteinler, lifli (fibröz) proteinler ve zar (membran) proteinleri.** Hemen bütün globüler proteinler suda çözünür ve çoğu enzimdir. Fibröz proteinler çoğunlukla yapısaldır; zar proteinleri ise sıkça reseptör olarak görev yapar veya suda çözünen küçük moleküllerin hücre zarından geçmeleri için kanal oluştururlar.

Proteinler yapısal nitelikleri ve orijinlerine göre üç sınıfa ayrılırlar:

1. Basit Proteinler: Hidroliz olunca sadece amino asitleri verirler.

- Albuminler, globulinler, glutelinler, histonlar, skleroproteinler, prolaminler ve protaminler bu grupta yer alan proteinlerdir.

2. Konjuge proteinler: Hidrolize edildiklerinde, amino asitlerden başka değişik nitelikte kimyasal maddeleri de veren proteinlerdir.

- Glikoproteinler, fosfoproteinler, lipoproteinler, metalloproteinler, kromoproteinler ve nükleoproteinler bu grupta yer alırlar

3. Türev Proteinler: Diğer iki grupta yer alan çeşitli proteinlerin belirli etkiler sonucunda değişimleri sonucu şekillenen proteinlerdir.

- Primer türev proteinler ve sekonder türev proteinler bu tür proteinlere örnektir.

Proteinlerin yürüttüğü önemli işlevler:

Proteinler, protoplazmanın yapısal bileşenidirler,

- Büyüme, gelişme ve onarım olaylarında görev yaparlar,
- Enzimlerin yapısını oluştururlar,
- Organik ve inorganik birçok maddenin (vitamin, lipid, mineral madde) taşınmasında rol oynarlar,
- Besin maddelerinde bulunan proteinler hücresel proteinlerin sentezi için gerekli yapı taşları olan amino asitlerin kaynağını oluştururlar,
- Bazı protein veya peptitler hormon olarak görev yaparlar,
- Hücre zarının, antikor, vitaminlerin yapısına katılırlar,
- Nükleik asitlerle birlikte kalıtsal yapıyı oluştururlar,

- Hücrede zar, sitoplazma, organeller ve kromozomların yapısına katılırlar,
- Bazı proteinler (glikoprotein) hücre bağlanma/tanınma (hücre-hücre, virus-hücre, bakteri hücre, hormon reseptörleri) bölgeleridirler,
- Kayganlaştırıcı ve koruyucu ajanlar (musinler) olarak görev yaparlar,
- Gerektiğinde enerji verici besin olarak da kullanılırlar.

Protein Sentezi

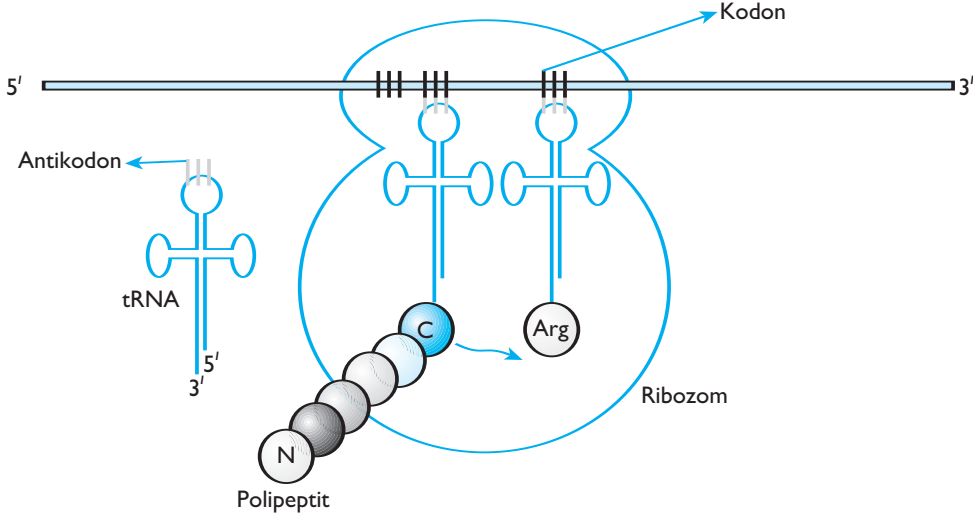
Protein sentezi hücre stoplazmasında bulunan **ribozomlarda** gerçekleşir (**Şekil 2.2**). Proteinler **genlerde** kodlanmış bilgiye dayanarak amino asitlerden sentezlenirler. Her proteinin, kendisini kodlayan gendeki nukleotit dizisi tarafından belirlenen, kendine has bir amino asit dizini vardır. Genetik kod, kodon olarak adlandırılan üç nukleotitik dizinlerden oluşan bir kümedir, her üç nukleotitli kombinasyon bir amino asite karşılık gelir, örneğin ATG metiyonine karşılık gelir. DNA dört nukleotitten oluştuğu için tüm kodonların sayısı 64'tür, dolayısıyla genetik kod bir miktar tekrar içerir ve bazı amino asitler birden fazla kodon tarafından belirlenir. DNA'da kodlanmış genler önce RNA polimeraz gibi bir protein tarafından **transkripsiyon** yoluyla bir ön haberci RNA (pre-mRNA) molekülünün sentezlenmesi şeklinde okunurlar. Çoğu canlı sonra bu pre-mRNA'yı çeşitli transkripsiyon sonrası değişim biçimleriyle (**post translasyonel modifikasyon**) işleminden geçirip olgun mRNA oluştururlar, bu da protein sentezi için **ribozom** tarafından bir şablon olarak kullanılır. Prokaryotlarda mRNA üretildikten hemen sonra kullanılabilir veya bir ribozom tarafından bağlanılır. Buna karşın **ökaryotlar** mRNA'yı hücre çekirdeğinde imal ettikten sonra onu çekirdek zarından sitoplazmaya aktarırlar, protein sentezi orada yer alır. Prokaryotlarda protein sentezi ökaryotlardan daha hızlı gerçekleşmektedir.

Post translasyonel modifikasyon: proteinlerde sentez sonrası meydana gelen değişikliklerdir.

Ribozoma yüklenen mRNA dizindeki her kodon, üçer nukleotitlik birimler yani kodonlar olarak okunur. Bu işlemde o kodona karşılık gelen amino asiti taşıyan bir **taşıyıcı RNA** molekülünde bulunan **antikodon** ile mRNA'daki kodon **baz eşleşmesi** yoluyla eşleştirilir (**Şekil 2.2**). **Aminoasil tRNA sentetaz** adı verilen enzim tRNA moleküllerine doğru amino asiti "yükler". Bu sentez sırasında uzamakta olan polipeptite doğan zincir adı verilir. Proteinler genellikle N-terminal'den C-terminal'e doğru uzarlar.

Proteinlerin büyüklüğü **dalton** birimi (atom kütlesi) veya ondan türemiş **kilodalton (kDa)** ile ifade edilen moleküler kütlesiyle ölçülebilir. Büyüklüğünü belirtmenin bir diğer yolu onu oluşturan amino asitlerin sayısıdır.

Protein sentezine aynı zamanda **translasyon** denmesinin nedeni protein sentezi sırasında nukleotit alfabesinin, amino asit alfabesine çevrilmesidir. Hücre protein sentezleyeceği zaman DNA'dan mRNA oluşturulur. mRNA'daki üçlü nukleotit dizilerinin oluşturduğu kodon sıralarına göre tRNalar sırayla mRNA karşısına gelerek taşıdıkları amino asiti peptit zincirine eklerler. Sentezlenen polipeptit zincirinde daha sonra **glikozilasyon** ve **fosforilasyon** gibi **posttranslasyonel modifikasyonlar** meydana gelir.

Şekil 2.2*Protein sentezinin şematik olarak gösterilmesi*

Absorbe: Amino asitlerin barsak epitel hücrelerinden emilerek içeri alınması.

Protein Sindirimi

Proteinlerin sindirimi midede başlar. Proteinler **absorbe** edilmeyecek kadar büyük oldukları için hidroliz edilerek amino asitlere ayrılmalı ve bu şekilde absorbe edilmeleri gerekir. Pepsinojen, pepsin ve tripsin gibi proteolitik enzimler mide, pankreas ve ince barsaklarda üretilirler ve proteinlerin yıkımından sorumludurlar. **Serbest amino asitler barsak epitel hücrelerinden emilirler.** Kana geçen amino asitlerin bir kısmı karaciğer tarafından metabolize olurken bir kısmında vücuttaki genel dolaşıma katılır.

SIRA SİZDE

**Proteinlerin genel görevleri nelerdir?****KARBONHİDRATLAR**

Bitki ve hayvan dokularında yaygın olarak bulunan karbonhidratların besinlerimiz arasında önemli bir yeri vardır. Bir hücredeki organik maddelerin yaklaşık %10 u karbonhidratlardır. Çoğu tatlı olduğundan karbonhidratlara **şekerler** veya **sakkaritler** adı da verilir. Organizmaya **enerji** sağladıkları gibi bazılarının özel yapısal görevleri de vardır.

Karbonhidratlar, insan ve hayvan organizmasında glikojen halinde depo edilir. İnsan ve hayvanların enerji kaynağının büyük bir kısmı glikoz ve glikojenden sağlanır. Glikojen; karaciğer ve kaslarda depo edilir. Açlık durumunda yakılarak enerji sağlanır. Bitkilerde başlıca depo polisakkarit, nişasta, sellüloz ve inulindir. Nişasta enerji kaynağı olarak rol oynar. Nişasta, bitkilerde fotosentez sonucu meydana gelir. Sellüloz, bitkilerin odunsu ve fibriler dokusunu oluşturur.

Karbonhidrat: karbon ve hidrat eklerinden oluşmuş olup, karbon kömür anlamına gelmekte, **“C”** ile simgelenmekte, hidrat ise su anlamına gelmekte ve **“H₂O”** ile simgelenmektedir. Bu nedenle karbonhidratlar karbon ve sudan oluşan bileşiklerdir. Genel formülleri **C_n(H₂O)_n** olan karbonhidratlarda karbon atom sayısı kadar, su molekülü bulunur. *Karbonhidratların tatlılık özellikleri “OH” (hidrok-*

sil) gruplarının bulunmasından ileri gelmektedir. Karbonhidratlar ayrıca ya aldehit ya da keton grubu içermektedirler. Dolayısıyla **karbonhidratlara polihidroksi aldehitler ve/veya polihidroksi ketonlar veya onların türevleri denmektedir**. Karbonhidratların genel formüllerinden anlaşılacağı gibi içlerinde karbon, hidrojen ve oksijen atomları bulunmaktadır. Canlı organizmaların besin olarak aldıkları üç büyük ana maddenin birisi karbonhidratlardır. Doğada en bol rastlanan maddeler olup, basit şekerler halinde bulundukları gibi, pek çok organik ve inorganik bileşiklere bağlanarak kompleks yapılar da oluştururlar. Basit şekerler birbirleriyle bağlanarak; selüloz, glikojen, nişasta ve inulin gibi polisakkaritleri oluştururlar. Basit şekerler, aynı zamanda, purin, pirimidin ve fosfatlara bağlanarak; nükleik asitleri, proteinlere bağlanarak; glikoproteinleri, lipitlere bağlanarak; glikolipitleri, çeşitli alkollere bağlanarak; glikozitleri, bazı organik gruplara ve sülfatlara bağlanarak; mukopolisakkaritleri ve diğer heteropolisakkaritleri meydana getirirler.

Polihidroksi aldehitler veya polihidroksi ketonlar veya onların türevleri olarak tanımlanan karbonhidratlar dört sınıfa ayrılarak incelenirler:

1. Monosakkaritler
2. Disakkaritler
3. Oligosakkaritler
4. Polisakkaritler

Monosakkaritler

Monosakkaritler en basit karbonhidratlardır ve daha küçük parçalarına ayrılamazlar ve **basit şekerler** olarak adlandırılır. En küçük olan hücreden en rahat geçen karbohidrattır. $(CH_2O)_n$ genel formülü ile gösterilir ($n = 3,4,5,6...$ gibi rakamları gösterir). Fakat bu formül bütün karbonhidratlara uygulanamaz. Örneğin, **deoksiriboz** ($C_5H_{10}O_4$) ve **ramnoz** ($C_6H_{12}O_5$) şeker oldukları halde yukarıdaki formüle uymazlar. Diğer taraftan $C_3H_6O_3$ formülü ile gösterilen **laktik asit**, karbohidratların genel formülüne uymasına rağmen bir şeker değildir.

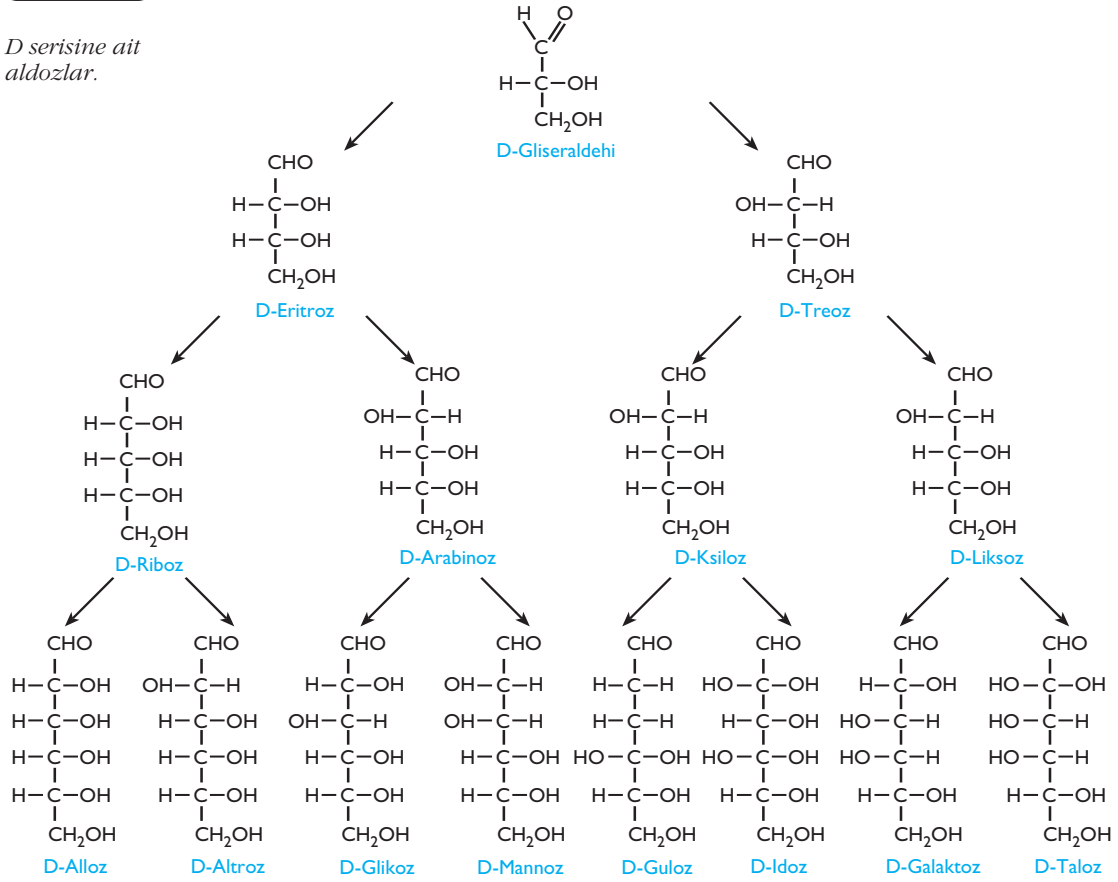
İçerdikleri karbon sayısına göre monosakkaritler (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4):

- 3 C'lu şekerler: Gliseraldehit (Triozlar)
- 4 C'lu şekerler: Eritroz (Tetrozlar)
- 5 C'lu şekerler: Riboz, Deoksiriboz (Pentozlar)
- 6 C'lu şekerler: Glikoz, Galaktoz, Fruktoz (Heksozlar)

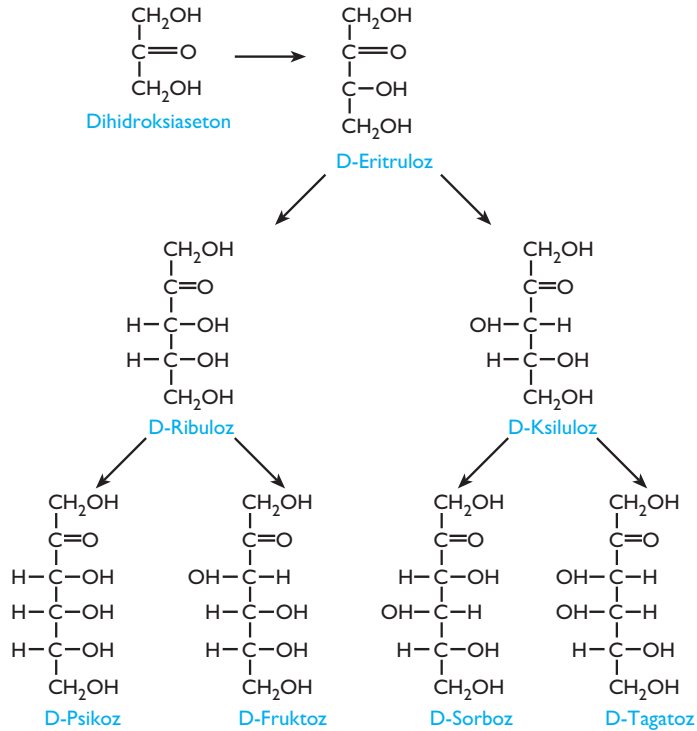
Biyolojik açıdan önemli monosakkaritler; 5 C'lu **pentoz** ve 6'lu **heksoz** şekerlerdir. **Glikoz** (üzüm şekeri, kan şekeri), **fruktoz (levüloz)** (meyve şekeri) ve **galaktoz** önemli heksozlardır. Sindirilmeden kana karışırlar. Hepsinin kapalı formülleri $C_6H_{12}O_6$ şeklinde olup birbirlerinin izomeridirler. Suda çözünürler ve tatlıdır. Fruktoz, bitkilerde bulunur.

Şekil 2.3

D serisine ait aldozlar.

**Şekil 2.4**

D serisine ait ketozlar.



Disakkaritler

Disakkaritler çift şekerlerdir. Bir disakkarit iki molekül monosakkaritin **glikozidik bağ** ile bağlanmasıyla oluşur. Bu bağlanma sırasında bağ sayısı kadar su ortaya çıkar. Buna dehidrasyon sentezi denir. İnsan ve hayvanların yedikleri disakkaritler, sindirim sisteminde monosakkaritlerine ayrılarak kullanılır. Canlılarda en çok bulunan disakkaritler; **maltoz** (arpa şekeri), **sakkaroz** diğer adı **sükroz** (çay şekeri), **laktöz** (süt şekeri)dir.

Monosakkarit + Monosakkarit → disakkarit + Su

Yukarıdaki olay bir dehidrasyondur. Disakkariti oluşturan monosakkaritler aynı cinsten olabileceği gibi, farklı cinsten de olabilirler

- Glikoz + glikoz = Maltoz + H₂O
- Glikoz + fruktoz = Sakkaroz + H₂O
- Glikoz + galaktoz = Laktoz + H₂O

Oligosakkaritler

Üç ile altı arasında monosakkaritin birleşerek dehidrasyonu (su açığa çıkması) ile meydana gelirler. Bazı bitkilerde serbest olarak bulundukları gibi, karbonhidrat olmayan çeşitli maddelerin yapısına da katılırlar. Üç monosakkaritten ibaret olanlara **trisakkarit**, dördü olanlara **tetrasakkarit** denir.

Rafinoz, heksozlardan türeyen önemli bir trisakkarittir. **Fruktoz, glukoz ve sakkaroz** moleküllerinden meydana gelmiştir. Şeker kamışında, **okaliptüs** türü ağaçlarda, pamuk tohumunda bulunur. Şeker üretimi esnasında melasta toplanır. Enerji vermenin yanı sıra yapı maddesi olarakta kullanılırlar.

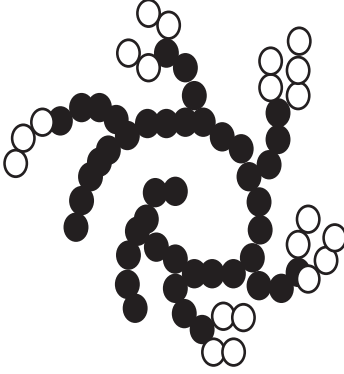
Polisakkaritler

Çok sayıda monosakkaritin dehidrasyonu ile oluşmuş büyük molekülü karbonhidratlardır. Temel yapı birimi **glikoz** molekülüdür. **Kolloid** yapıda olan bir bileşiktir. Bitkilerde, **ozmotik basıncı** yükselteceğinden dolayı şekerler monosakkarit halde depolanamaz, bu nedenle **polisakkaritlere** çevrilerek saklanırlar.

Polisakkaritler suda çözünmeyen büyük moleküllerdir. Nişasta bir glikoz polimeridir ve depo polisakkaritidir. Patojenik bakteriler de polisakkarit sentezleyebilirler. Polisakkaritlere örnek olarak;

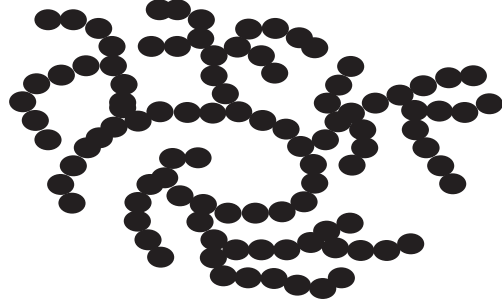
- **Nişasta:** En önemli bitkisel depo polisakkarittir (**Şekil 2.5**). İyotla maviye boyanır ve monosakkaritlere parçalanmadan indirgenemez.
- **Selüloz:** Binlerce glikoz molekülünden oluşmuş, suda erimeyen iyotla boyanmayan bir bitkisel polisakkarittir. Bitki hücre çeperinde bulunur.
- **Glikojen:** Hayvanlarda bulunan polisakkarittir (**Şekil 2.6**). Glikojen özellikle **karaciğer** ve **kasta** yedek enerji kaynağı olarak depo edilir.
- **Kitin:** böceklerin iskeletinde ve kabuğunda bulunur.

Şekil 2.5



Nişastanın yapısındaki amiloz ve amilopektinin yapıları. Her baltık bir glikoz birimini gösterir.

Şekil 2.6



Glikojenin yapısı

Karbonhidratların çoğu canlılar için temel besin maddeleridir. Yeşil bitkilerde **fotosentez** sonucu meydana gelirler. **Otçul** hayvanlar bu ihtiyaçlarını bitkilerden, **etçil** hayvanlar da otçulardan tedarik ederler.

Homopolisakkaritler

Çok sayıda monosakkaritin dehidrasyonu ile oluşmuş büyük molekülü karbohidratlardır. Temel yapı birimi glikoz molekülüdür.

n (Monosakkarit) → Polisakkarit + (n-1) Su

Karbohidratların çoğu canlılar için temel besin maddeleri'dir. Yeşil bitkilerde **fotosentez** sonucu meydana gelirler. Otçul hayvanlar bu ihtiyaçlarını bitkilerden, etçil hayvanlar da otçulardan tedarik ederler. Vücutta 1 gr karbohidratın yanması sonucunda ortalama 4 kalori açığa çıkar. **Selüloz**, besin kaynağı olmakla birlikte bitkilerin destek yapısına da giren önemli bir karbohidrattır.

Polisakkaritler birimlerin tekrarlanmasıyla şekillenen **polimerlerdir**.

Heteropolisakkaritler

Yapılarında monosakkaritlere ek olarak başka maddeler de içeren karbohidratlardır. Ek gruplar kükürtlü veya azotlu olabilir. Çoğunlukla bağ dokuda yapı elemanı olarak kullanılırlar. **Hyaluronik asit, heparin, keratan sulfat ve kondrotin sulfat** başlıca örnekleridir.

Karbonhidratların bazı işlevleri aşağıda verilmiştir:

- Karbonhidratlar pek çok hücre ya da mikroorganizmada enerjinin büyük bir bölümünü sağlarlar.
- Karbonhidratlar, kayganlık, hücresel ileti ve bağışıklıkta da rol oynarlar.
- Karbonhidratlar, DNA ve RNA'yı oluşturan nükleotitlerin büyük bir bölümünü kapsarlar.
- Karbonhidratlar metabolik ara ürün olarak iş görürler.
- Fizikokimyasal özellikleri düzenlerler. Örneğin çözünürlük, viskozite, yük ve denatürasyon gibi.
- Hücre içinden ve dışından olabilecek proteolize karşı korurlar.
- Prekürsör proteinlerin daha ufak proteinlere proteolitik ayrışmasını etkilerler.

- Biyolojik aktivitede rol oynarlar.
- İntrasellüler göç ve sekresyonu düzenlerler.
- Embriyonik gelişme ve farklılaşmayı etkilerler.
- Kanseri hücreleri tarafından seçilmiş metazotaz bölgelerini etkilerler.

Karbonhidratları sınıflandırınız ve herbirine bir örnek veriniz?



SIRA SİZDE

NÜKLEİK ASİTLER

Nükleik asitler, bütün canlı **hücrelerde** ve **virüslerde** bulunan, **nükleotit** birimlerden oluşmuş **polimerlerdir**. **Nükleik asitler genlerin taşıyıcısı ve protein sentezi için gerekli bilginin saklanması ve aktarılmasından sorumlu önemli bileşiklerdir**. Nükleik asitler başlıca **hücre çekirdeğinde** bulunmalarından dolayı keşfedildiklerinde bu şekilde adlandırılmışlardır. Ancak, günümüzde sadece hücre çekirdeğinde değil, **sitoplazmada**, **ribozomlarda** ve **mitokondrilerde** de bulundukları anlaşılmıştır.

İçerdikleri şeker türüne göre nükleik asitler ikiye ayrılırlar:

1. Deoksiribonükleik asit (DNA)

2. Ribonükleik asit (RNA)

Nükleik Asitlerin İşlevleri

Nükleik asitler hücrede, bilgi depolama ve aktarımında önemli bir rol oynarlar. Dört temel taşın uzun polimerler oluşturabilmeleri, ayrıca bazların birbiriyle hidrojen bağı kurma özelliği, DNA'nın kendini yenilemesi, DNA'daki bilginin RNA'ya kopyalanması (**transkripsiyon**) ve diğer önemli hücresel süreçlerde kullanılır.

Nükleik asitlerin başlıca işlevi **genetik** bilginin saklanması ve aktarımını sağlamaktır. Bu işlevleri yönünden DNA ve RNA farklı bir rol oynarlar.

DNA'nın görevi: Organizmalarda DNA genetik materyal olarak görev yapar.

RNA'nın görevi: RNA'nın çok sayıda görevi vardır:

- RNA, genetik bilginin protein sentezinin yapıldığı bölgeye taşınmasında rol oynar.
- RNA bazı virüsler için (polivirüs, bütün mozaik virüsü gibi) genetik materyal olarak iş görür.
- RNA, ribozomların ve bazı enzimlerin zorunlu bir bileşenidir. RNA, proteinler ile etkileşime girmeksizin katalitik aktivite gösterebilir.
- RNA, protein sentezi sırasında haberci RNA ile eşleşen amino asitler arasında çok önemli bir bağlantı oluşturmaktadır.

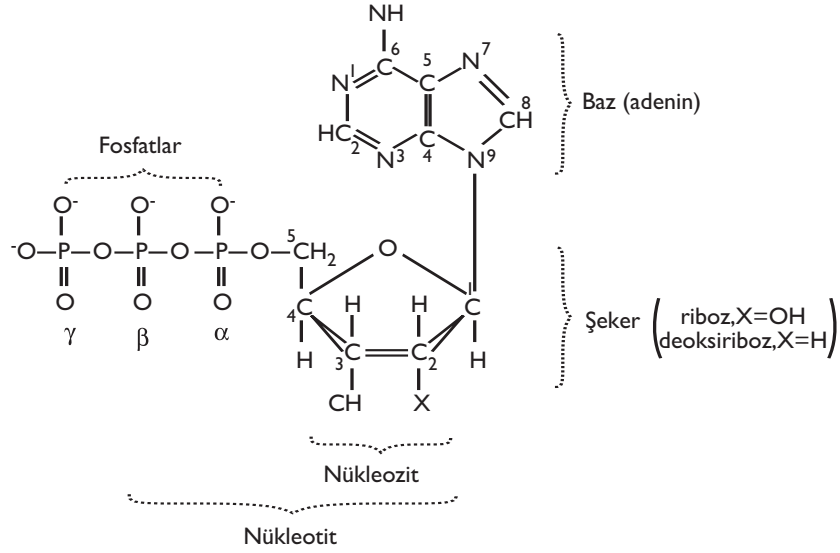
Nükleik Asitlerin Yapısı

Nükleik asitler başlıca **hücre çekirdeğinde** bulunmalarından dolayı keşfedildiklerinde bu şekilde adlandırılmışlardır. Nükleik asitler, **nükleotit** birimlerden oluşmuş **polimerlerdir**. Bu polimerleri oluşturan **nükleotit** birimlerin (**Şekil 2.7**) her biri üç bölümden oluşur. Bunlar;

1. Azotlu **heterosiklik** bir **baz**,
2. beş karbonlu (**pentoz**) bir **şeker** ve
3. bir **fosfat** grubudur.

Şekil 2.7

Nükleotit yapısı. Bir nükleozit (adenozin ya da deoksiadenozin) trifosfat gösterilmiştir. Baz, şeker ve fosfat kısımları belirtilmiştir. Bir nükleozit, bir baz ve şekerden oluşur. Bir nükleotit ise bir baz, şeker ve fosfat grubundan oluşur. Şeker molekülüne en çok üç fosfat grubu (α , β , γ) eklenebilir.



RNA **molekülleri** ilk sentezlendiklerinde bu dört temel bazdan oluşmalarına rağmen bazı RNA türleri sonradan **enzimler** tarafından **modifikasyona** uğrarlar ve başka tür **bazlar** da içerebilirler. RNA moleküllerinde bulunan, değişime uğramış (modifiye) baz türlerinin sayısı yüze yakındır.

Nükleik Asitlerin Yapısında Bulunan Azotlu Baz ve Şekerler

Nükleik asitlerin yapısında bulunan bazlar başlıca 2 gruba ayrılırlar:

1. Pirimidin Bazlar (Sitozin, Timin, Urasil)

2. Purin Bazlar (Adenin, Guanin)

DNA ve RNA içerdikleri azotlu bazlarda da farklılık gösterirler: **adenin**, **guanin** ve **sitozin** her ikisinde, **timin** yalnızca DNA'da, **urasil** ise yalnızca RNA'da bulunur.

Nükleik asitin içerdiği şekerin çeşidine göre **iki tip nükleik asit** bulunur. Eğer deoksiriboz şekeri bulunuyorsa **deoksiribonükleik asit**, riboz şekeri bulunuyorsa **ribonükleik asittir**. Kısaca, RNA'da bulunan **şeker riboz**, DNA'da ise **deoksi-riboz**dur.

Nükleik asitlerin dizinleri onları oluşturan nükleotitler bir harflik kısaltmalarla yazılırlar. **Adenin**, **sitozin**, **guanin**, **timin** ve **urasil**'in kısaltmaları sırasıyla, A, C, G, T ve U'dur. Dizinin yazılış yönü şekerlerin 5' ve 3' karbonlarının zincir üzerindeki sırasına göredir, dizinler şekerlerin 5'-3' karbonlarının doğrultusunda okunurlar.

Baz eşlenmesinin hücreye sağladığı bir diğer fayda, çift sarmalda bilginin iki kopya olarak saklı olmasıdır. DNA kopyalamasında meydana gelebilen hatalar bu sayede hücredeki hata kontrol mekanizmaları tarafından algılanıp tamir edilir.

Nükleozit ve Nükleotit'ler

Pürin veya pirimidin azotlu bazlarının birer pentoz olan riboz veya deoksiriboz ile birleşmesi sonucu nükleozitler, nükleozitlerin fosforik asit esterlerinden nükleotitler ve çok sayıda nükleotidin bir araya gelmesi ile de nükleik asitler meydana gelmektedir (Şekil 2.7 ve Tablo 2.3).

Azotlu Baz	+ Pentoz (Nükleozit)	+ Fosfat (Nükleotit)
U Urasil	Uridin	Uridilik asit
C Sitozin	Sitidin	Sitidilik asit
A Adenin	Adenozin	Adenilik asit
G Guanin	Guanozin	Guanilik asit
T Timin	Timidin	Timidilik asit

Tablo 2.3
Nükleozit ve
Nükleotitlerin
İsimlendirilmesi

Nükleotitlerin Fonksiyonları

Nükleotitlerin hücrelerde nükleik asitlerin yapı birimi olarak görev yapmalarının yanı sıra, enerji taşıyıcı, enzim kofaktörlerinin bileşeni ve kimyasal haberci gibi fonksiyonları da bulunmaktadır. Nükleotitler hücrede kimyasal enerji taşımaktadırlar. Enerji taşıyan nükleotitlerde ribozun 5' hidroksil grubuna kovalent olarak bağlanan ve ribozdan başlayarak α β γ şeklinde isimlendirilen bir, iki veya üç fosfat grubu yer almaktadır. Biyokimyasal tepkimeler için gerekli enerjinin sağlanması sırasında adenozin trifosfat (ATP) en çok kullanılan nükleozid trifosfattır. UTP, GTP ve CTP ise daha spesifik tepkimelerde görev yapmaktadırlar. Trifosfat yapısı taşımalarından ötürü ATP ve diğer nükleozittrifosfat'ların hidrolizi ile enerji elde edilmektedir.

Nükleotitler pek çok enzim kofaktörünün bileşenidir. Yapılarında adenozin bulunan çeşitli enzim kofaktörlerinin çok geniş kimyasal fonksiyonları bulunmaktadır. Adenozin dışında kofaktörlerin yapıları birbirlerine benzememektedir. Kofaktörlerin fonksiyonlarında doğrudan rolü bulunmayan adenozin yapıdan uzaklaştığında kofaktörlerin aktivitelerinde büyük azalmalar meydana gelmektedir.

Bazı nükleotitlerde, hücresel iletişimde rol oynamaktadır. Hücreler, hormonlara veya bulundukları ortamdaki diğer kimyasal etkenlere yanıt vermektedirler. Hücre dışı kimyasal etkenler (ilk haberciler) ile hücre yüzeyindeki reseptörler arasında oluşan etkileşim, hücre içinde genellikle bir nükleotit olan ikinci habercilere iletilmektedir. En yaygın kullanılan ikinci haberci, plazma membranının iç yüzünde bulunan adenilat siklaz tarafından ATP molekülünden oluşturulan ve bir nükleotit olan adenozin 3', 5'-siklik monofosfattır.

Nükleotit monomerlerinin bir polimeri olan nükleik asitlerin primer yapısı, belirli tür ve sayıdaki nükleotidin belirli bir diziliş sırasına göre 3'-5' fosfodiester bağları ile birbirine bağlanarak polinükleotit zinciri oluşturmaları sonucu meydana gelmektedir. Nükleotitler arasındaki fosfodiester bağları kimyasal olarak veya deoksiribonükleaz ve ribonükleaz gibi nükleazların etkisiyle hidrolitik olarak koparılabilir. Zincir içi ve arası nükleotit bağlarını koparan nükleazlara endonükleaz, iki uçtan koparanlara ise ekzonükleaz adı verilmektedir.

Nükleik Asitler

Nükleik Asitler (polinükleotitler) birbirlerine fosfodiester bağları ile bağlanmış mononükleotit zincirlerinden meydana gelmiş polimerlerdir.

Deoksiribonükleik Asit (DNA)

DNA çift spiral yapılı bir nükleik asittir. Hücre çekirdeğinde, kromozomlarda ve mitokondrilerde bulunur. Genetik haber ünitesidir. DNA'nın yapı taşları, fosfat, 2-deoksiriboz, adenin, guanin, sitozin ve timindir. Deoksiriboz artığı, 3,5-fosfat diester bağı ile bazlara bağlıdır.

DNA organizmada 2 önemli görevi yerine getirir.

1. Genetik bilgileri taşır.

2. Genetik replikasyon yeteneğine sahiptir.

DNA, tüm organizmalar ve bazı virüslerin canlılık işlevleri ve biyolojik gelişmeleri için gerekli olan genetik talimatları taşıyan bir nükleik asittir. DNA'nın başlıca rolü bilginin uzun süreli saklanmasıdır. Protein ve RNA gibi hücrenin diğer bileşenlerinin inşası için gerekli olan bilgileri içermesinden dolayı DNA; bir kalıp, şablon veya reçeteye benzetilir. Bu genetik bilgileri içeren DNA parçaları gen olarak adlandırılır. Ama başka DNA dizilerinin yapısal işlevleri vardır (kromozomların şeklini belirlemek gibi), diğerleri ise bu genetik bilginin ne şekilde (hangi hücrelerde, hangi şartlarda) kullanılacağına düzenlenmesine yararlar.

Kimyasal olarak DNA, nükleotit olarak adlandırılan basit birimlerden oluşan iki uzun polimerden oluşur. Bu polimerlerin omurgaları, ester bağları ile birbirine bağlanmış şeker ve fosfat gruplarından meydana gelir. Bu iki iplik birbirlerine ters yönde uzanırlar. Her bir şeker grubuna baz olarak adlandırılan dört tip molekülden biri bağlıdır. DNA'nın omurgası boyunca bu bazların oluşturduğu dizi, genetik bilgiyi kodlar. Protein sentezi sırasında bu bilgi, genetik kod aracılığıyla okununca proteinlerin amino asit dizisini belirler. Bu süreç sırasında DNA'daki bilgi, DNA'ya benzer yapıya sahip başka bir nükleik asit olan RNA'ya kopyalanır. Bu işleme transkripsiyon denir.

Hücrelerde DNA, kromozom olarak adlandırılan yapıların içinde yer alır. Hücre bölünmesinden evvel kromozomlar eşlenir, bu sırada DNA ikileşmesi gerçekleşir. Ökaryot canlılar (yani hayvan, bitki, mantar ve protistalar) DNA'larını hücre çekirdeği içinde bulundururken prokaryot canlılarda (bakteri) DNA, hücre sitoplazmasında yer alır. Kromozomlarda bulunan kromatin proteinleri (histonlar) DNA'yı sıkıştırıp organize ederler. Bu sıkışık yapılar DNA ile diğer proteinler arasındaki etkileşimleri düzenleyerek DNA'nın hangi kısımlarının okunacağını kontrol eder.

Ribonükleik Asit (RNA)

RNA'lar ribonükleotitlerin birbirine bağlanmasıyla oluşan tek zincirli nükleik asitlerdir. Her bir RNA nükleotidi bir azotlu baz, bir riboz şeker ve bir fosfattan oluşur. RNA'nın önemli biyolojik rolleri vardır. Bunların arasında en önemlisi RNA, DNA'da taşınan genetik bilginin proteine çevirisi (**translasyon**) ile ilişkili çeşitli süreçlerde de yer alır.

RNA'lar hemen hemen bütün hücrelerde bol miktarda bulunurlar. **Hem ökaryotik ve hem de prokaryotik hücrelerde 3 ana RNA sınıfı vardır.** Bunlar;

m-RNA (Mesajcı RNA): DNA'daki bilgiyi protein sentez yeri olan ribozomlara taşır. Tek zincir yapılıdır ve toplam RNA'nın %1-3 ünü oluşturur. **Nükleolusta** ve **sitoplazmada** bulunur. Genetik bilgiyi taşır. Yarı ömrü kısadır. DNA'daki genetik bilginin, protein yapısına aktarılmasında (**translasyon**) kalıp görevi yapan aracı bir moleküldür. m-RNA ribozomlara tutunduktan sonra DNA'dan aldığı genetik şifreye göre sentezlenecek proteinin amino asit dizisini belirler.

t-RNA (Taşıyıcı RNA): Protein sentezinde kullanılacak olan amino asitlerin taşınmasında gereklidir. Kıvrımlı bir yapıya sahip olup toplam RNA'nın %15-20 si kadardır. **Sitoplazmada** bulunur. Amino asitlerin özel taşıyıcısıdır. t-RNA'lar dan ribonükleotitlerin polimerize olmasıyla oluşan çok kıvrımlar yapan ve tek zincirli yapıya sahip RNA çeşitidir. Doğada bulunan 20 amino asitin her biri için en az bir

Translasyon: Bir proteinin bir mRNA şablonundan sentezlenmesine translasyon denir.

t-RNA molekülü bulunmaktadır. t-RNA 'lar adaptörlük görevi yaparak bir uçlarına bağladıkları amino asiti, ribozoma tutunmuş m-RNA'nın taşıdığı kodona göre polipeptit zincirine dizerler.

r-RNA (Ribozomal RNA): r-RNA'lar ribozomların yapı ve fonksiyonlarında önemli görevler üstlenirler. r-RNA, toplam RNA'nın %80'ini oluşturur. **Endoplazmik retikulumda mikrozom fraksiyonunda** bulunur. Protein biyosentezinde t-RNA ve m-RNA ile birlikte işlev görürler.

DNA ve RNA moleküllerinin arasında benzerlik ve farklılıklar vardır:

Bunlar,

- DNA'yı oluşturan şeker molekülleri deoksiriboz, RNA'yı oluşturanlar ise ribozdur.
- DNA 'da timin, RNA 'da bunun yerine urasil bulunur.
- DNA'larda adenin sayısı timine, guanin sayısı sitozin sayısına eşittir. RNA da böyle bir oran söz konusu değildir.
- DNA çift iplikli, RNA ise tek ipliklidir.
- DNA hücrenin çekirdeğinde, RNA ise hem çekirdek hem sitoplazmada bulunur.
- DNA kendisini eşleyebilir, RNA ise kendisini eşleyemez
- DNA her zaman kalıtsal özelliği taşır. RNA'lar ise çoğu zaman yapısal görev yaparlar ve protein sentezinde genetik bilginin DNA'dan proteine aktarılmasında rol oynarlar.

Nükleik asitlerin adlarını ve önemli görevlerini belirtiniz?



SIRA SİZDE

LİPİTLER

Lipitler, kompleks yapılı organik biyomoleküllerdir ve canlı organizmalar için en önemli enerji kaynaklarından birisidir. Hayvansal ve bitkisel dokularda bol miktarda bulunan lipitler suda çözünmezler, ancak alkol, eter, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünürler. Lipit, "yağsı madde " demektir.

Lipitler, 3 temel özellik gösterirler:

- Yağ asitlerinin esterleridir.
- Canlı organizmalar tarafından kullanılabilirler.
- Suda erimezler, organik çözücülerle (eter, benzen, kloroform, aseton vb.) çözünürler.

Lipitlerin biyokimyasal önemi. Yağlar yani trigliseritler, önemli depo yakıt maddeleridir: 1gr yağ okside olduğunda 9.2 kcal'lik enerji açığa çıkarken, 1 gr karbonhidrat okside olduğunda 4.5 kcal ve 1 gr protein okside olduğunda 5.6 kcal 'lik enerji açığa çıkar. Depo yağlarının karbonhidratlar gibi enerji depo etme görevleri vardır. Deri altında bulunan yağlar, ısı yalıtkanıdır. Ayrıca çarpmalara karşı koruyucu yönleri vardır. Sitoplazma ve hücre organellerine ait zarların (membran) %50 si lipitlerden oluşmuştur. Bunlara ek olarak, lipitler bazı biyokimyasal bileşiklerin sentezinde prekürsör maddelerdir, bazı enzimleri aktive ederler, mitokondrilere elektron taşıma işlevine yardımcı olurlar, sinir hücrelerinin dış kısmını kaplayarak elektriksel yalıtkan rolünü görürler, beyin ve sinir hücrelerinin önemli bir kısmı lipitlerden oluşmuştur. Bütün hücrelerde **bilgi iletişimi, tanıma ve bağışıklık olaylarında** lipitlerin de önemli rolleri vardır.

Lipitlerin en önemli işlevleri ise;

- Hücre yüzey bileşeni olarak hücrelerin birbirlerini tanınmasında ve doku immunitesinde önemli görevleri vardır.
- Lipitler tüm canlı hücrelerin esansiyel yapı taşlarıdır.
- Kan plazmasındaki lipoproteinler lipitlerin taşıyıcı formlarını oluştururlar.
- Lipitler santral sinir sistemi ve periferik sinir dokusunda yüksek oranda bulunurlar.
- Spesifik bir form olan organ yağları organları sarar ve uygun anatomik pozisyonlarda kalmalarını temin ederler.
- Biyolojik enerji için depo ve taşıma maddesi olarak kullanılırlar
- Lipitler Vitamin A, D, E, K 'nın kaynağı olduğu gibi çok sayıda hormon, pigmentler ve safra asitleri de lipit maddesi sınıfına girerler.
- Özellikle diyetle alınan lipitlerle birlikte esansiyel yağ asitleri vücuda alınır.
- Lipitler aterosklerotik kalp hastalıkları ile ilişkisi yönünden önemlidirler.

Lipitlerin Sınıflandırılması

Lipitleri yapısal benzerliklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür:

1. Yağ asitleri

2. Gliserol Taşıyan Lipitler

2.1 Nötral Yağlar

(Mono- Di- ve Trigliseritler, Gliserol Eterler, Glukozil Gliseroller)

2.2 Fosfolipitler

(Fosfatidler, Difosfatidilgliseroller ve Fosfatidilinozitol)

3. Gliserol Taşımayan Lipitler

3.1 Sfolipitler

(Seramidler, Sfolipinler, Glikosfolipitler)

3.2 Alifatik Alkoller veya Mumlar

3.3 Terpenler

(Alifatik Karotinoidler, Alkol Gruplu Alifatik Karotinoidler, Karboksil Gruplu Alifatik Karotinoidler, Karotinler, Alkol Gruplu Hidroaromatik Karotinoidler)

3.4 Steroitler

(Steroller, Safra Asitleri, Cinsiyet hormonları, Adrenal korteks hormonları)

4. Diğer Sınıf Bileşiklere Bağlı Lipitler

(Lipoproteinler, Lipopolisakkaritler, Proteolipitler)

YAĞ ASİTLERİ

Yağ asitleri yapı bakımından en basit lipit sınıfıdır. Yağ asitleri nötral yağların, gliserofosfatitlerin ve sfingolipitlerin sentezi için zorunlu olan yapı taşlarıdır. Yağ asitlerinin pek çoğu organizmada hücre yapısı elemanı olarak kompleks lipitler halinde, çok az bir kısmı da hücre ve dokularda serbest yağ asiti olarak bulunurlar.

Yağ asitlerinin birçok hücre ve dokularda serbest haldeki miktarlarının çok düşük olmasına rağmen fosfolipitler, glikolipitler, kolesterol esterleri ve mumlar gibi diğer grupların yapı taşları olarak da iş görmektedirler. Yağ asitlerinin tipik özellikleri hepsinde bir hidrokarbon zincirinin olması ve uçta bir karboksil grubunun bulunmasıdır. Yağ asitleri alifatik karboksilik asitler olup, çift veya tek karbon atomuna sahip olabilirler. Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri genelde düz zincir türevleridir ve iki karbonlu birimlerden sentez oldukları için çift sayıda karbon

atomları (genelde 16-18 karbonlu) vardır. Bu zincirler doymuş (yapılarında çift bağ taşımazlar) ve doymamış (yapılarında bir veya daha fazla çift bağ taşırlar) olabilirler ve bu özelliklerine bağlı olarak düz veya kıvrımlı olabilirler. Yağ asitlerinin %95'e yakını ester halinde, %5'i ise serbest yağ asitleri halinde plazmada albumine bağlı olarak bulunurlar. Ester halindeki yağ asitlerinin %45'i triaçilgiserol, %35'i fosfolipit ve %15'i ise kolesterol ile birlikte yer alır.

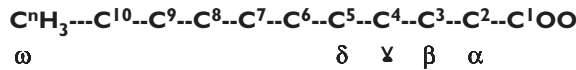
Yağ asitleri 3 önemli özelliğe sahiptirler:

- Çoğunluğu asiklik, monokarboksilik hidrokarbon kalıntılardan kuruludur.
- Doyurulabilirler ya da bir veya daha fazla doymamış bağ taşırlar.
- Karbon atomları hemen hemen daima çift sayıdadır.

Yağ asitler bir ucunda metil grubu ve uzun hidrokarbon zinciri, diğer ucunda ise karboksil grubu taşırlar. Hidrokarbon zinciri ya palmitik asitte olduğu gibi bir çift bağ içerir veya diğer yağ asitlerinde olduğu gibi birden fazla çift bağ içerirler. Yağ asitlerindeki karbon sayısı 2-34 arasında değişir. Biyolojik önemi olan yağ asitleri ise 16-18 karbon taşıyanlardır. Yağ asitleri kısa sembollerle gösterilirler. Bu sembollerde yağ asitlerinin karbon sayısı, içerdiği bağ sayısı ve konfigürasyonu belirtilir. Örneğin 16 C atomlu ve doymuş bir yağ asiti olan palmitik asit 16:0 şeklinde gösterilir. Doymamış yağ asitlerinin çift bağları Δ sembolüyle gösterilir. Örneğin 18 C atomu ve bir çift bağa sahip olan oleik asit (doymamış) 18:1 Δ^9 şeklinde gösterilir. Semboldeki ilk rakam yağ asitinin karbon sayısını, ikinci rakam çift bağ sayısını ve bu bağın hangi karbonlar arasında bulunduğunu belirtir (Oleik asitte 9 ve 10. karbonlar arasında bir çift bağ mevcuttur).

Yağ asitlerinin en basit genel formülü (**R-COOH**) dır. Yağ asitlerinin yapısında bulunan karbon atomlarının numaralanması karboksil (-COOH) grubunun bulunduğu uçtan başlar (**Şekil 2.8**). Karboksil grubuna bitişik karbon atomu ise **alfa** diye bilinir. Son karbon atomu ise **omega** olarak isimlendirilir.

Şekil 2.8



Yağ asit zincirinin numaralandırılması

Sistemik adlandırmada doymuş yağ asitlerinin sonuna “-oik”, **doymamış yağ asitlerinin sonuna ise “enoik”** eki getirilir. Yağ asitleri karıştıkları olan hidrokarbonlara göre sınıflandırılırlar.

Yağ asitlerinin yapısındaki çift bağların sayı ve yerlerini göstermek için çeşitli düzenlemeler ve semboller kullanılır.

Δ^9 : Yağ asiti karbon zincirinde 9. ve 10. karbonlar arasında bir çift bağ olduğunu gösterir.

ω^9 : ω -karbon atomundan itibaren sayıldığında çift bağın 9. karbondan olduğunu gösterir.

Yağ asitlerinin doymamışlığı dereceleri ve hidrokarbon zincirinin uzunluğu ile erime noktaları arasında bir ilişki vardır. Yağ asitlerinin erime noktaları çift bağ sayısı arttıkça düşer, zincir uzadıkça artar.

Doymuş yağ asitleri: Çift bağ içermezler. Genel formülleri **C_nH_{2n}+1COOH** şeklindedir. Palmitik ve stearik asit bütün hayvansal ve bitkisel katı yağlarda ortak olarak bulunur (**Tablo 2.4**).

Tablo 2.4
Karbon sayılarına
göre doymuş yağ
asitleri

C-	Formülü	Yağ asiti adı
1	-	Formik asit
2	CH ₃ COOH	Asetik asit
3	C ₂ H ₅ COOH	Probiyonik asit
4	C ₃ H ₇ COOH	Butirik asit
5	C ₄ H ₉ COOH	Valerik asit
6	C ₅ H ₁₁ COOH	Kaproik asit
8	C ₇ H ₁₅ COOH	Kaprilik asit (oktanoik)
10	C ₉ H ₁₉ COOH	Kaprik asit (dekanoik)
12	C ₁₁ H ₂₃ COOH	Laurik asit
14	C ₁₃ H ₂₇ COOH	Miristik asit
16	C ₁₅ H ₃₁ COOH	Palmitik asit
18	C ₁₇ H ₃₅ COOH	Stearik asit

Doymamış yağ asitleri: Bir veya birden fazla çift bağ içerirler. Birden fazla doymamış bağ taşıyan **linoleik** ve **linolenik asitler esansiyel yağ asitleridirler**.

Doymamışlık derecelerine göre **mono-** ve **poli-ansature yağ asitleri** ve **eikosanoitler** şeklinde alt gruplara ayrılırlar. Bunlar,

- **Monoansature Yağ Asiti:** Tek çift bağ taşır.
Palmitoleik asit: C₁₅H₂₉COOH (C16; Δ⁹)
Oleik asit: : C₁₇H₃₃COOH (C18; Δ⁹)
- **Poliansature Yağ Asiti:** İki veya daha fazla çift bağ taşır.
İki çift bağ içerenler: **C_nH_{2n-3}COOH**
 - Linoleik asit (C18; Δ⁹, ¹²)
- Üç çift bağ içerenler: **C_nH_{2n-5}COOH**
 - Linolenik asit (C18; Δ⁹, ¹², ¹⁵)
- Dört çift bağ içerenler: **C_nH_{2n-7}COOH**
 - Araşidonik asit (C20; Δ⁵, ⁸, ¹¹, ¹⁴)
- **Eikosanoitler:** 20 karbonlu polienoik yağ asitlerinden türeyen bileşiklerdir. **Prostanoitler** (prostaglandinler, prostasiklinler ve tromboksanlar) ve **lökotrienler** önemli eikosanoit bileşikleridirler.

GLİSEROL TAŞIYAN LİPİTLER

Nötral Yağlar

Lipitlerin en yaygın sınıfıdır.

Nötral yağlar 3 önemli fizyolojik işleve sahiptirler:

- Yedek besin maddesidirler
- İç organların korunmasında görevlidirler.
- Vücuttan ısı kaybına karşı izolator görevi yaparlar.

Mono- Di- ve Trigliseritler

Gliserinin yağ asitleriyle yaptığı esterlere **gliserit** veya **açilgliserol** adı verilir. Bunlara bazan **nötral yağlarda** denir. Gliseritlerin en temel bileşeni yağ asitleri-

dir. Gliserin 3 hidroksilli bir alkol olduğundan, üç tür gliserit (**monogliserit, digliserit ve trigliserit**) verebilir. Gliserolün bir alkol grubu bir molekül yağ asiti ile esterleşirse **monogliserit**, iki alkol grubu iki molekül yağ asiti ile esterleşirse **digliserit** ve gliserolün üç alkol grubu da üç molekül yağ asiti ile esterleşirse **trigliseritler** oluşur. Bunlardan en önemlisi, trigliseritlerdir. Trigliseritler, genelde besin maddesi olarak kullanılan bitkisel ve hayvansal yağların temel bileşenleridir.

2.2. Fosfogliseritler (*Fosfatitler, Difosfatidilgliseroller ve Fosfatidilinozitol*)

Fosfogliseritler gliserin ve esterleşmiş halde fosforik asit taşıyan lipitlerdir. Hayvansal ve bitkisel bütün hücrelerde, beyin, karaciğer, yumurta, akciğer, pankreas ve kalp kasında bol bulunur. Asetonda erimezler. Bu yönüyle diğer lipitlerden ayrılırlar.

Fosfatitler

Fosfatitler, gliserol fosfat türevi olup çoğu zaman azotlu bir baz (kolin, etanolamin) içeren **plazmalojen, kefalin ve lesitin**lerdir.

Plasmalojenlerin yapı taşları: Gliserol + Yüksek yağ asitlerinin aldehit şekli + Fosfat + Etanolamin'dir. Plasmalojenlerde gliserinin 1. karbonuna vinil grubu içeren bir yağ alkolu eter bağı ile bağlanmıştır. 3. karbondan ise genelde fosfata bağlı olan bir etanolamin grubu bulunur. Bazan etanolamin yerine kolin, serin, inositol bağlanmıştır. Plasmalojenler, beyin ve kas fosfolipitlerinin yaklaşık %10 unu oluştururlar.

Lesitin ve kefalinler hayvan hücre membranının yapısal bileşenidirler.

Kefalin (Fosfatidiletanolamin)'in yapı taşları: Gliserol + Yağ asiti + Fosfat + Etanolamin'dir. Kefalinler lesitinlerden yapılarında kolin yerine etanolamin bulundurmalarıyla ayrılırlar ve beyin ve vücut dokularında bulunurlar. Kefalin'de yapı olarak fosforik asitin hidroksil (OH) grubuna bir amino alkol olan etanolamin bağlanmıştır.

Lesitin (Fosfatidilkolin)'in yapı taşları: Gliserol + Yağ asiti + Fosfat + Kolin'dir. Lesitin vücudun kolin deposudur. Lesitinde, fosforik asitin hidroksil (OH) grubuna kolin bağlanmıştır. Kolinin asetil türevi olan asetilkolin, sinir impulslarının kimyasal ileticisidir.

Difosfatidilgliseroller ve Fosfatidilinozitol

Gliserol fosfatın azotsuz türevleridir. Difosfatidilgliserolde 2 fosfatidik asit, gliserol köprüsü ile bağlıdır. Kalp kasında bulunur. Bunlara **kardioplipin** de denir. **Kardioplipin** 1,3-difosfatidil gliserindir ve mitokondri iç zarının temel bileşenidir.

Fosfatidilinozitol 3-fosfatidil-miyoinositoldür. Yapısında, gliserol (1 mol), miyoinositol (1 mol), yağ asiti (2 mol) ve fosfat (1-3 mol) bulunur. Buradaki miyoinositol, heksahidroksikloheksanın stereoizomerinden birisidir. 3 Fosfatidil-miyoinositol beyin hücrelerinde bulunur ve sekonder uyarıların iletilmesinde prekürsör rolü vardır.

GLİSEROL TAŞIMAYAN LİPİTLER

Sfingolipitler

Sfingolipitler, bitki ve hayvan hücre membranının yapısal bileşenidirler. Yapılarında gliserol yerine **sfingozin alkol** (18 C'lu, 1 çift bağı, 1 NH₂ gruplu doymamış primer bir alkol) bulundurulur. Sfingozin (4-sfingenin), iki asimetrik karbonlu (C-2 ve C-3) bir amino alkoldür. Sfingolipitler dokularda bulunur ve hayvansal zarla-

rın bileşimine girerler. Sfingeninden sfingolipitler meydana gelirken, molekülün ucundaki primer alkol grubunun oksijenine ve/veya primer amin grubunun azotuna gruplar bağlanarak değişik sfingolipitler meydana gelir.

- **Seramidler**

Seramid sfingoizin alkolün N-açıl yağ asiti türevidir. Sfingoizin NH₂ grubuna, bir yağ asitinin amid bağı ile bağlanması sonucu oluşan seramid, glikosfingolipitler dahil doğal yolla oluşan sfingolipitlerin çekirdek yapısını meydana getirir.

- **Sfingomyelinler**

Sfingomyelinler, sinir doku membranlarının başlıca fosfolipit bileşenleridir. Sfingomyelinler, fosfat içeren ve şeker kısmı bulunmayan tek sfingolipit grubudur. Seramiden (sfingoizin + bir yağ asiti) ve sitidin difosfat (CDP)- kolinden oluşurlar.

- **Glikosfingolipitler**

Yapılarında karbonhidrat kalıntısı taşıyan sfingolipitler, glikosfingolipitler olarak bilinirler. Bu kompleks lipitler doku immunitesine karışıkları gibi, hücrelerin birbirini tanıma bölgelerinde de bulunarak dokuların yapı ve gelişmesini sağlarlar. Glikosfingolipitler, **serebrositler, gangliositler ve seramid oligosakkaritler** olmak üzere 3 grupta toplanırlar.

- **Serebrositler**

Seramid monoheksozit yapısında olan **serebrositlerin** en önemlileri **galakto-serebrosit** ve **glukoserebrosit** dir. Serebrositler sinir dokusu membranlarında, özellikle miyelin kılıfta bulunurlar. Yapı taşları: sfingoizin alkol + yağ asiti + galaktoz (yada glikoz)'dan oluşur. Yapıdaki galaktoz süt şekeri olan laktozun yapısına girer ve beyin ve sinir sisteminin gelişmesi için önemlidir.

- **Gangliositler**

Gangliositler bir ya da daha çok sayıda nörominik asit kalıntısı içeren glikosfingolipitlerdir. Gangliositlerin yapısında genellikle nöraminik asitin N-asetil türevidir olan sialik asit olarak bilinen N-asetilnörominik asit (NANA) bulunur. Sinir ve dakta bol bulunurlar. Gangliositler sinir hücrelerinde (ganglion) yüksek miktarlarda bulunurlar ve nörotransmitter moleküllere bağlanarak, impulsun bir sinirden diğerine geçmesini sağlarlar.

- **Seramid Oligosakkaritler**

Seramid monosakkaridi seramid disakkarit gibi seramide bağlı karbonhidratın sayısına göre isimlendirilirler. Bunlardan **sitolipin H** bir seramid laktozit olup immunolojik aktivite gösterir. **Sitolipin K** ise böbreklerden elde edilen bir diğer seramid oligosakkarittir.

Alifatik Alkoller veya Mumlar

Terpenler

Terpenlerin kurucu üniteleri **izopren** (2-metil bütadien)'dir. Karotinoidler terpen grubu maddeler olup izopren moleküllerinin kondenzasyonu ile meydana gelen düz zincir yapılı, açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renkte bileşiklerdir. Çok sayıdaki doğal yağlara ve doku lipitlerine sarı rengini veren karotinoidlerdir. Karotinoidler çift bağ içerdiklerinden havanın oksijeni ve U.V. ışını ile hızla oksitlenirler.

Karotinoidler 1) Alifatik Karotinoidler, 2) Alkol Gruplu Alifatik Karotinoidler, 3) Karboksil Gruplu Alifatik Karotinoidler, 4) Hidroaromatik Halkalı Karotinoidler (Karotinler) ve 5) Alkol Gruplu Hidroaromatik Halkalı Karotinoidler olmak üzere beş ana grupta toplanırlar. Bunlara örnek olarak domatese kırmızı rengi veren **li-**

kopin ve kolesterol sentezinde bir ara ürün olan **squalen** alifatik karotinoidlerdendir. Yeşil bitkilerde klorofilde yer alan **fitol** alkol gruplu alifatik karotinoidlere örnektir. Safranın renkli maddesi olan **α -Krosetin** karboksil gruplu alifatik karotinoidlere iyi bir örnektir. **α - β - ve γ - Karotinler** hidroaromatik halkalı karotinoidlerdendirler. Karotinler, organizmada vitamin A'ya çevrilirler, yeşil yapraklarda ve havuçta bol miktarda bulunurlar. Mısır tanesinde ve kırmızı biberde bulunan **kriptoksantin** monohidroksi β - karotin yapıda, ve tavuk yağına ve yumurta sarısına sarı renk veren **ksantofil (lutein)** ise dihidroksi ise α - karotin yapısında olan alkol gruplu hidroaromatik halkalı karotinoidler sınıfında yer alırlar.

Steroidler

Steroidlerin temel yapısını **siklopentanoperhidrofenantren oluşturur**. Fenantren, birbirleriyle açılı şekilde kaynaşmış olan üç benzen halkasından meydana gelmiştir. Perhidrofenantren, fenantrenin tamamen hidrojenlenmiş türevidir, bunun uç tarafına siklopentan halkası kaynaşınca siklopentanoperhidrofenantren meydana gelir. Steroitler, bunun karbonlu yan zincir, alkol, aldehit, keton, çift bağ şeklinde bazı fonksiyonlu grup taşıyan türevleridir. Siklopentanoperhidrofenantrenin cis- ve trans- olmak üzere iki geometrik izomeri vardır.

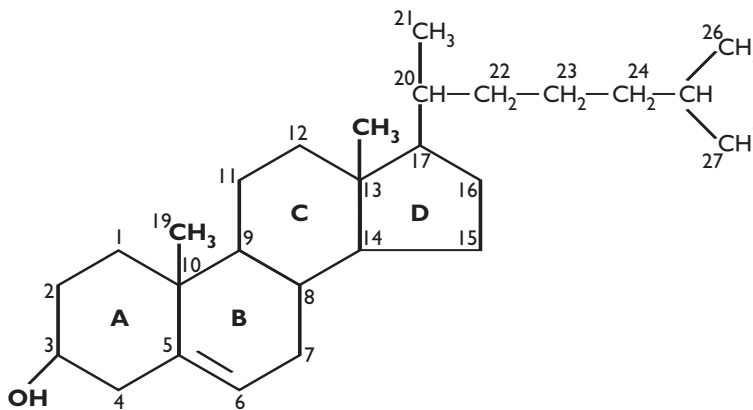
Steroidler: **Steroller, safra asitleri (kolik asitler), cinsiyet hormonlar ve kortikal hormonlar** olmak üzere yaygın olarak bulunurlar.

Steroller. Molekülünde bir steran halkası ile 3 no'lu karbonlarında bir hidroksil (-OH) grubu ve 17 no'lu karbonlarında ise bir yan zincire içeren steroid bileşiklerdir.

Sterolleri 3 ana gruba ayırmak mümkündür. Bunlar,

1. Hayvansal dokularda bulunan **Zoosterol**'ler (Kolesterol)
2. Maya ve mantarlarda bulunan **Mukosterol**'ler (Ergosterol)
3. Bitkisel dokularda bulunan **Fitosterol**'ler (Stigmasterol ve sitosterol) dir.

Kolesterol. Zoosterollerin en önemlisi kolesteroldür. Bütün hayvansal dokularda bulunur, ancak bitkilerde bulunmaz. Kolesterol en çok beyin, sinir dokusu ve yumurta sarısında bulunur. *Antibemolitik* etkiye sahiptir. Kolesterolün molekül yapısı 3-hidroksi-5-dehidrokolestandır. Kolesterolün steran halkasının, 3 no'lu karbonunda bir hidroksil (-OH) grubu, 5-6. karbonlar arasında bir çift bağ, 10 ve 13 no'lu karbonlarda birer metil (-CH₃) grubu ve 17 no'lu karbondan da 8 karbonlu bir yan zincir yer alır (**Şekil 2.9**).



Şekil 2.9
Kolesterolün yapısı

Kolesterol, hayvansal organizmada yaygın olarak bulunan bir steroldür. Karaciğerde sentezi yapılır, besinlerle de alınır. Lipit metabolizmasında, lipitlerin taşınmasında önemli rolü vardır. Safra asitleri, cinsiyet hormonları ve diğer steroidlerin biyosentezinde öncül bileşiktir. Lipit metabolizması bozulduğunda ve yaşlılıkta kolesterol yağ asiti esterleri damar çeperlerine çökeliş yapılarak damar sertliğine (ateroskleroz) neden olur. Kolesterol katalitik olarak hidrojelendiğinde, birbirinin geometrik izomerleri olan **kolestanol** ve **koprostanol** meydana gelir. Kolestanol ve koprostanol, kolesterolün barsak bakterileri tarafından indirgenmesiyle meydana gelir ve kalın barsakta ve dışkıda bulunur. Diğer steroller: **Lanesterol**, yün yağında bulunur. **Ergosterol** ve **stigmasterol** bitkisel kökenli sterollerdir.

Safra Asitleri (Kolik Asitler)

Safra asitleri karaciğerde sentezlenir, safra kesesinde toplanır ve ince barsaklarda salgılanırlar. **Yüzey gerilimini azaltıcı ve emülsiyon yapıcı özelliğe** sahiptirler. Yağların yüzeylerini genişleterek lipaz gibi enzimlerin yağlara daha iyi etki etmelerini sağladıkları için, barsaklardan yağ asitlerinin emiliminde önemli görevleri vardır. Lipaz enzimlerinin yağları kolaylıkla hidrolizleyebilmeleri için, safra asitlerinin anyonları (tuzları) yağları emülsiyon haline getirerek enzimin değme yüzeyini artırır. Bu özellikleriyle kolik asit anyonları çok güçlü doğal deterjanlardır. Üç tür kolik asit vardır: Kolik asit, deoksikolik asit ve litokolik asit. Ayrıca yan zincirdeki asit grubun, karboksilik asit, glikokolik asit ve taurokolik asit olmak üzere üç türü vardır. Kolik asit anyonlarının sayısının çok olmasıyla deterjan etkisi artar, yağlar daha hızlı bir şekilde emülsiyon haline getirilir.

Cinsiyet Hormonları

Androjenler, erkek cinsiyet hormonları olup, başlıca testosteron ve dihidrotestosterondur, testislerde sentezlenirler. Dihidrotestosteronun etkinliği testosterondan daha çoktur. Her ikisinin de steroid yapılı metabolitleri idrarda bulunur, ama bunların androjen etkinlikleri çok daha azdır.

Östrojenler, başlıca estron ve estradioldür, aromatik halka içerirler. Estradiolün etkinliği estronunkinden daha çoktur. Bunların metaboliti olan estrol idrarda bulunur ve etkinliğidaha azdır. Östrojen ovaryum tarafından salgılanır ve kimyasal olarak östradiol-17-beta'dır.

Progestinler korpus luteumda sentezlenir. Gebelik durumunda cinsel etkinlikleri bastırıcı rolleri vardır

Adrenal korteks (böbrek üstü bezinin kabuk kısmı) hormonları.

Böbrek üstü bezinden 50 kadar steroid bileşik elde edilmiştir. Ancak bunlardan hormon etkisi gösterenlerin sayısı çok daha azdır ve başlıca iki sınıfa ayrılırlar:

1) Mineralokortikoidler, (Başlıca **aldosteron**) ve **2) Glikokortikoidler**, başlıcaları **kortizol ve kortizon**dur:

- **Aldosteron**, bir mineralokortikoidtir, elektrolitlerin taşınmasını ve suyun dokulardaki dağılımını düzenler.
- **Kortizol ve kortizon**, birer glikokortikoidtir; protein, karbonhidrat ve lipit metabolizmalarını düzenler. Ayrıca, lökositlerin travma ve romatizmadan ileri gelen ölü hücrelere saldırısını önleyerek yangıları giderir.

DİĞER SINIF BİLEŞİKLERE BAĞLI LİPİTLER

Lipoproteinler

Lipoproteinler, kovalent olmayan bağlarla birbirine tutunarak oluşan protein ve lipit kompleksleridir. Klinik olarak en önemli lipoprotein sınıfı plazma lipoproteinleridir, **başlıca lipit taşıyıcıları olarak işlev görürler**. Plazma lipoproteinleri **apolipoproteinler** adı verilen özgün proteinler ve lipitlerin moleküler kompleksleridir. Beslenme veya novo sentezle elde edilen **trigliseritler** ve serbest veya esterleşmiş **kolesterol** lipoprotein partikülleri tarafından taşınırlar. Lipoproteinler, lipitleri plazmada taşıırken çözünür halde tutmak ve kendi lipit içeriklerini dokulara verebilmek için etkili bir mekanizma olarak çalışırlar. Kan **plazmasındaki** lipoproteinler, suda çözünürlüğü düşük olan lipit moleküllerini kan dolaşım sistemi aracılığıyla vücut içinde taşırlar. Taşıyıcı özelliklerinin yanı sıra, lipit metabolizmasında yer alan çeşitli **enzimlerin**, taşınan lipitleri birbirine dönüştürdüğü kimyasal reaksiyon platformları olarak da işlev görürler. Apolipoproteinlerin yapısal veya katalitik işlevleri vardır.

Yoğunluklarına göre plazma lipoprotein fraksiyonları ve görevleri şöyledir:

1. Yüksek dansiteli lipoproteinler (HDL): Diğer dokulardan kolesterol toplayıp karaciğere geri getirirler. Bazen **“iyi kolesterol”** olarak adlandırılırlar.
2. Düşük dansiteli lipoproteinler (LDL): Karaciğerden diğer dokulara kolesterol taşırlar. Bazen **“kötü kolesterol”** diye de adlandırılırlar.
3. Orta dansiteli lipoproteinler (IDL): Yoğunluk olarak VLDL ile LDL arasındadırlar. Kanda genelde görülmezler.
4. Çok düşük dansiteli lipoproteinler (VLDL): Yeni sentezlenmiş trigliseritleri karaciğerden yağ dokularına taşırlar.
5. Şilomikronlar (CM): İnce bağırsaktan karaciğere trigliseritleri taşırlar.

Lipoproteinlerin lipit miktarları fazlaysa dansitesi düşük demektir. Dolayısıyla lipit oranı en yüksek lipoproteinlere VLDL, protein kısmı lipitten biraz fazla olanlara LDL, ve protein oranı en yüksek olan lipoproteinlere HDL denir. VLDL’ler karaciğerde üretilir ve trigliseritlerden oluşmuşlardır. Görevleri, trigliseritleri karaciğerden perifer dokulara taşımaktır. LDL’ler, VLDL’in lipit kısmının parçalanmasıyla oluşurlar. VLDL’den çok daha az trigliserit içerdikleri halde kolesterol ve kolesterol ester içerikleri yüksektir. LDL’lerin esas işlevi, perifer dokulara kolesterol sağlamaktır. Şilomikronlar, yoğunluk olarak en az, boyut açısından ise en büyük partiküllerdir ve ağırlık olarak lipit en az da protein oranına sahiptirler. Bunlar, barsak mukoza hücrelerinde üretilirler ve trigliseritlerle kolesterol ve kolesterol esterlerini ince barsakta yağın sindirildiği yerden depo edildiği periferik dokulara taşırlar.

Lipopolisakkaritler

Lipitlerin polisakkaritlerle birleşmesinden oluşan büyük moleküllerdir. Bakterilerin hücre duvarında bulunurlar.

Proteolipitler

Lipit protein kompleksleri’dirler.

Lipitlerin önemli olan işlevlerini sıralayınız?



SIRA SİZDE

Özet



Hücresinin yapısının oluşturan biyomoleküller hakkında temel bilgileri açıklamak.

Biyomoleküller canlının yapısını oluşturan belirli ve özgün işlevlere sahip molekül topluluklarıdır. Bu moleküllerin arasında iri yapı protein, polisakkarit, lipid ve nükleik asitler gibi canlı yaşamı için birinci dereceden önemli olan moleküller yer almaktadır. Biyomoleküller, genel olarak karbon, hidrojen, azot ve oksijen içeren organik bileşiklerden örülü yapılardır. Vücutta çok geniş oranda küçük moleküller ve iyonlar mevcuttur. Canlıların küçük molekülleri büyük oranda organik bileşikler (protein, karbonhidrat, nükleik asit, lipid vb.) ve az miktarda da inorganik iyonları (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, vb.) yapılarında bulundurlar. Bu moleküllerin çoğunluğu hücre içinde bulunmakla birlikte az bir miktarı da hücre dışı sıvılarda bulunurlar. Hücrelerin çoğu fonksiyonları bu küçük moleküllerin yıkımı (katabolizma) ve yapımı (anabolizma) gibi metabolizmaları ilişkilidir. Hücrelerin ayrıca bileşiklerin uç uca eklenmesi ya da birleştirilmesi (polimerizasyon) ya da kompartmanlar arasında hareketi (taşıma) gibi fonksiyonları vardır.

Binlerce çeşit molekül canlıların yapısında yer alır. Moleküller iki veya daha fazla atomun kimyasal bağlarla birbirlerine bağlanmaları sonucunda ortaya çıkarlar. Bu moleküller biyomoleküller olarak ya küçük (molekül kütlesi 103'den az olanlar) ya da büyük (molekül kütlesi 104'den fazla olanlar) moleküller olarak canlıların yapısında yer alırlar. Büyük moleküller (protein, polisakkaritler ve nükleik asitler) genellikle moleküler ağırlık olarak 104'den fazladır ve sayıları milyonlarla ifade edilirler. Çok sayıda küçük molekül ise hücre içinde ya metabolit ya da büyük moleküllerin komponentleri şeklinde bulunurlar.



Hücredeki biyomoleküllerin kimyasal yapılarını tanımlamak.

Hücrelerde yer alan esas biyomoleküller ve temel kimyasal bileşenleri özet bir şekilde verilmiştir:

Biyomolekül	Gerekli Komponentler	Bulunabilen Diğer Komponentler
Protein (polipeptit)	Amino asitler	Fosfat (fosfoproteinler) Sülfat Karbonhidrat (glikoproteinler) Yağ asiti Metal iyonları (metalloproteinler)
Polisakkarit	Monosakkaritler	Amino şekerler Amino asitler Sülfat
Nükleik asit	Nükleotit	Metil grupları
Lipit	Yağ asiti, gliserol	Fosfat



Hücre yapısına giren biyomoleküllerin işlevlerini açıklamak.

Canlının yapısını oluşturan belirli ve özgün işlevlere sahip molekül topluluklarına biyomolekül denir. Hücresinin biyomolekülleri mimari yapıyı oluştururlar; bilgi depo eder ve iletirler; moleküller makineler ve düzenleyiciler olarak çalışırlar; enerji oluşturur ve naklederler; biyolojik çeşitliliği ve seçiciliği belirler; moleküler habercileri ve köprüleri oluştururlar ve geriye dönüşlü bağlarla moleküler taşıyıcılar olarak çalışırlar. Kısaca, biyomoleküller tüm canlılık olaylarının gerçekleşmesini ve hassas bir seçicilikle düzenlenmelerini sağlarlar.

Proteinler canlı organizmaların temel bileşenlerindendir ve hücrelerin içindeki her süreçte yer alırlar. Çoğu protein, biyokimyasal tepkimelerde **katalizör** işlevi olan **enzimlerdir** ve **metabolizma** için yaşamsal bir role sahiptir. Başka proteinlerin ise yapısal veya mekanik işlevleri vardır: örneğin **hücre iskeletindeki** proteinler, hücrenin şeklini koruması için bir iskele görevi yaparlar. Proteinler **hücre haberleşmesi, bağışıklık yanıtı, hücre tutunması** ve **hücre bölünme döngüsünde** yer alırlar.

Bitki ve hayvan dokularında yaygın olarak bulunan **karbonhidratlar**ın besinlerimiz arasında önemli bir yeri vardır. Karbonhidratlar, organiz-

maya **enerji** sağladıkları gibi bazılarının özel **yapısal görevleri** de vardır. Ayrıca, karbonhidratlar kayganlık, hücresel ileti ve bağışıklıkta da rol oynarlar ve DNA ve RNA'yı oluşturan nükleotitlerin yapısına katılırlar.

Nükleik asitler genlerin taşıyıcısı ve protein sentezi için gerekli bilginin saklanması ve aktarılmasından sorumlu önemli bileşiklerdir.

Lipitler önemli **depo yakıt** maddeleridirler. Ayrıca, deri altında bulunan yağlar, ısı yalıtkanlardır. Vücutta çarpmalara karşı koruyucu etkileri vardır. Sitoplazma ve hücre organeli zarlarının (membran) %50 si lipitlerden oluşmuştur. Bunlara ek olarak, lipitler bazı biyokimyasal bileşiklerin sentezinde prekürsör maddelerdir, bazı enzimleri aktive ederler, mitokondrilerde elektron taşıma işlevine yardımcı olurlar, sinir hücrelerinin dış kısmını kaplayarak elektriksel yalıtkan rolünü görürler, beyin ve sinir hücrelerinin önemli bir kısmı lipitlerden oluşmuştur. Bütün hücrelerde **bilgi iletişimi, tanıma ve bağışıklık olaylarında** lipitlerin de önemli rolleri vardır.



Protein, karbonhidrat, nükleik asit ve lipit gibi hücredeki biyomoleküllerin yapı ve fonksiyon ilişkisini yorumlamak ve değerlendirmek.

Canlı Maddeyi Oluşturan Biyomoleküllerde:

- Hidrojen, oksijen, azot, ve karbon canlı yapının %99'unu oluştururlar.
- Yaşayan sistemlerde moleküler bileşiklerin birçoğu karbon atomlarının birbiriyle ve H, O ya da N atomlarıyla kovalent olarak bağlanması sonucu oluşur.
- Karbon atomu, hücrelerin kuru ağırlığının yaklaşık yarısını kapsar.
- Karbon atomunun kendine özgü bağlanma özellikleri çok farklı moleküllerin oluşumuna olanak sağlar.
- Kovalent bağlarla birbirine bağlanan C atomları düz ya da dallanmış zincirler veya halkalı ve kafes şeklinde yapılar oluşturabilirler. Böyle C iskeletine eklenen **fonksiyonel gruplar** (örneğin H iyonları) **moleküle özgün kimyasal özellikler kazandırır.**

Biyolojik makromoleküller (protein, nükleik asit, polisakkaritler) belirli küçük moleküllerin polimerleridirler. **Proteinler amino asitlerin, nükleik asitler nükleotitlerin, polisakkaritler monosakkaritlerin polimerleridirler. Biyo-**

lojik makromoleküllerin yapısal, katalitik ve bilgilendirici (informatif) görevleri vardır.

Ayrıca, bu makromoleküllerin diğer moleküllere bağlanma özellikleri de ayrıca önemlidir. Makromoleküller genellikle şekerler, amino asitler ya da nükleotitlerden yapılmaların karşın diğer komponentleride içerebilirler. Biyomoleküllerin kimyasal özelliklerini fonksiyonel grupları belirler. Biyomoleküller, karbon iskeletinden ve fonksiyonel gruplarından kaynaklanan üç boyutlu yapıya sahiptir. Biyomoleküllerin üç boyutlu yapıları, fonksiyonları ile yakın ilişkilidir. *Biyomoleküller kimya kanunlarına uyarlar;* biyomoleküllerdeki oksijen genellikle hidroksil, karbonil, karboksil, eter, yada ester gibi belirli fonksiyonel grupların önemli bir parçası olarak yer alır. Bu fonksiyonel grupların kimyasal özellikleri biyomoleküllerin reaksiyonlarına ve önemli fonksiyonlarını göstermelerine öncülük ederler. Azot ise amino ve imino gruplarının yapısını şekillendirir ve özellikle nükleotitlerin yapısına giren purin ve pirimidin gibi halkalı yapılarda yer alır. Kükürt de oksijen içeren yapılara benzer bir şekilde tiyol (sülfidril grupları) ve tiyoester gibi yapılarda yer alır. Fosfor da daima fosfat deriveleri şeklinde değişik formlarda bulunur.

Özetle, **biyomolekül**, canlılarda yer alan moleküllere verilen isimdir. Bu moleküllerin arasında iri yapıları **protein, polisakkarit, lipit ve nükleik asitler** gibi canlı yaşamı için birinci dereceden önemli olan moleküller yer almaktadır. Biyomoleküller, genel olarak **karbon, hidrojen, azot ve oksijen** içeren **organik bileşiklerden** örülü yapılardır. Başka elementlerin de bu bileşiklere katıldığı gözlenirse de, bunlar nadiren görülür.

Kendimizi Sınayalım

1. Bir yağ molekülü iki küçük molekülden oluşur, bunlar aşağıda verilenlerden hangisidir?
 - a. Gliserol ve safra asiti
 - b. Sfingozin alkol ve yağ asiti
 - c. Gliserol ve yağ asiti
 - d. Gliserol ve HCl
 - e. Glikol ve yağ asiti
2. Aşağıdaki verilenlerden hangisi gliserol taşıyan lipitler sınıfından **değildir**?
 - a. Trigliseritler
 - b. Gliserol Eterler
 - c. Lesitin
 - d. Seramidler
 - e. Plazmalojen
3. Aşağıdaki karbonhidratlardan hangisi memelilerde **bulunmaz**?
 - a. Glikoz
 - b. Nişasta
 - c. Riboz
 - d. Laktoz
 - e. Glikojen
4. Aşağıdakilerden hangisi depo homopolisakkarittir?
 - a. Glikojen
 - b. Selüloz
 - c. Kitin
 - d. Mukopolisakkaritler
 - e. Pektin
5. Nişasta ve glikojenin her ikisi de aşağıdakilerden hangisinin polimeridir?
 - a. Riboz
 - b. Mannoz
 - c. Sükroz
 - d. Früktoz
 - e. Glikoz
6. Canlının yapısını oluşturan ve belli ve özgün işlevlere sahip molekül topluluklarına ne ad verilir?
 - a. Makroelement
 - b. Biyoelement
 - c. Biyomolekül
 - d. Biyomateriyal
 - e. Makromateriyal
7. Aşağıda verilen proteinlerden hangisi vücudun savunma mekanizmasında görevli proteinlerdendir?
 - a. İmmunglobulin
 - b. Hemoglobin
 - c. Myoglobin
 - d. Albumin
 - e. Fibrinojen
8. Aşağıdakilerden hangisi kükürtlü bir amino asittir?
 - a. Arginin
 - b. Histidin
 - c. Serin
 - d. Lizin
 - e. Metiyonin
9. Aşağıda verilenlerden hangisi nükleozit **değildir**?
 - a. Adenozin
 - b. Stidin
 - c. Uridin
 - d. Uridilik asit
 - e. Guanozin
10. DNA'dan RNA sentezlenirken adenin bazının karşısında hangi baz yer alır?
 - a. Guanin
 - b. Timin
 - c. Sitozin
 - d. Adenin
 - e. Urasil

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. c	Yanıtınız yanlış ise “Lipitler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. d	Yanıtınız yanlış ise “Lipitler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. b	Yanıtınız yanlış ise “Karbonhidratlar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. a	Yanıtınız yanlış ise “Karbonhidratlar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. e	Yanıtınız yanlış ise “Karbonhidratlar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
6. c	Yanıtınız yanlış ise “Hücrelerin Bilinen Kimyasal Yapı Taşları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
7. a	Yanıtınız yanlış ise “Proteinler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
8. e	Yanıtınız yanlış ise “Proteinler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
9. d	Yanıtınız yanlış ise “Nükleik asitler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
10. e	Yanıtınız yanlış ise “Nükleik asitler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Hücrenin biyomolekülleri mimari yapıyı oluştururlar; bilgi depo eder ve iletirler; moleküler makineler ve düzenleyiciler olarak çalışırlar; enerji oluşturur ve nakle-derler; biyolojik çeşitliliği ve seçiciliği belirler; moleküler habercileri ve köprüleri oluştururlar ve geriye dö-nüşlü bağlarla moleküler taşıyıcılar olarak çalışırlar. Kı-saca tüm canlılık olaylarının gerçekleşmesini ve hassas bir seçicilikle düzenlenmelerini sağlarlar.

Sıra Sizde 2

Proteinler canlı organizmaların temel bileşenlerinden-dir ve hücrelerin içindeki her süreçte yer alırlar. Çoğu protein, biyokimyasal tepkimelerde katalizör işlevi olan enzimlerdir ve metabolizma için yaşamsal bir role sa-hiptir. Başka proteinlerin ise yapısal veya mekanik iş-levleri vardır: örneğin hücre iskeletindeki proteinler, hücrenin şeklini koruması için bir iskele görevi yapar-lar. Proteinler hücre haberleşmesi, bağışıklık yanıtı, hücre tutunması ve hücre bölünme döngüsünde yer alırlar.

Sıra Sizde 3

Karbonhidratlar dört sınıfa ayrılarak incelenirler:

1. Monosakkaritler (Glikoz)
2. Disakkaritler (Laktoz)
3. Oligosakkaritler (Rafinoz)
4. Polisakkaritler (Glikojen)

Sıra Sizde 4

DNA (Deoksiribonükleik asit)'nın görevi:

Pek çok organizmada DNA genetik materyal olarak gö-rev yapar.

RNA (Ribonükleik asit)'nın görevi:

RNA'nın çok sayıda görevi vardır,

1. RNA, genetik bilginin protein sentezinin yapıldığı bölgeye taşınmasında rol oynar.
2. RNA bazı virüsler için (polivirüs, tütün mozaik virü-sü gibi) genetik materyal olarak iş görür.
3. RNA, ribozomların ve bazı enzimlerin zorunlu bir bi-leşenidir. RNA, proteinler ile etkileşime girmeksizin ka-talitik aktivite gösterebilir.
4. RNA, protein sentezi sırasında haberci RNA ile eşle-şen amino asitler arasında çok önemli bir bağlantı olu-şurmaktadır.

Sıra Sizde 5

Lipitlerin en önemli fonksiyonları:

1. Hücre yüzey bileşeni olarak hücrelerin birbirlerini ta-nınmasında ve doku immunitesinde önemli görevleri var-dır.
2. Lipitler tüm canlı hücrelerin esansiyel yapı taşlarıdır.
3. Kan plazmasındaki lipoproteinler lipitlerin transport formlarını oluştururlar.
4. Lipitler santral sinir sistemi ve periferik sinir doku-sunda yüksek oranda bulunurlar.
5. Spesifik bir form olan organ yağları organları sarar ve uygun anatomik pozisyonlarda kalmalarını temin eder-ler.
6. Biyolojik enerji için depo ve taşınma maddesi olarak kullanılırlar
7. Lipitler Vitamin A, D, E, K 'nın kaynağı olduğu gibi çok sayıda hormon, pigmentler ve safra asitleri de lipit maddesi sınıfına girerler.
8. Özellikle diyetle alınan lipitlerle birlikte esansiyel yağ asitleri vücuda alınırlar.
9. Lipitler aterosklerotik kalp hastalıkları ile ilişkisi yö-nünden önemlidirler.

Yararlanılan Kaynaklar

- Adam, B. (2000). **Temel Biyokimya**. Yayın No:150. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Ankara.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., and Walter, P. (2008). **Molecular Biology of the Cell**, 5th edition, New York: Garland Science Publishing, USA.
- Ası, T. (1996) . **Tablolarla Biyokimya-1**. Cilt 1. Kayhan Ofset, İstanbul.
- Bayşu S.N., Bayşu, N. (2008). **Biyokimya**. Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara.
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L. and Stryer, L. (2002). **Biochemistry**, 5th International Edition, New York: W H Freeman. USA.
- Champe PC, Harvey RA, Ferrier DR. (2005) **Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry**. 3rd ed. Lippincott Williams and Wilkins.
- Dow, J., Lindsay, G., Morrison, J. (1996). **Biochemistry: Molecules, Cells and the Body**. Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- Ersoy, E., Bayşu, N. (1986). **Biyokimya**. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları: No: 408, Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Ersoy, E., Bayşu, N., Ertürk, K., Üstdal, K.M. (1979). **Biyokimya**. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları: 358, Ders Kitabı: 256. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N., Tiftik, A.M. (1998). **Biyokimya**. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W. (2003). **Harper's Biochemistry**, 26th Edi. The McGraw Hill Companies. USA.
- Onat, T., Emerk, K., Eser, Y.S. (2002). **İnsan Biyokimyası**. Palme yayınları Dağıtım Pazarlama Ltd. Şti., Ankara.
- Pratt, C.W., Cornely, K. (2011). **Essential Biochemistry**, Second Edition, Wiley, John Wiley & Sons, Inc. USA.

3

Amaçlarımız

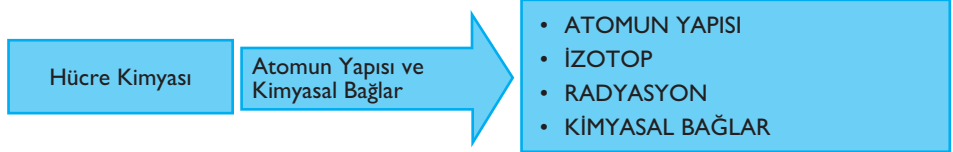
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Atomun temel yapısal özelliklerini açıklayabilecek,
- İzotop, radyoaktivite ve radyasyonu yorumlayabilecek,
- Kimyasal bağlar ve molekülleri açıklayabilecek, bilgi ve becerileri kazanabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Atomik Yapı
- Periyodik Tablo
- İzotop
- Radyoizotop
- Radyoaktivite
- İyonik Bağlar
- Kovalent Bağ
- van der Waals Çekimleri
- Hidrojen Bağları
- Metalik Bağ

İçindekiler



Atomun Yapısı ve Kimyasal Bağlar

ATOMUN YAPISI

Atomlar tüm maddeler için yapıyı oluşturan en küçük partiküllerdir. Bir elementin bütün kimyasal özelliklerini gösterirler. Bir bakterinin büyüklüğü 0.003 mm, virusun büyüklüğü 0.07 μm iken atomun çapı 0.00013 μm kadardır. *E. coli* bakterisi 100 milyar atom içerir. Bir insanda 8×10^{27} kadar atom vardır. Bir damla su yaklaşık 2×10^{21} oksijen atomu ile iki katı kadar da hidrojen atomuna sahiptir.

Atomlar bir çekirdek ile onun etrafını çevreleyen elektronlardan meydana gelir. Çekirdek atomun hemen hemen bütün kütesini oluşturur. Çekirdekte, pozitif yüklü protonlar ile elektrik yükü taşımayan nötronlar bulunur. Protonlar, elektronlardan 1836 kez daha büyüktür, nötronlarla aynı sayıdadır ve negatif yüklü elektronların yükünü dengeler. Nötronlar, yüksüzdürler, protonlar ile aynı büyüklüktedir. Çekirdekteki pozitif yüklü protonlar ile elektrik yükü taşımayan nötronlara nükleonlar denir. Pozitif yüklü protonların sayısı ile negatif yüklü elektronların sayısı birbirine eşit olduğundan atom elektrikçe nötrdür.

Schrödinger Denklemi ve Atomun Yapısı

Elektronun çekirdek etrafında dairesel yörüngelerde hareket ettiği görüşü günümüzde terk edilmiştir. Bir atomda elektronun durumu çekirdeğe göre kesin olarak belirlenemez. Çekirdeğin etrafındaki elektronlar çizgisel bir yörüngede değil, belirli enerji düzeylerinde bulunmakta ve bir tabaka oluşturmaktadır. Çekirdeğe yakın olan elektron kabuğu en düşük enerjilidir. Bir elektronun bulunma olasılığının en fazla olduğu bölge kuantum teorisiyle açıklanabilmektedir. Bu durum da 1927 yılında Erwin Schrödinger (Resim 3.1) tarafından, elektronların dalga özelliğine sahip olduğu gerçeğinden hareket edilerek, elektron gibi çok küçük taneciklerin üç boyutlu uzaydaki hareketini tanımlayan bir denklemin ortaya konması ile mümkün olmuştur.

Resim 3.1**Erwin Schrödinger (1887-1961)**

Avusturya'da doğdu. Atomun parçaları olan elektronların davranışlarını matematik formüllerle ifade edip kuantum mekaniğini kurmasıyla tanınır. Berlin Üniversitesinde kuramsal fizik bölümünde çalışırken Naziler iktidara gelince Almanya'yı terk etti ve Oxford Üniversitesi'ne gitti. 1933 yılında kuantum mekaniği kuramı üzerindeki çalışmaları nedeniyle Paul Dirac ile birlikte Nobel Fizik Ödülünü aldı. 1936'da Avusturya'ya döndü. Ancak iki yıl sonra Hitler'in Avusturya'yı işgal etmesi üzerine Dublin'e gitti. 1956 yılında tekrar Avusturya'ya döndü ve 1961 yılında da öldü.



$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8m\pi^2}{h^2} (E - V) \Psi = 0$$

Ψ (**psi**) : dalga fonksiyonu

x, y, z : uzay koordinatları

m : elektronun kütlesi

E : toplam enerji

V : potansiyel enerji

İNTERNET

Erwin Schrödinger hakkında daha fazla bilgi için http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1933/schrodinger-bio.html adresine bakınız.

Schrödinger denkleminin çözümünden, n, l, m_l şeklinde üç kuantum sayısı elde edilmektedir. Elektronların atomda çekirdek etrafında nasıl dizildiğini ve bunu belirleyen kuralları anlamak için, atomdaki enerji düzeylerini ve bunları belirlemek için kullanılan kuantum sayılarını bilmek gerekir. Kuantum sayıları, elektronların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yerlere karşılık gelir ve bu bölgelere **orbital** denir. Orbitalerin kesin sınırları olmamakla beraber, elektronun % 90-95 oranında bulunduğu yerlerdir. Elektronlar bu orbital adı verilen uzay parçalarında hareket ederler.

Kuantum sayıları **baş kuantum sayısı (n)**, **yan kuantum sayısı (l)** ve **manyetik kuantum sayısı (m_l)**'dir. Bu kuantum sayısından başka son bir kuantum sayısı ise **spin kuantum sayısı (s)**'dir. Bunlardan ilk üç tanesi tam sayı olup elektronun bulunduğu atomik yörüngenin özelliklerini gösterir.

Baş Kuantum Sayısı (n): Elektronlar çekirdeğin etrafında ve farklı uzaklıktaki tabakalarda yer alırlar. Elektronların çekirdeğe yakınlığı ve enerji düzeyleri "Baş Kuantum Sayısı (n)" ile ifade edilir. $n = 1, 2, 3, 4, \dots, \infty$ kadar pozitif tamsayı değerler alabilir. Sayıların yanısıra tabakaları göstermek için harflerde kullanılır. Bu üst tabakalar içten dışa doğru K, L, M, N ... harfleri ile gösterilir.

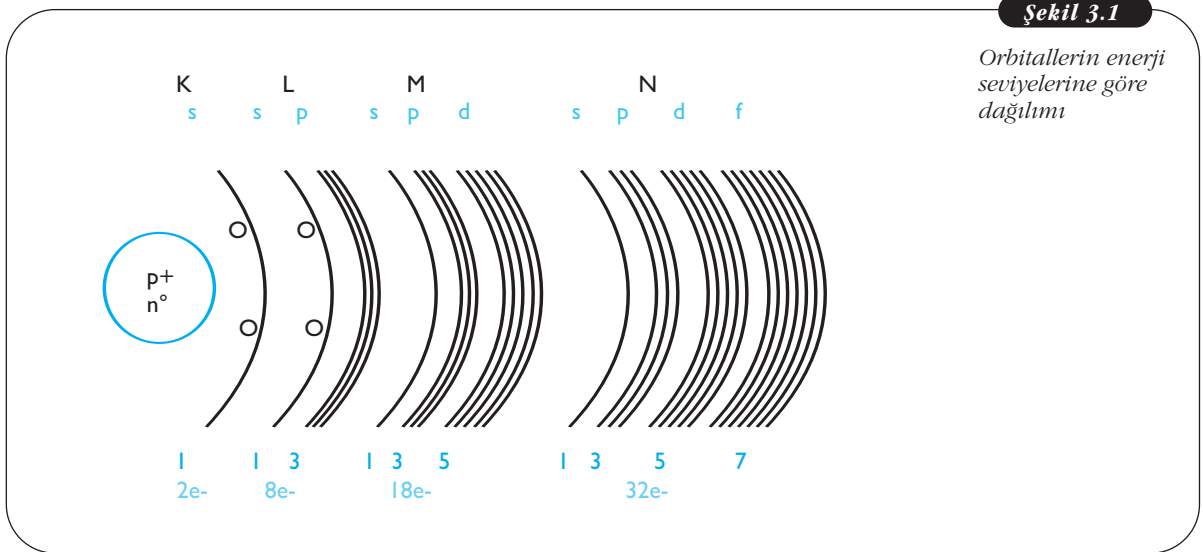
$n = 1$ ise bu birinci enerji seviyesini, $n = 2$ ise ikinci enerji seviyesini gösterir. Her temel enerji düzeyindeki orbitalerin sayısı farklıdır. Her enerji seviyesinde n^2 kadar orbital bulunur. Yani $n^2 = 1^2 = 1$ orbital vardır ve bu orbitale 1s orbitali denir. $n=2$ temel enerji düzeyinde $2^2=4$ orbital vardır.

Yan kuantum sayısı (l): Açısal kuantum sayısı olarak da bilinir. Bu sayı, orbital türünü belirler. Baş kuantum sayısı ile tanımlanmış enerji seviyeleri daha alt enerji seviyeleri içerirler. Bir enerji seviyesindeki alt enerji seviyelerinin sayısı $(n-1)$ kadardır. Alabildiği değerler; $l = 0, 1, 2, 3, \dots (n-1)$ dir. Örneğin $n = 1$ ise; alt enerji seviyelerinin $l = 1 - 1 = 0$ dir. $n = 2$ için; $l = 2 - 1 = 1$ olup bir alt enerji seviyesi bulunması anlamına gelir. Alt tabakaları göstermek için harfler de kullanılır.

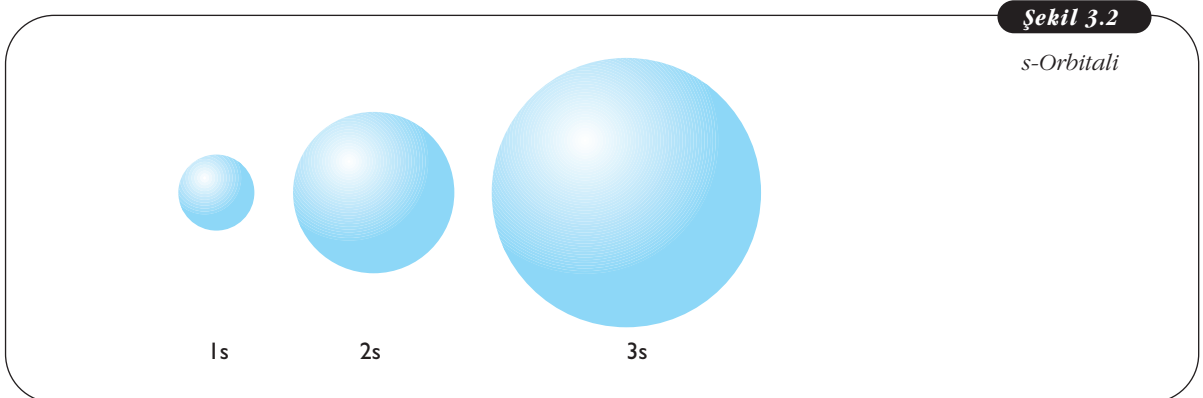
- $n = 1$ $l = 0$ durumuna karşılık gelen orbital s
- $n = 2$ $l = 1$ durumuna karşılık gelen orbital p
- $n = 3$ $l = 2$ durumuna karşılık gelen orbital d
- $n = 4$ $l = 3$ durumuna karşılık gelen orbital f

Orbitaller

Atom çekirdeğine en yakın olandan itibaren **s, p, d, f orbitalleri** olarak isimlendirilirler. K'da s, L'de sp, M'de spd ve N'de spdf orbitalleri yer alır. s'de 1, p'de 3, d'de 5 ve f'de 7 adet yörünge, her yörüngede de 2 elektron bulunur (Şekil 3.1).



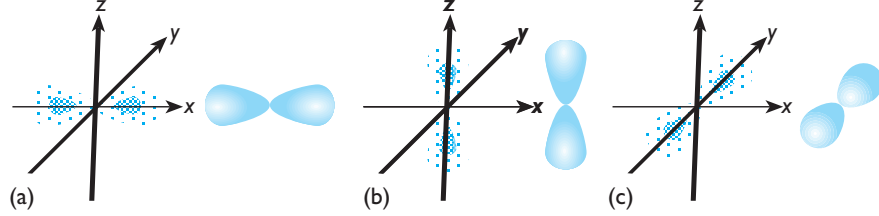
s-Orbitali bir adet olup küresel simetrik bir yapı gösterir (Şekil 3.2). En fazla 2 elektron alır. Baş kuantum sayısı büyüdükçe s orbitalinin enerjisi artar.



p-Orbitalleri üç tanedir ve ikişer loba sahiptir. Yer aldıkları x, y ve z eksenlerine göre farklılaşır. x-Ekseninde yer alan orbitale p_x , y-ekseni üzerinde bulunan orbitale p_y ve z-ekseni üzerinde bulunan orbitale ise p_z orbitali denir (Şekil 3.3).

Şekil 3.3

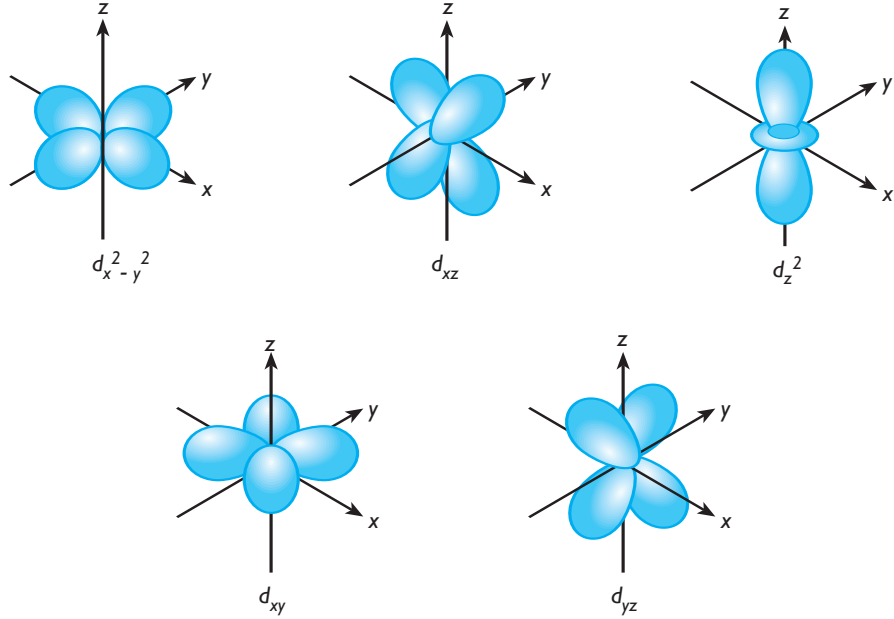
p-Orbitalleri



d-Orbitalleri dörder loba sahip olup, eksenler üzerinde ve eksenler arası bölgelerde bulunurlar. Buna göre dx^2-y^2 ve dz^2 eksenler boyunca; d_{xy} , d_{yz} ve d_{zx} orbitalleri ise eksenler arası bölgelerde yönelirler (Şekil 3.4).

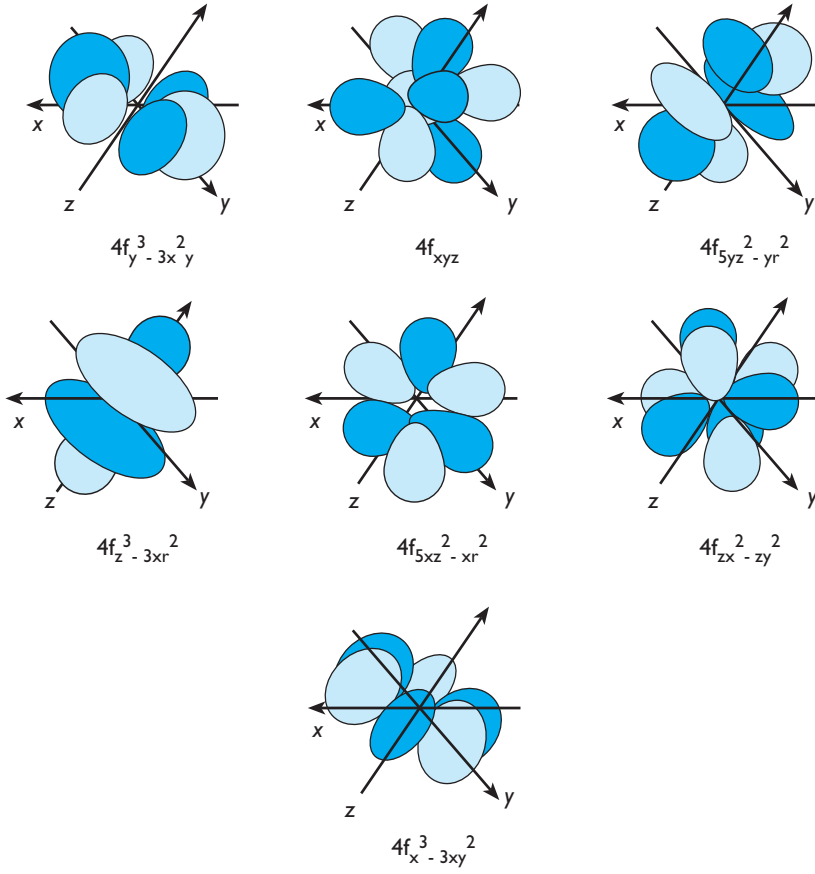
Şekil 3.4

d-Orbitalleri



f-Orbitalleri ise 7 adet olup altışar lobludur. Dışardan herhangi bir manyetik etki olmadıkça, bütün f-orbitalleri eş enerjilidir. Baş kuantum sayısı N ($n=4$) olduğunda elektronlar yerleşir. x, y ve z eksenlerindeki $f_y^3 - 3x^2y$, f_{xyz} , $f_{5yz^2} - yr$, $f_z^3 - 3zr^2$, $f_{5xz^2} - xz$, $f_{zx^2} - zy$, $4f_x^3 - 3xy^2$ dizilişe göre farklılaşırlar (Şekil 3.5)

Şekil 3.5

f-Orbitalleri

$4f_y^3 - 3x^2y$ orbitali $n=4$, $\ell=3$ ve $m_\ell=-3$ e karşılık gelmektedir. Altı lob, xy düzleminde uzanan sıradan altıgenin köşe noktalarını işaret etmekte iken bir çift lob x düzleminde uzanmaktadır. Üç nodal düzlem loblar arasında seyredip z ekseninde kesişmektedir.

$4f_{xyz}$ de $n=4$, $\ell=3$ ve $m_\ell=-2$ karşılığıdır. Sekiz lob küpün köşe noktalarını işaret etmektedir. Bunların dördü xy düzleminin üzerinde diğer dördü ise altında yer almaktadır. x ve y eksenleri küp yüzeylerinin merkezinden geçmektedir (Loblar arası). Üç nodal düzlem x , y ve z eksenleri ile tanımlanmıştır.

$4f_{5yz^2 - yr^2}$ $n=4$, $\ell=3$ ve $m_\ell=-1$ ifade eder. Altı lob sıradan altıgenin yz düzleminde köşe noktalarını göstermektedir. Bir çifti x ekseninde seyretmektedir. Üç nodal düzlem loblar arasında seyredip y ekseninde kesişmektedir.

$4f_z^3 - 3x^2z$ orbitali $n=4$, $\ell=3$ ve $m_\ell=0$ dır. İki lob z eksenini doğrultusunu işaret etmektedir ve kase şeklindeki halkalar xy düzleminin altında ve üstünde yer almaktadır. Nodal yüzeyler xy düzlemdir ve konik yüzey çekirdekten, halkalardan ve loblardan geçmektedir.

$4f_{5xz^2 - xr^2}$ orbitalinde $n=4$, $\ell=3$ ve $m_\ell=+1$ olmaktadır. Altı lob sıradan altıgenin xz düzleminde köşe noktalarını göstermektedir. Bir çifti y düzleminde seyretmektedir. Üç nodal düzlem loblar arasında seyredip x düzleminde kesişmektedir.

$4f_{zx^2-zy^2}$ orbitalindeki durum ise $n=4$, $\ell=3$ ve $m_\ell=+2$ şeklindedir. $4f_{xyz}$ orbitali ile aynı şekle sahiptir. Ancak küpün köşe düzlemleri x,y ve z eksenleri tarafından tanımlanmıştır ve nodal düzlemler loblar arasını geçip z eksenini boyunca keşmektedir.

$4f_{x^3-3xy^2}$ orbitali bize $n=4$, $\ell=3$ ve $m_\ell=+3$ durumunu gösterir. Orbital $m_\ell=-3$ ile aynıdır. Ancak bir lob x eksenini yerine y ekseninde uzanır.

Manyetik kuantum sayısı (m_l): Manyetik kuantum sayısı, orbitallerin sayısı ve uzaydaki yönelişlerini belirler. $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$ kadar değer alır. Örneğin: $l = 1$ ise $m_l = -1, 0, +1$ olur. $l = 2$ ise $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$ dir.

$n=1$ $l = 0$ durumuna karşılık gelen $m_l : 0$

$n=2$ $l = 1$ durumuna karşılık gelen $m_l : -1, 0, +1$

$n=3$ $l = 2$ durumuna karşılık gelen $m_l : -2, -1, 0, +1, +2$

$n=4$ $l = 3$ durumuna karşılık gelen $m_l : -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

Buraya kadar anlatılanları aşağıdaki tabloda özetlemek mümkündür (Tablo 3.1).

Tablo 3.1
Atomda kuantum sayıları ve elektron dağılımı

Baş Kuantum Sayısı		Yan Kuantum Sayısı		Manyetik Kuantum Sayısı m_l	Alt Tabakadaki Orbital Sayısı	Elektron Dağılımı
n	Tabaka	L	Alt tabaka			
1	K	0	1s	0	1	2 e ⁻
2	L	0	2s	0	1	2 e ⁻
		1	2p	-1 0 +1	3	6 e ⁻
3	M	0	3s	0	1	2 e ⁻
		1	3p	-1 0 +1	3	6 e ⁻
		2	3d	-2 -1 0 +1 +2	5	10 e ⁻
4	N	0	4s	0	1	2 e ⁻
		1	4p	-1 0 +1	3	6 e ⁻
		2	4d	-2 -1 0 +1 +2	5	10 e ⁻
		3	4f	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3	7	14 e ⁻

SIRA SİZDE

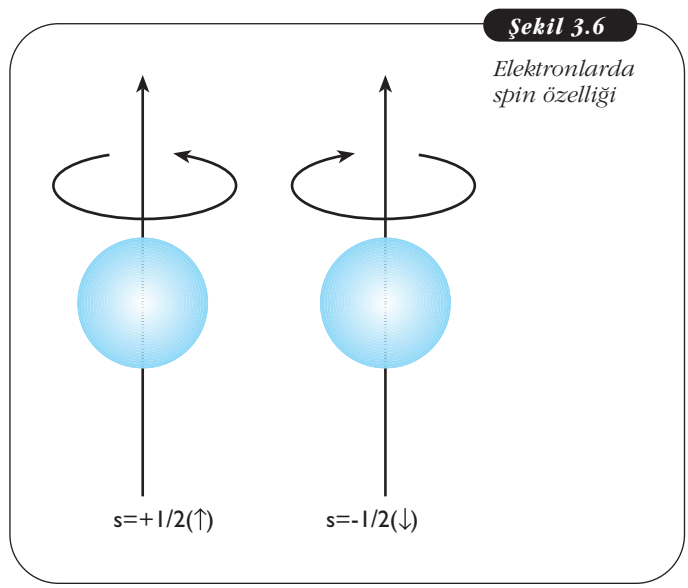


Bir atomun L tabakasındaki elektron sayısını hesaplayınız.

Spin Kuantum Sayısı (m_s): Elektronun çekirdek çevresinde yaptığı hareket dışında kendi eksenini etrafında yaptığı dönme hareketi de vardır. Kendi eksenini etrafındaki bu dönme hareketine spin hareketi denir. Bu spin hareketi de kuantlaşmış olup, **spin kuantum sayısı** (m_s) ile tanımlanmaktadır. Dönen yüklü tanecik manyetik özellik gösterdiğinden elektron küçük bir mıknatıs gibi davranır. Spin hareketinin sonucu olarak, hepsi de negatif yüklü olduklarına göre birbirlerini itmeleri gereken elektronlar birbirlerini çekerler. Bu çekim gücü, elektronların birbirini itme gücünün çok üzerindedir. Spin hareketi, saatin dönme yönünde ve tersi yönünde olmak üzere iki türdür. Bu nedenle, spin kuantum sayısı (m_s) $-1/2$ ve $+1/2$ olmak üzere sadece iki değer alabilir (Şekil 3.6).

Sonuç olarak bir atomdaki her bir elektron dört kuantum sayısı; n , l , m_l , m_s ile gösterilebilir ve böylece elektronun durumu belirlenebilir. Bununla birlikte elektronlar, orbitalleri aşağıdaki ilkelere göre doldurmak zorundadır. Bu ilkeler:

1. Elektronlar, en düşük enerji seviyelerinde bulunurlar. Başka bir ifade ile, orbitalleri en az enerjili orbitalden başlayarak doldururlar. Düşük enerji seviyeli bir orbital tamamen dolmadan, bir üst seviyedeki orbitale elektron giremez (**Aufbau İlkesi**). Bu durumu $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p \dots$ şeklinde gösterebiliriz.
2. Atomdaki herhangi iki elektronun 4 kuantum sayısı birden aynı olamaz. Örneğin bir yörüngede n , l , m_l birbirinin aynı olabilir. Ancak bir orbitale en fazla ters spinli iki elektron girebilir. Birinin m_s değeri $+1/2$ iken diğeri $-1/2$ olmak zorundadır. Bu herhangi bir yörüngedeki elektron sayısının ancak iki olacağını göstermektedir (**Pauli İlkesi**).
3. Atom içerisinde elektronlar girebileceği eşit enerji seviyelerindeki orbitaller önce tek olarak yerleşir. Eşit enerjili orbitallerin tamamı yarı dolmuş (yani tek elektronlu) duruma geldikten sonra, yeni gelen elektronlar, zıt spinlerle bu yarı dolmuş orbitalleri doldururlar (**Hund İlkesi**).



PET: Pozitron Emisyon Tomografisi tanımının kısaltmasıdır. Vücutta metabolik değişiklikler her zaman için görünür değişikliklerden önce meydana gelir. PET çalışmaları da metabolik değişiklikleri gösterdiği için lezyon hakkında, diğer görüntüleme yöntemlerinden daha erken bilgi verebilmektedir.

Helyum için kuantum sayılarını yazınız (Helyum'un elektron sayısı 2 dir).

Spin Özelliği ve Manyetik Rezonans

Manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ile tıptaki uygulaması nükleer manyetik rezonans (NMR) spin özelliğine dayanmaktadır. Zarar veren radyasyon içerdiği izlenimi verdiğinden MRI isminin başındaki nükleer kelimesi kullanılmamaktadır. Aslında X ışını testleri, PET/CT taramalarının aksine radyo dalga frekansında çalıştığı için radyasyon riski taşımaz. Nükleer ifadesinin tek nedeni çalışma ilkesinin atom çekirdeği ile ilgili kavramlara dayanmasıdır. Çünkü MRI'da atom çekirdeğindeki protonların spin özelliği kullanılmaktadır.

Bir enerji düzeyinde bulunan bir elektrona yeterli enerji verilirse, boş bir üst enerji düzeyine atlayabilir. Örneği E1 enerji düzeyinde bulunan bir elektronu E2 enerji düzeyine yükseltmek için verilmesi gereken enerji $\Delta E = E_2 - E_1$ kadardır. Ancak, E2 düzeyinde bulunan elektron kararsız olduğundan burada sürekli kalmaz ve tekrar E1 düzeyine inme eğilimindedir. İnerken de aldığı ΔE enerjisini elektromanyetik radyasyon halinde çevreye yayar (Şekil 3.7). (Radyasyon konusuna bakınız).

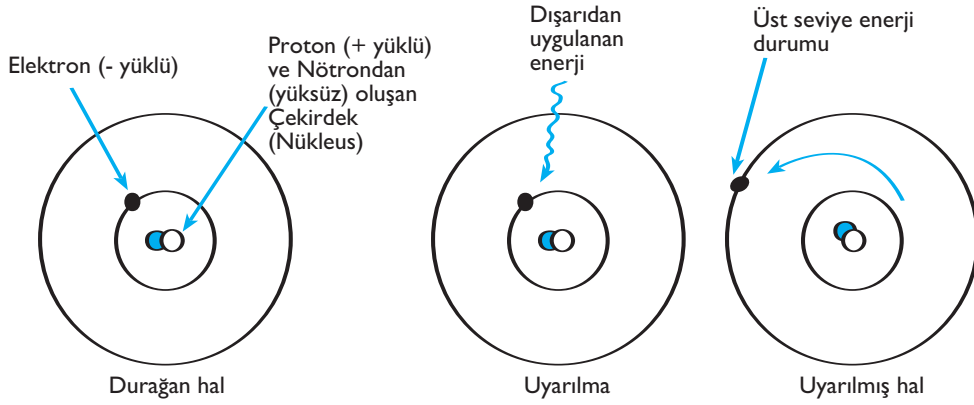


CT(BT): Computerized Tomography - Bilgisayarlı Tomografi tanımının kısaltmasıdır. Bilgisayarlı tomografi x-ışını (röntgen) kullanılarak ve vücuttan yatay kesitler alınarak çalışan radyolojik teşhis yöntemidir. X-ışınları kullanılması nedeniyle CT (BT) cihazlarının kurulumunda özel yalıtıma ihtiyaç vardır.

PET/CT: Özellikle kanserin tanısında ve tedavisinin izlenmesinde kullanılan bir yöntem olan PET/CT, iki teknolojinin birleşiminden oluşur. PET hücrelerin fonksiyon ve metabolizması hakkında bilgi verirken, CT de anatomik veri sağlar.

Şekil 3.7

Elektronun uyarılması

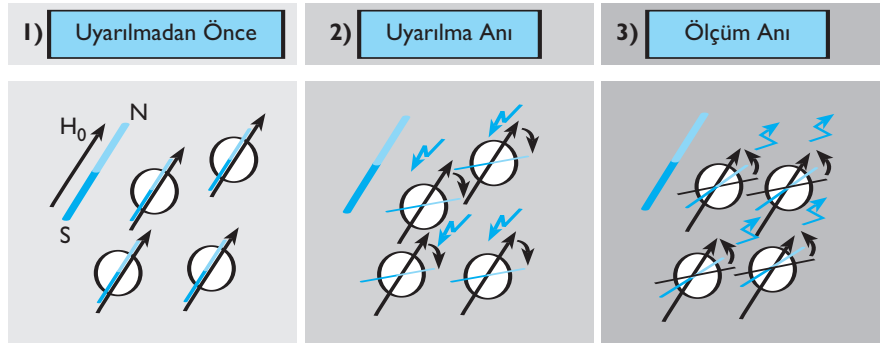


Tesla: Manyetik güç (akı) yoğunluğunu göstermek için kullanılan uluslararası birim [7]. Sırp kökenli ABD'li mucit ve elektrik mühendisi Nikola Tesla'nın adına ithafen 1960 yılında tanımlanmıştır. Manyetik alan ölçü birimi olarak Gauss [G]'de kullanılır. $1 \text{ T} = 10000 \text{ G}$ 'dir. Tıbbi amaçlı MR'da manyetik akı 4 teslaya kadar, deneysel amaçlı ise 12 teslaya kadardır.

Vücudumuzda en büyük proton kaynağı hidrojen atomlarıdır. Protonlar doğal denge durumunda iken (uyarılmadan önce), kuvvetli bir manyetik alan oluşturulursa proton spin de bu yeni alan doğrultusunda şekillenecektir. Dışarıdan uygulanacak bir enerji elektronun döndüğü yörüngeyi etkiler ve değiştirir. Hidrojen atomu için frekans 42,58 MHz/**Tesla**'dır. MRI makinesi tam bu frekansta elektromanyetik dalga gönderdiğinde, hidrojen atomlarındaki protonların spinleri bu enerjiyi soğurarak daha yüksek enerjili kuantum seviyesine geçerler (uyarılma anı) ve bu kez alana zıt doğrultuda dönmeye başlar. Dönme frekansına eşit frekansta enerji soğurarak kuantum sıçraması oluşturulması olayına **rezonans** adı verilir. Yayılan radyo dalgası kesildiğinde protonlar tekrar düşük enerjili durumlarına dönerken ışıma yaparlar ve enerji yayarlar. Yayınan enerji ölçülebilir ve incelenebilir. Bu ışıma enerjisi bir bilgisayar sistemine gönderilerek görüntüye dönüştürülür (ölçüm anı). Sağlıklı ve hastalıklı kısımlardan gelen sinyaller farklı olduğu için hastalıklı kısmın görüntüsü ayrıştırılır. Protonların elektromanyetik dalga uygulanmadan önceki ve sonraki durumları Şekil 3.8'de şematize edilmiştir.

Şekil 3.8

Protonların elektromanyetik dalga uygulanmadan önceki ve sonraki durumları

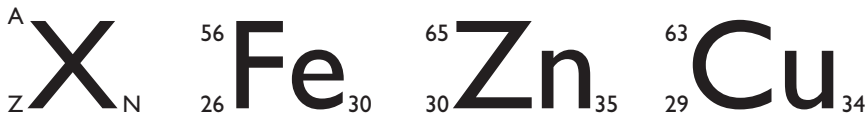


Atom Numarası - Atom Ağırlığı (Kütle Numarası)

Bir atomun içindeki protonların sayısına o elementin **atom numarası (Z)** denir. Atom çekirdeğinde bulunan proton sayısı, atomun kimyasal özelliklerini belirler. Atomları birbirinden ayıran temel özellik sahip oldukları proton sayısıdır. Bir elementte proton sayısı kadar da elektron bulunduğundan atom numarası çekirdeği çevreleyen elektronların sayısına da eşittir. Karbonun atom numarası 6'dır ve proton sayısı 6 ve elektron sayısı da 6 demektir. Bir atomun atom numarası değişmez. Örneğin hidrojen atomunda bir proton bulunduğundan atom numarası 1, oksijen atomunda 8 proton bulunduğundan atom numarası 8'dir. Demirin proton sayısı 26, atom numarası 26'dır.

Çekirdekteki proton ve nötronların toplamından oluşan sayıya **atom ağırlığı** veya **kütle numarası** ($A=Z+N$) denir. Nötron sayısı, kütle numarasından atom numarası çıkarılarak hesaplanır. Atom ağırlığı (kütle numarası) çekirdeğin kütlesi değildir. Sadece çekirdekteki proton ve nötronların toplamıdır.

Atom numarası (proton sayısı) elementin sembolünün sol alt köşesine, atom ağırlığı (kütle numarası) o elementin simgesinin sol üstüne, bu ikisinin farkı olan nötron sayısı da simgenin sağ altına yazılır.



Atomların kütlelerini ölçmek için standart kütle birimleri çok büyük olacağından atom kütleleri için özel bir kütle birimi kabul edilmiştir. **Atomik kütle birimi** (akb) olarak tanımlanan bu birim, bir $^{12}_6\text{C}$ atomunun kütlelerinin onikide biridir. $^{12}_6\text{C}$ atomunun atomik kütlesi 12 atomik kütle birimidir. Tablo 3.2'de proton, nötron ve elektronun atom ağırlığı kg ve akb cinsinden gösterilmiştir. Çekirdekte bulunan proton ve nötronların ağırlıkları eşit olup her birinin ağırlığı 1 akb'dir.

	Kütle	
	Kg	akb
Proton	$1.6726 \cdot 10^{-27}$	1.007277
Nötron	$1.6749 \cdot 10^{-27}$	1.008665
Elektron	$9.1096 \cdot 10^{-31}$	0.000549

Tablo 3.2

Proton, nötron ve elektronun kütle ağırlığı

Atom ağırlığından atomun veya atomların oluşturduğu moleküllerin atom gramı hesaplanır. Bir mol atom veya molekülün ağırlığı 1 atom gramdır. Örneğin 1 mol su (H_2O) = 18 gram'dır (Oksijenin atom ağırlığı=16; Hidrojenin atom ağırlığı=1'dir). Bir atom gramda; örneğin 55,85 gram demirde $6,02 \times 10^{23}$ (Avagadro sayısı) kadar atom vardır.

Molekül ağırlığı : Bir maddenin molekülünün yapısına katılan tüm atomların ağırlıklarının toplamıdır. Örneğin suyun (H_2O) molekül ağırlığı; $2 \times 1,008 + 16,00 = 18,016$ 'dır.

Mol: Molekül ağırlığının gram cinsinden ifadesi mol olarak tanımlanır. $1/1000$ mol=1 mmol veya 1 mol=1000 mmol'dür. Örneğin 1 mol su 18,016 gram su demektir.

Periyodik tabloda, 8 adet A ve 8 adet de B grubu bulunur. Grup sayısı artmaz, fakat sonsuz sayıda periyot olabilir. Her periyot s ile başlar, p ile biter. Birinci periyot 2 (H ve He), ikinci ve üçüncü periyotlar 8, dördüncü ve beşinci periyotlar 18 element bulundurulur.

Atom Yarıçapı: Atomun merkezî ile son yörüngesindeki elektron bulutları arasındaki uzaklık olarak düşünülmekle beraber, komşu içi atomun çekirdekleri arasındaki uzaklığın yarısı olarak tanımlanır. Atomların yarıçapları bağ yaptıklarında değiştiği için kovalent, iyonik, van der Waals yarı çaplarından söz edilir.

Periyodik Tablo

Baş grup elementleri																		
IA s-bloku		Geçiş elementleri										p-bloku						8A 18
1	2A											3A	4A	5A	6A	7A	2	
1	H	2											13	14	15	16	17	He
2	Li	Be	d-bloku										5	6	7	8	9	10
													B	C	N	O	F	Ne
3	11	12	3B	4B	5B	6B	7B	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Na	Mg	3	4	5	6	7						Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112		114		116		
	Fr	Ra																

Peryodik tabloda bir periyot boyunca soldan sağa doğru gidildiğinde, genel olarak atom yarıçapları küçülür. Bir grup boyunca yukardan aşağıya doğru inildiğinde ise, genel olarak atom yarıçaplarında artış olur (Şekil 3.10).

Şekil 3.10

Periyodik tabloda
elementlerin
büyüklükleri

Atom yarıçapı büyür

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H 1							He 2
Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86

Atom yarıçapı büyür

Periyodik tablodan faydalanarak Na, K, Ca, Mg atomlarını büyüklüklerine göre sıralayınız.



SIRA SİZDE

Periyodik tabloda, bazı elementlerin özel adları vardır. 1A grubu elementlerine alkali metaller, 2A grubu elementlerine toprak alkali metaller, 7A grubu elementlerine halojenler ve 8A grubu elementlerine de soygazlar denir. Ayrıca elementler, fiziksel özelliklerine göre metaller ve ametaller olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır. Elementlerin çoğu metaldir ve metaller; elektrik ve ısıyı iyi iletirler. Cıva hariç oda sıcaklığında katıdır ve taze kesilmiş yüzeyleri parlaktır.

Periyodik tablo ve elementler hakkında daha fazla bilgi için <http://www.webelements.com/> adresini ziyaret ediniz.



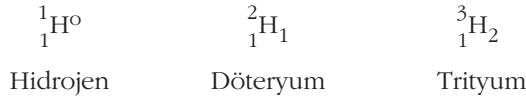
DİKKAT

Periyodik tabloya bakıldığında atom kütlelerinin genellikle tam sayılar olmadığı görülür. Örneğin karbon atomunun kütlesi 12.01 a.b, klorun kütlelerinin 35.5 a.b'dir. Bunun nedeni karbon ve klorun birden fazla **izotop**unun bulunmasıdır. Elementlerin atom kütleleri doğal izotoplarının kütlelerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Ağırlıklı ortalama, her izotopun atom kütlesi ile doğada bulunma yüzdesinin çarpılması ve bulunan değerlerin toplanması ile bulunur.

İzotop: Atom numaraları aynı, kütle numaraları farklı olan atomlara izotop adı verilir. İzotop konusu aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

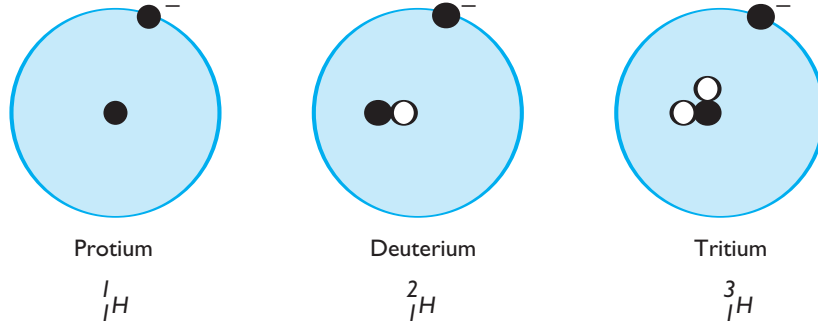
İZOTOP

Elementler, periyodik tabloda atom numaralarına göre yani proton sayılarına göre sıralanmışlardır. Proton sayısının değişmesiyle elementin fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri değişmektedir. Aynı elementin bütün atomlarında aynı sayıda proton bulunmasına karşın, nötron sayılarında değişiklik olabildiği saptanmıştır. İzotoplar, atom numaraları aynı kütle numaraları farklı elementlerdir. Örneğin bir tür hidrojen atomunun (${}^1_1\text{H}_0$) çekirdeğinde 1 proton bulunur, nötron yoktur ve hidrojen elementinin % 99,98'ini oluşturur. Ağır hidrojen (Döteryum) denilen başka bir hidrojen atomunun (${}^2_1\text{H}_1$) çekirdeğinde ise 1 protonun yanında 1 adet de nötron bulunur. Bu tür hidrojen atomlarının hidrojen elementi içindeki % si 0,015'tir. Yapay olarak elde edilebilen ve Tritiyum denilen bir tür hidrojen atomunda ise 1 protona karşılık 2 nötron bulunmaktadır (${}^3_1\text{H}_1$). Bu üç tür hidrojen atomunun ağırlıkları dışındaki tüm kimyasal özellikleri birbirinin aynıdır. Ancak nötron sayıları farklı olduğu için erime ve kaynama noktası, yoğunluk, yayılma hızı gibi fiziksel özellikleri farklıdır. Çekirdeklerinde 1 p+ bulunduğundan periyodik tabloda birinci periyotta yer alırlar. Buna göre; **çekirdeklerinde proton sayıları aynı fakat nötron sayıları farklı olan atomlara birbirinin izotop'u** denir. (Tablo 3.3), (Şekil 3.11)



Şekil 3.11

*Hidrojen,
döteryum ve
trityum*



İyotun 119 dan 131 e kadar 21 izotopu olabileceği tesbit edilmiştir. Bunlardan yalnız ^{127}I stabildir. Oksijenin 6 izotopundan 3'ü, Demirin 10 izotopundan 4'ü Altın'ın 17 izotopundan 1'i stabildir. Uranyum'un 14 izotopundan hiçbirisi stabil değildir.

İzobar

Kütle numaraları aynı, proton sayıları (Z) farklı elementlerdir. Örnek: $^{36}_{16}\text{S}$ - $^{36}_{18}\text{Ar}$ 'dır. İzobarların proton ve elektron sayıları farklı olduğu için kimyasal ve fiziksel özellikleri farklıdır. (Tablo 3.3).

İzoton

Nötron sayıları (N) aynı, proton sayıları (Z) farklı olan atomlara ise izoton denir. Örnek: $^{35}_{17}\text{Cl}$ n=18, p=17 ve $^{36}_{18}\text{Ar}$ n=18, p=18 dir. İzotonların çekirdek davranışları benzerdir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır. (Tablo 3.3).

	Atom Numarası (Proton Sayısı) (Z)	Kütle Numarası (A)	Nötron Sayısı (N)	Kimyasal Özelliği	Örnek
İzotop	Aynı	Farklı	Farklı	Aynı	$^1_1\text{H}^1$ ve $^1_1\text{H}^2$
İzobar	Farklı	Aynı	Farklı	Farklı	$^{12}_5\text{B}$ ve $^{12}_6\text{O}$
İzoton	Farklı	Farklı	Aynı	Farklı	$^{11}_5\text{B}$ ve $^{12}_6\text{C}$

Tablo 3.3

İzotop, izobar ve izoton'un özellikleri

Radyoizotoplar

Bir çekirdeğin dayanıklı (kararlı) olabilmesi için, belirli sayıda proton ve nötrona sahip olması gerekir. Kararlı izotoplar doğada yaygın bir şekilde bulunurlar. Tabiatta bulunan elementlerin çoğu iki veya daha fazla kararlı izotop içerir. Ancak bazı izotoplar ise dayanıksızdır (kararsız) ve zamanla kendiliğinden parçalanma (füzyon) gösterirler. Parçalanma, çekirdekten elektromanyetik dalga veya taneciklerin yayılması ile sonuçlanır. Bu olaya **radyoaktivite** ve radyoaktif özellik gösteren izotoplara da radyoaktif izotoplar veya **radyoizotoplar** denir. Radyoizotoplar çekirdeği stabil olmayan izotoplardır. Doğada kararlı olarak bulunan izotoplar da yapay yollarla kararsız (radyoaktif) hale getirilebilirler. Radyoaktif hale gelen çekirdek parçalanmaya uğrar. Bu olay **yapay radyoaktivite** olarak adlandırılır. Kararlı çekirdeklerin çeşitli parçacıklar ile uyarılması ile elde edilen yapay izotopların sayısı bugün 1200'e ulaşmıştır.

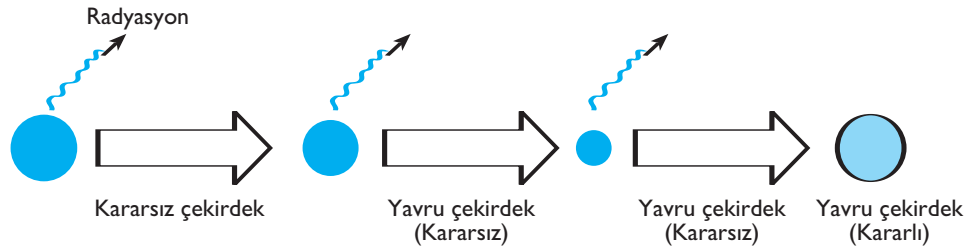
Çekirdekte proton ve nötron sayısındaki değişimler, kararlı yapıyı kararsız bir yapıya dönüştürürler. Kararlı hale gelebilmek için parçalanan bu tür çekirdekler, **radyoaktif çekirdek** olarak adlandırılır. Radyoaktif çekirdekler, kararlı bir nötron/proton oranına ulaşmaya kadar **radyoaktif çekirdek bozunması** olarak adlandırılan bir süreçle **radyasyon** yayarlar. Çekirdek kararlılığını etkileyen nedenlerden bir diğeri de nötron ve proton sayılarının tek veya çift oluşudur. Tek - çift kuralı olarak bilinen bu kurala göre, nötron ve (veya) proton sayıları çift olan çekirdeklerin kararlı oldukları tespit edilmiştir. Örneğin bilinen 264 kararlı çekirdekten 102 tanesinde nötron veya proton sayılarının çift olduğu, 157 tanesinde hem

nötron hem de proton sayılarının çift olduğu ve sadece 5 tanesinde nötron ve proton sayılarının tek olduğu belirlenmiştir. Çekirdek kararlılığına ilişkin bir diğer ilginç durum ise **sihirli sayılar** olgusudur. Sihirli sayılar kuralına göre nötron ve/veya proton sayıları 2, 8, 20, 50, 82, 126 olan çekirdekler çok kararlıdır.

Radyoaktif bozunma sürecindeki radyoaktif çekirdekler, alfa (α), beta (β) ve gamma (γ) radyasyonlarından birini veya birkaçını yayınlamak, kararlı bir çekirdek olmaya çalışırlar. İlk bozunmaya uğrayan radyoaktif çekirdek **ana çekirdek** ve ana çekirdeğin radyoaktif bozunmaya uğraması sonucu oluşan çekirdek ise **yavru çekirdek** adını alır (Şekil 3.12).

Şekil 3.12

Kararsız bir radyoaktif çekirdekten kararlı bir çekirdek oluşumu



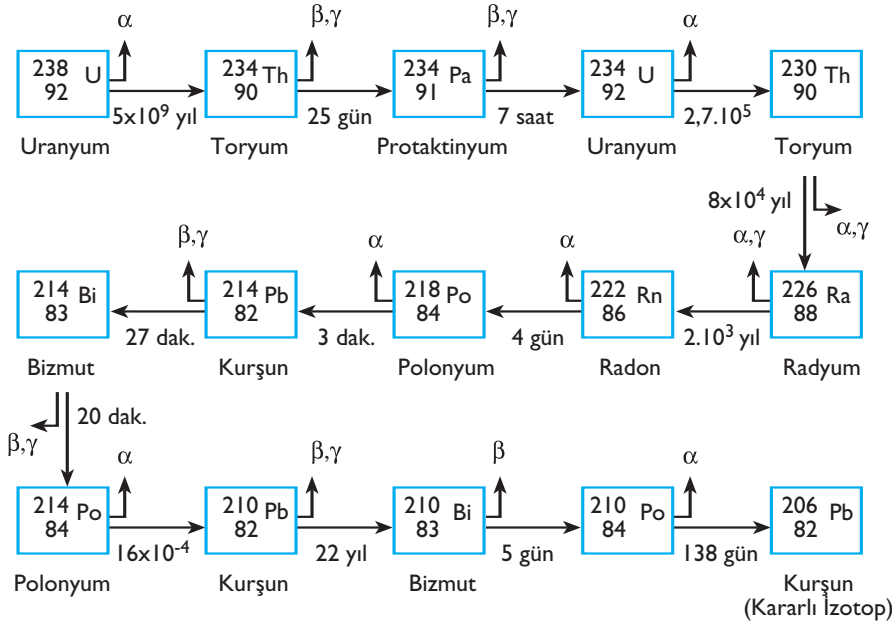
Bir radyoaktif ana çekirdekten alfa (α), beta (β) ve gamma (γ) bozunmaları sonucu yavru çekirdekler oluşturan serilere **radyoaktif seriler** adı verilir. Başlıca dört seri bilinmektedir.

1. **Uranyum-Radyum serisi:** Bu seride ^{238}U , 14 ara ürün üzerinden ^{206}Pb 'ya değişir.
2. **Aktinyum serisi:** Bu seride ^{235}U , 11 ara ürün üzerinden ^{207}Pb 'ye değişir.
3. **Toryum serisi:** Bu seride ^{232}Th , 10 ara ürün üzerinden ^{208}Pb 'e değişir.
4. **Neptunyum serisi:** Bu seride ^{237}Np , 10 ara ürün üzerinden ^{239}Bi 'e değişir.

Tarihsel sıralama söz konusu olduğunda en son keşfedilen seri Neptünium serisidir. n bir tam sayı olmak üzere bu doğal radyoaktif seriler sırayla $4n$, $4n+1$, $4n+2$ ve $4n+3$ ile temsil edilirler.

Alfa bozunması A 'yı dört birim azaltırken, beta bozunması ise A sayısını değiştirmez. Bozunma süreci çekirdeği, zincirin en uzun ömürlü üyesine götürme eğilimindedir. Gama bozunmasında ise, çekirdekteki enerji fazlalığı dolayısıyla veya radyoaktif bozunma olayı ile radyasyon yayınladıktan sonra çok defa hemen kararlı (temel enerji seviyesi) durumuna geçemeyen radyoaktif çekirdek hala yarı kararlı durumdadır. Bu fazla kalan uyarılma enerjisini hemen elektromanyetik özellikte olan bir gama radyasyonu şeklinde yayımlar. Bu şekilde bozulan yarı kararlı radyoaktif izotopun atom ve kütle sayılarında bir değişim olmaz. Her seri, bozunma zincirini tamamladıktan sonra kararlı bir çekirdek haline dönüşür. Şekil 3.13'de Uranyum-238 serisi gösterilmiştir.

Şekil 3.13

Uranyum-238
radyoaktif serisi

RADYASYON

Radyasyon, doğal ya da yapay radyoaktif çekirdeklerin kararlı yapıya geçebilmek için dışarı saldıkları hızlı parçacıklar ve elektromanyetik dalga şeklinde taşınan fazla enerjiler olarak tanımlanabilir. Radyasyon **parçacık** ve **dalga** tipi radyasyon olarak iki kısımda incelenir. Parçacık radyasyonu; belli bir kütle ve enerjiye sahip çok hızlı hareket eden parçacıkları ifade eder. Dalga tipi radyasyon; belli bir enerjiye sahip ancak kütlesiz radyasyondur. Dalga tipi radyasyon, titreşim yaparak ilerleyen elektrik ve manyetik enerji dalgaları gibidir. Bütün dalga tipi radyasyonlar ışık hızıyla (3×10^8 m/saniye) hareket ederler. Parçacık ve dalga tipi radyasyonlar da ikiye ayrılır. Bunlar **iyonlaştırıcı** ve **iyonlaştırıcı olmayan** radyasyonlardır. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon türleri morötesi ışınlar, kızılötesi, radyo dalgaları ve mikrodalgalarıdır. İyonlaştırıcı radyasyon, çarptığı maddede yüklü parçacıklar (iyonlar) oluşturabilir. İyonlaşma, radyasyonla etkileşime giren herhangi bir maddede meydana gelebileceği gibi insanlar ve diğer canlıların vücudunda da ortaya çıkabilir. Başlıca beş iyonlaştırıcı radyasyon çeşidi vardır. Bunlar, alfa parçacıkları, beta parçacıkları, X-ışınları, gama ışınları ve nötronlardır.

Radyasyon konusunda detaylı bilgiye ulaşmak için <http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi.html> adresini ziyaret ediniz.



İNETERNET

Radyasyonun İnsan Sağlığına Etkileri

Teknolojik gelişim sürecinde yapay radyasyon kaynaklarına ihtiyaç duyulmuş ve yapay radyasyon birçok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasını sağlamıştır. Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X-ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif

maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler, doğal radyasyon kaynakları yanında bilinen başlıca yapay radyasyon kaynakları olmuştur. Radyasyonun sağlık alanında kullanılması, toplum için en çok radyasyon alınan yapay radyasyon kaynağını oluşturmaktadır.

Radyasyonun hayatımızın hemen her alanında kullanımı ile birlikte insan sağlığına olan olumsuz etkileri riski de artmıştır. Bunların çoğunda, sağlıklı kişilerin klinik olarak saptanabilen bir belirti göstermediği düşük dozlar veya doz hızlarında ışınlamalar söz konusudur. Radyasyona düşük dozlarda dahi maruz kalınması, canlı üzerinde yıllar sonra ortaya çıkabilecek kanser veya genetik etkilere neden olabilmektedir.

Elektromanyetik dalga ışıması etkisinde kalan canlılar, elektromanyetik radyasyonu soğurmaktadır. Soğurulan elektromanyetik radyasyon organizmada iyonizasyona neden olur. Hücredeki metabolizma etkilenir ve kimyasal yapı bozulur. Serbest radikaller oluşur.

Bu durumda oluşan ürünler (örneğin hidrojen peroksit) çok kuvvetli oksitleyici bir ajan olarak hücre içindeki önemli moleküllerle reaksiyona girip onların yapısını ve fonksiyonunu bozar. Radyasyonun reaksiyona girdiği molekül tamamıyla rastlantısaldır ve herhangi bir karbonhidrat, lipit, protein, enzim veya DNA ya da RNA gibi bir nükleik asit olabilir. Radyasyon için asıl kritik hedefler, hücre zarı yapısında bulunan kompleks yapıdaki lipitler, metabolik olarak önemli enzimler ve nükleik asitlerdir. Bunların hasara uğraması ve fonksiyonlarının bozulması hücrenin normal fonksiyonunu yitirmesine ve ölümüne yol açabilir.

Bütün organ ve sistemler radyasyonun derecesine ve süresine göre bu durumdan etkilenir. Radyasyon dozu ne kadar küçük olursa olsun bir biyolojik bozukluğa yol açabilir. Biyolojik açıdan tamamen zararsız bir radyasyon dozundan söz etmek mümkün değildir.

KİMYASAL BAĞLAR

Atomlar birleştiği zaman elektron dağılımındaki değişimlerin bir sonucu olarak kimyasal bağlar oluşur. Kimyasal bağların oluşumu ve çeşitlerini anlatmadan önce **valans** kavramının öğrenilmesinde yarar vardır.

Valans

Atomların son enerji düzeylerine (en dış yörüngelerine) **valans düzeyi**, burada yer alan elektronlara da **valans elektronları** adı verilir. Kimyasal reaksiyonlarda birinci derecede önem taşıyan elektronlar, valans elektronlarıdır. Valans bir atomun en dış enerji seviyesinde bulunan ve bağ yapma kabiliyetini belirleyen elektron sayısını belirtir. Yani bir atomda kimyasal reaksiyonlara katılan veya bağların oluşmasında rol oynayan elektronların sayısıdır.

Elektronların kuantum sayıları ve elektron dağılımlarını hatırlayınız (Tablo 3.1). K tabakasına ($n=1$) 1s, L tabakasında ($n=2$) 2s ve 2p, M tabakasında ($n=3$) 3s, 3p ve 3d, N tabakasında ($n=4$) 4s, 4p, 4d ve 4f orbitalleri vardı. Buna göre de K tabakasında bulunacak elektron sayısı 2, L tabakasında bulunan elektron sayısı 2+6, M tabakasında 2+6+10 ve N tabakasında da 2+6+10+14 olacaktır. Baş kuantum sayıları alabilecekleri elektronların tamamını aldıklarında elektron alma yada verme eğiliminde olmayacaklardır. Örneğin Argon'da $1s^2 2s^2 2p^6$ olduğundan ve L tabakası ($n=2$) alabileceği tüm elektrona (Toplam 8) sahip olduğundan elektron alınmaz veya verilmez. Valans elektronu sıfırdır, kimyasal reaksiyona girecek elektron yoktur.

Ancak orbitalerde elektron sayıları olması gereken kadar değilse bu durumda elektronların kimyasal reaksiyon eğilimleri oluşur. Magnezyum'da $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ olduğundan valans elektronu 2 dir. M tabakasında ($n=3$) 3s orbitalinde 2 elektron vardır. Alüminyumda ise $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ olup M tabakasında ($n=3$) 3s de 2 elektron ve 3p'de ise bir elektron bulunduğundan valans elektronu 3 tür.

Elektron almaya eğilimli elementler **elektronegatif** ve elektron vermeye meyilli elementler de **elektropozitif** olarak anılır. Sodyum $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, valansı 1 olup, elektropozitiftir. Bilinen en elektronegatif element flordur (F). Elektronegatiflik; periyodik cetvelde soldan sağa, aşağıdan yukarıya doğru artar.

Periyodik tablodan faydalanarak Na, K, Ca, Mg atomlarını elektronegatifliklerine göre sıralayınız.



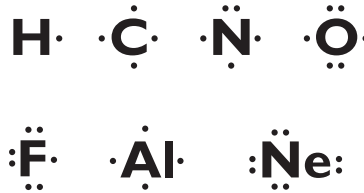
SIRA SİZDE

4

Kimyasal Bağların Oluşumu

İki atom yan yana geldiklerinde karşılıklı etkileşimler sonunda elektronlar yeniden düzenlenir. Elektronların yeniden düzenlenmesi sırasında da **kimyasal bağlar** meydana gelir. Aynı yada farklı atomların aralarında bağ kurarak oluşturdukları yapıya **molekül** denir. Moleküller genelde, molekülü oluşturan atomlar arasında elektron paylaşımı (elektron ortaklaşması) sonucunda meydana gelirler.

Elementlerin bağ yapabilme gücü, element atomlarının en dış kabuktaki elektron sayılarına bağlıdır. Molekülü oluşturan atomlar çevresindeki elektron sayısını 8'e tamamlayıncaya kadar elektronlarını ortaklaşa kullanır. Bu dağılım genellikle dış kabuk elektronlarının sekiz (oktet) olduğu soy gaz dağılımıdır ve bu durum **oktet kuralı** olarak bilinir. Gilbert Newton Lewis (Resim 3.2) tarafından formüllendirilmiş tanımlamaya göre; atomlar çok daha kararlı bir elektron dağılımı oluşturmak için bir araya gelirler. **Lewis Bağ Kuramı** olarak da bilinen kurama göre, soy gazların asalıkları (reaksiyon verme eğilimlerinin olmayışı) elektron dağılımlarından dolayıdır ve diğer elementlerin atomları, soy gaz atomlarının elektron dağılımlarına benzemek amacıyla bir araya gelmektedir. Lewis, kendi kuramı için özel bir gösterim geliştirmiştir. Lewis simgesi, iç kabuk elektronları ve çekirdeği gösteren bir simge ile dış kabuk (değerlik) elektronlarını gösteren noktalar-dan oluşmaktadır. (Şekil 3.14)



Şekil 3.14

Bazı atomların
Lewis yapıları

Moleküllerde atomik orbitalerden **moleküler orbitaller** oluşur. Moleküllerdeki bağlanma **moleküler orbital teorisi** uyarınca gerçekleşir. Bu yaklaşıma göre iki çekirdek bağ oluşturmak üzere belirli bir denge uzaklığına geldiklerinde, elektronlar moleküler orbitallere yerleşirler. N, O, F gibi sembollerle gösterilen moleküler orbitallere elektronların doldurulmasında, atomik orbitalerde olduğu gibi Pauli ve Hund kuralları geçerlidir.

Oktet kuralının istisnaları da vardır. Atomlar elektronları, sadece soygaz elektron dizilişine ulaşmak için değil, paylaşılan elektronlar pozitif yüklü çekirdekler arasında artan elektron yoğunluğu sağladığı için de paylaşırlar. Üçüncü ve sonraki periyot elementlerinin bağ oluşturacak d orbitalleri vardır. Bu elementler değerlik kabuklarında sekizden fazla elektron bulundurabilir ve bu nedenle dörtten fazla bağ oluşabilirler.

Bağ derecesi, iki atom arasındaki bağ sayısıdır. Eğer iki atom 2 elektron paylaşırsa **tek bağ** (H-H, Cl-Cl), 4 elektron paylaşırsa **çift bağ** ($\text{C}_2\text{HC}=\text{CH}_2$), 6 elektron paylaşırsa **üçlü bağ** ($\text{N}\equiv\text{N}$) meydana gelir. Bağ derecesi arttıkça bağ uzunluğu azalır.

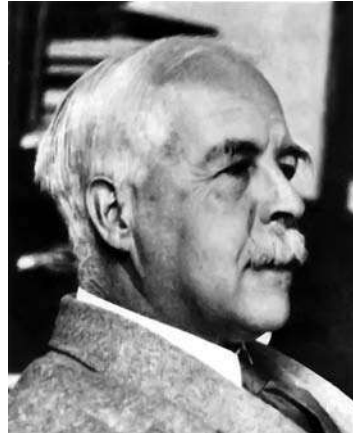
Çift bağ içeren moleküllerde cis-izomer ve trans-izomer diye bilinen **geometrik izomerler** vardır. Sadece atomlarının uzaydaki yönelmeleriyle farklılık gösteren bileşiklere **stereoizomerler** denir. Kitabın birinci bölümünde stereoizomerizm konusu anlatılmıştır.

Çekirdek yüküne, elektronların çekirdek etrafında dağılımına ve atomların yarıçapına bağlı olarak farklı kimyasal bağlar oluşmaktadır. Burada **iyonik bağ**, **kovalent bağ**, **van der Waals bağları**, **hidrojen bağları** ve **metalik bağlar** incelenmiştir.

Resim 3.2

Gilbert Newton Lewis (1875-1946):

Amerika'da doğdu ve Harvard Üniversitesini bitirdi. Harvard'da doktor ünvanı aldı. Kimyasal denge, termodinamik ve serbest enerji üzerinde çalıştı. Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde profesör oldu. Bilinen ünlü kimyacılar arasında yer aldı. 1923 yılında moleküller ve kimyasal bağlarla ilgili görüşlerini ortaya koydu. 1930 yılında döteryum olarak bilinen ağır suyu ilk üreten kimyacıdır. Döteryum ve diğer izotoplarla ilgili olarak 26 bildiri yayımladı. Döteryum, atom bombasının yapılmasında temel fikri oluşturdu. 1946 yılında laboratuvarında öldü.



İNTERNET



Kimyasal bağlar hakkında daha fazla bilgi için <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Materials/Structure/bonds.htm> adresini ziyaret ediniz.

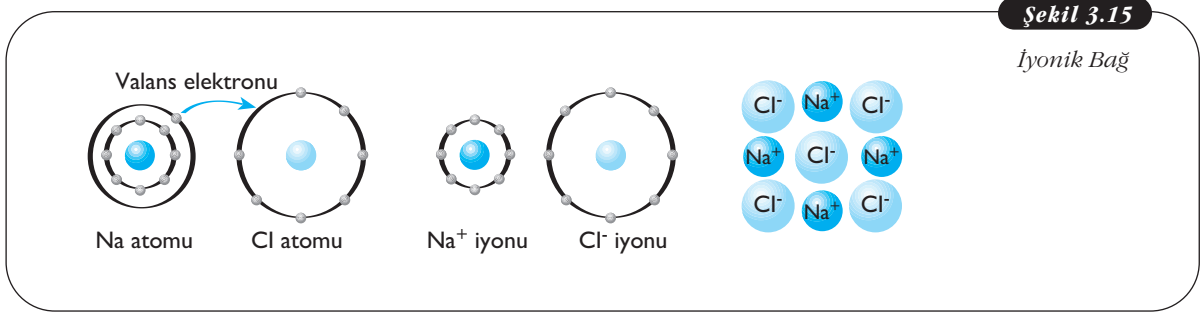
İyonik Bağlar

Bir atomdan diğerine elektron aktarılması ile oluşan bağlara **iyonik bağ** denir. İyonik bağ, daha çok metalik özellik gösteren elementlerle metal olmayan (ametaller) arasında meydana gelir. Metal olmayan element atomlarının dış kabuklarında bulunan elektron sayısı, metal atomlarının dış kabuklarında bulunan elektron sayısından daha yüksektir ve daha fazla valans elektronuna sahiptir. Metallerin iyonlaşma enerjileri düşük olup elektron vermeye ve pozitif iyonlar oluşturmaya eğilimlidirler. Ametallerin ise elektron ilgileri yüksek olup, negatif iyonlar oluşturmaya meyillidir. Böylece elektron alışverişi sonucu oluşan bu küresel yapıya pozitif ve negatif iyonlar, birbirlerini elektrostatik çekim kuvvetleri ile çekerek iyonik bağı oluştururlar.

Dış kabuğunda 7 adet elektron bulunan klor (Cl) atomu, bu kabuğunu doldurmak veya kararlı bir dış kabuk oluşturmak için bir elektron alır ve elektron sayısı proton sayısından bir fazla olacağından, -1 yüklü negatif iyon (Cl^-) haline geçer. Klor atomları, bir metal olan sodyum (Na^+) atomları ile yan yana geldiğinde, dış

İyon: Atomlar, elektron kazanarak ya da kaybederek iyon adı verilen yüklü parçacıkları oluştururlar. Elektron kaybeden atomdan pozitif yüklü bir iyon (katyon), elektron alan bir atomdan da negatif yüklü bir iyon (anyon) meydana gelir.

kabuğunda bir valans elektronu bulunan Na atomlarından Cl atomuna elektron transferi olur. Bu durum, pozitif Na^+ iyonları ile negatif Cl^- iyonları arasında kuvvetli bir elektrostatik çekim oluşturur ve yemek tuzu olarak bilinen sodyum klorür (NaCl) bileşiği meydana gelir. İyonlaşma sonucunda meydana gelen elektrostatik çekimle oluşan iyonik bağ oldukça kuvvetlidir. İyonik bağın oluşumu şematik olarak Şekil 3.15'de gösterilmektedir.



Magnezyum ve klor arasında oluşacak bağı tanımlayınız.



SIRA SİZDE

5

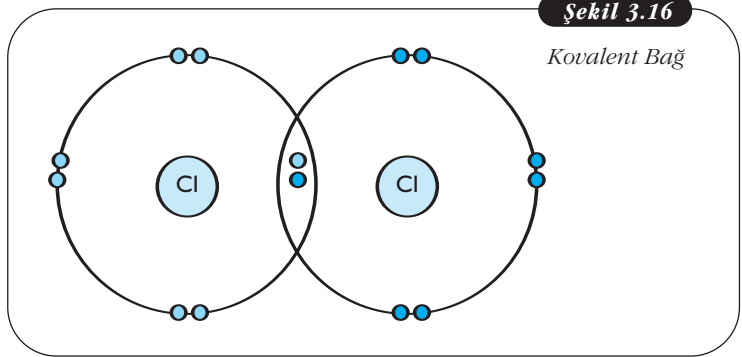
Kovalent Bağ

Kovalent bağ ametal atomları arasında meydana gelir. Kovalent bağların oluşumu esnasında elektron aktarımı olmaz. Elektronlar ortaklaşa kullanılır. Bu bağın en önemli özelliği, elektronların sıkıca tutulması ve komşu atomlar tarafından eşit olarak paylaşılmasıdır. Bazı element atomları bir veya iki elektronunu komşu atomlarla paylaşarak daha kararlı bir yapı oluştururlar.

Klor atomunun son yörüngesinde 7 elektron bulunmaktadır. İki Cl atomu yan yana gelerek son yörüngelerindeki atomları ortak kullanırlar ve Cl_2 meydana getirirler (Şekil 3.16). Birbiriyle kovalent bağlı olan atomlardan oluşan bir sistemin potansiyel enerjisi sadece atomlar arasındaki mesafeye bağlı değil, aynı zamanda bağlar arasındaki açığa da bağlıdır.

Bir organik molekül, moleküldeki kovalent bağlara katılan atomların

elektronegatifliklerine göre **polar** veya **nonpolar (apolar)** olabilir. Elektron ilgileri veya elektronegatiflikleri aynı olan atomlar arasındaki kovalent bağlara apolar kovalent bağ denir. Polar kovalent bağlarda ise elektronlar bir atomun etrafından diğerinden daha çok zaman geçirirler. Atomlar arasındaki elektronegativite farkı polar molekülleri oluşturur. Polar moleküller arasında **dipol-dipol** çekim kuvvetleri oluşur. Dipol-dipol kuvvetleri, pozitif ve negatif iyonların birbirlerini çekmeleri sonucu ortaya çıkar. Her bir iyonun bir bölümü negatif, bir bölümü de pozitif yük kazanır ve bir elektrik dipol haline gelir.



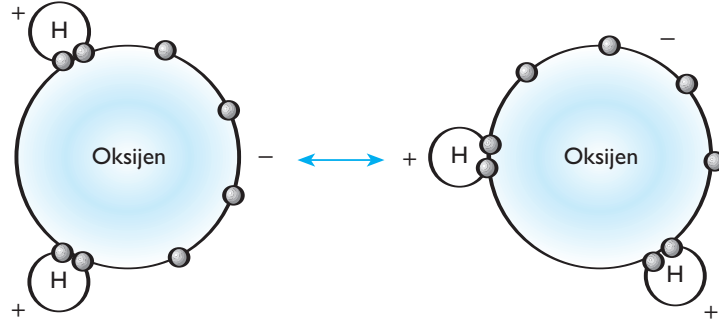
van der Waals Bağları

van der Waals bağları oldukça zayıf bağlardır. Moleküller veya atom gruplarını zayıf elektrostatik çekimlerle birbirlerine bağlarlar. Molekülün bir bölümü pozitif olarak yüklenirken, diğer bölümü negatif olarak yüklenir. Bir molekülün pozitif yüklü bölgesi ile başka bir molekülün negatif yüklü bölgesi arasında elektrostatik çekim oluşur.

Örneğin bir su molekülünde hidrojen atomları oksijen atomuna, birbirleriyle 104,5 derecelik açı yapan bağlarla bağlanmışlardır. Bu durum, hidrojen zengin tarafta pozitif bir kutup, diğer uçta ise negatif bir kutup oluşmasına neden olur. Böylece, moleküller arasında bir elektrostatik çekim kuvveti meydana gelir. Elektriksel çekim kuvvetlerinin etkisi ile birbirlerine yaklaşan iki atom, birbirlerine göre en kararlı oldukları uzaklıkta bağ oluştururlar (Şekil 3.17).

Şekil 3.17

van der Waals
Bağları

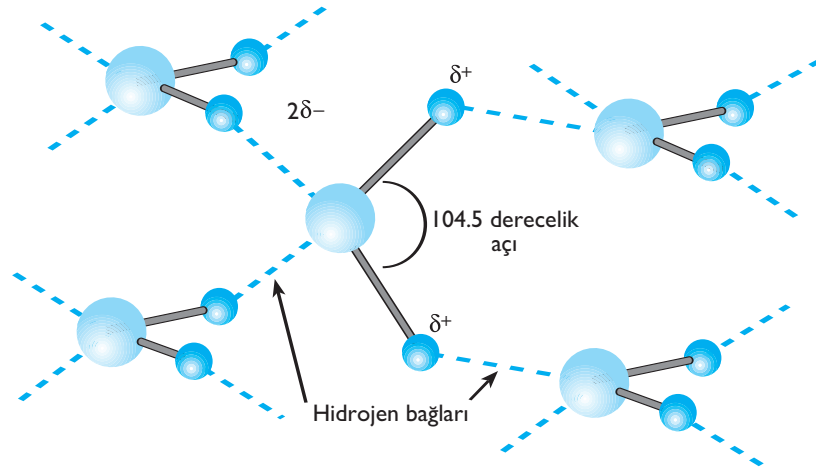


Hidrojen Bağları

Bir hidrojen (H) atomunun, oksijen (O) ve azot (N) gibi bir elektronegatif atoma kovalent bağlanması halinde, elektronların oksijen ve azot atomuna hidrojenin daha yakın bulunmaları nedeniyle elektropozitif hale gelen hidrojenin başka bir elektronegatif atom tarafından çekilmesi sonucu meydana gelir (Şekil 3.18). Hidrojen bağlarında, hidrojen bağı donörleri (vericileri) diye bilinen -OH, -NH, -SH gruplarının hidrojen atomları, O, N, S gibi akseptör (alıcı) atomların serbest elektronları ile etkileşirler.

Şekil 3.18

Hidrojen Bağları

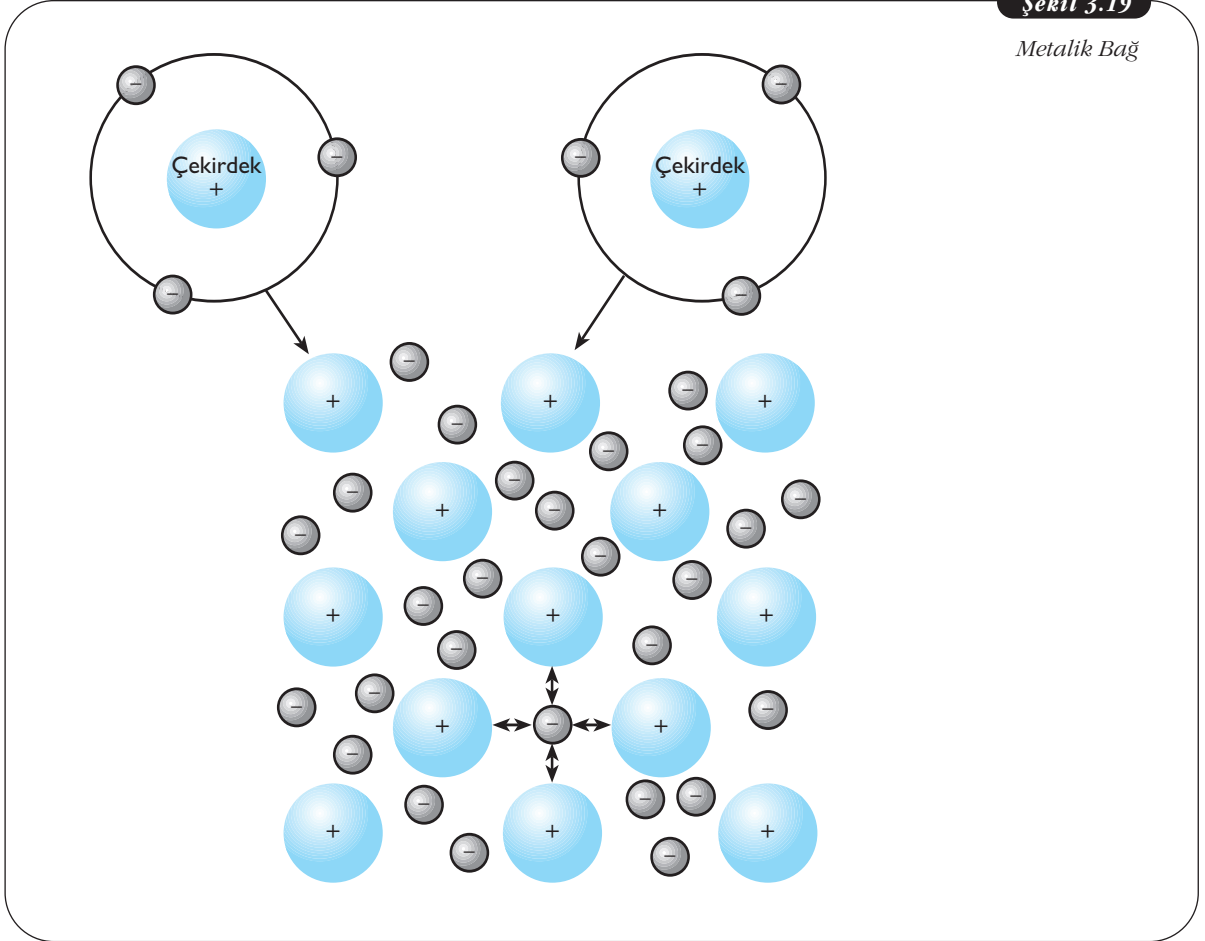


Metalik Bağ

Metal atomları, metal içerisinde birbirlerine çok yakın olduğundan, herhangi bir metal atomunun elektronu komşu atom çekirdeğinin de etkisinde kalır. Çünkü metal atomlarında valans elektronları atomun çekirdeğine çok zayıf bağlıdır. Valans elektronları metal içinde belirli süreler de olsa hangi atoma ait olduklarını nerede ise şaşırırlar. Böylece metal içinde bir **serbest elektronlar denizi** oluşur. Metal atomları arasında bu valans elektronlarının paylaşımı da metallere özgü bir bağ türünü ortaya çıkarır ve buna da **metalik bağ** denir (Şekil 3.19).

Şekil 3.19

Metalik Bağ



Metale küçük bir gerilim uygulandığında bunlar kolayca hareket ederler. Metal-lerin iyi iletken olmasının nedeni budur.

Özet



Atomun temel yapısal özelliklerini açıklamak.

Atomlar bir çekirdek ile onun etrafını çevreleyen elektronlardan meydana gelir. Çekirdekte, pozitif yüklü protonlar ile elektrik yükü taşıyan nötronlar bulunur. Nötronlar protonlar ile aynı büyüklüktedir. Çekirdekteki pozitif yüklü protonlar ile elektrik yükü taşımayan nötronlara nükleonlar denir. Elektronlar çekirdeğin etrafında belirli enerji düzeylerinde bulunmakta ve bir kabuk oluşturmaktadır. Elektronların bulunma ihtimalinin fazla olduğu yerlere orbital denir. Atomda çeşitli tabakalar bulunduğu gibi, her tabakada da çeşitli alt enerji düzeyleri veya orbitaller bulunur. Enerji düzeyleri belli sayıda elektron içerir ve elektronların bu enerji düzeylerinde ne şekilde dizildiklerini ilgili kuantum sayıları belirli kurallar çerçevesinde tayin eder. Başlıca dört kuantum sayısı mevcuttur. Baş kuantum sayısı (n) atomda bulunan ve belirli enerji değerlerine sahip olabilen çeşitli tabakaları göstermek için kullanılır. Yan kuantum sayısı (l) alt enerji düzeylerini gösterir. Her alt enerji düzeyi (veya orbital) bir veya daha fazla orbitalden oluşmuştur. Magnetik kuantum sayısı (m_l) herhangi bir alt enerji düzeyindeki elektronun hangi orbitalde bulunduğunu açıklar. Bunların dışında bir de spin kuantum sayısı vardır. Kuantum sayıları Schrodinger denkleminin çözümünden çıkmaktadır. Sonuçta elektronlar nikel atomunda olduğu gibi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ sırasına göre orbitallere yerleşmektedir. Elektronların kütleleri çok daha küçüktür ($9,11 \times 10^{-31}$ kg). Atom ağırlığını gösterirken sıklıkla atomik kütle birimi (akb) kullanılır. 1 akb 6 proton ($Z=6$) ve 6 nötrona ($N=6$) sahip ve son derece yaygın olan karbon izotopunun kütlelerinin $1/12$ 'si olarak tanımlanır. $1,66 \times 10^{-24}$ g = 1 akb'dir. ^{12}C atomunun atomik kütlesi 12 akb'dir. Bir elementin atom ağırlığı, doğal olarak meydana gelen izotop atomlarının atomik kütle ağırlıklarının ortalamasıdır. Atom ağırlığı her mol kütlelerinde sık sık belirtilir. 1 mol madde miktarı atomların akb'deki atomik kütlelerine eşit gramdaki kütleyle sahiptir. Periyodik tabloda elementlerin elektronik konfigürasyonu göz önüne alınarak düzen-

lenmiştir. Her bir satır periyot olarak isimlendirilmiş ve 1 den 7 kadar olan kuantum kabuklarını veya başkuantum sayısını göstermektedir. Her bir kolon grup olarak isimlendirilmiş olup 1 den 18 kadar sıralanmıştır (IA-VIIA, IB-VIIIB, 0). Her kolondaki elementler aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Çünkü her grubun valans elektronlarının sayısı aynıdır. Elektronegatiflik elektron kabul etmek için ne kadar istekli olduğunun bir ölçüsüdür. Bir elektronlu altkabuklar düşük elektronegatifli, bir elektronu eksik altkabuklar yüksek elektronegatiflidir. Elektronegatiflik, tabloda soldan sağa gidildikçe artmaktadır.



İzotop, radyoaktivite ve radyasyonu yorumlamak.

Çekirdeklerinde proton sayıları aynı fakat nötron sayıları farklı olan atomlara birbirinin izotop'u denir. Kararlı izotoplar doğada yaygın bir şekilde bulunur. Ancak bazı izotoplar ise dayanıksızdır (kararsız) ve zamanla kendiliğinden parçalanma (füzyon) gösterirler. Parçalanma, çekirdekten elektromanyetik dalga veya taneciklerin yayılması ile sonuçlanır. Bu olaya radyoaktivite ve radyoaktif özellik gösteren izotoplara da radyoaktif izotoplar veya radyoizotoplar denir. Doğada kararlı olarak bulunan izotoplar da yapay yollarla kararsız (radyoaktif) hale getirilebilirler. Radyoaktif çekirdekler kararlı bir nötron/proton oranına ulaşmaya kadar bozunmayı sürdürürler. Bozunma sürecindeki radyoaktif çekirdekler, alfa (α), beta (β) ve gamma (γ) radyasyonlarından birini veya birkaçını yayınlamaya, kararlı bir çekirdek olmaya çalışırlar. Radyasyonlar iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonlar olarak iki bölümde incelenebilir. İyonlaştırıcı radyasyon canlıları olumsuz olarak etkiler, doku ve organlarda yıkıcı ve hatta ölümcül etkileri vardır.



Kimyasal bağlar ve molekülleri açıklamak.

İki atom yan yana geldiklerinde karşılıklı etkileşimler sonunda kimyasal bağlar meydana gelir. Aynı yada farklı atomların aralarında bağ aracılığı ile kurulan yapıya molekül denir. Elementler birbirlerine çeşitli bağlarla bağlanabilirler. İyonik bağlar metal atomları ile metal olmayan elementlerin atomları arasında oluşur. Elektronların bir atomdan diğer atoma aktarılması sözkonusudur. Elektron kaybeden atom pozitif iyon (katyon), elektron alan atom negatif iyon (anyon) dönüşür. İyonik bağ bu zıt yüklü iyonların elektrostatik çekimi ile oluşur. İki atom arasında elektro-negatiflik farkı büyüktür. Kovalent bağ ametallik atomları arasında meydana gelir. Kovalent bağların oluşumu esnasında elektron aktarımı olmaz. Elektronlar ortaklaşa kullanılır. van der Waals bağları moleküller veya atom gruplarını zayıf elektrostatik çekimlerle birbirlerine bağlarlar ve oldukça zayıf bağlardır. Molekülün bir bölümü pozitif olarak yüklenirken, diğer bölümü negatif olarak yüklenir. Bir molekülün pozitif yüklü bölgesi ile başka bir molekülün negatif yüklü bölgesi arasında meydana gelen elektrostatik çekim nedeniyle iki molekül gevşek olarak birbirine bağlanır. Hidrojen bağları elektropozitif hale gelen hidrojenin başka bir elektronegatif atom tarafından çekilmesi sonucu oluşur. Metalik bağlarda ise valans elektronları serbest elektronlar denizi oluşturur ve metal atomları arasında bu valans elektronlarının paylaşımı da metalik bağ adını alır.

Kendimizi Sınayalım

1. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi oksijenin ($Z=8$) elektron dağılımını göstermektedir?

- $1s^2 2s^2 2p^1$
- $1s^2 2s^2 2p^2$
- $1s^2 2s^2 2p^3$
- $1s^2 2s^2 2p^4$
- $1s^2 2s^2 2p^5$

2. Aşağıdakilerden hangisine göre bir orbitale en fazla ters spinli iki elektron girebilir?

- Oktet kuralı
- Pauli ilkesi
- Aufbau ilkesi
- Hunt kuralı
- Lewis Bağ Kuramı

3. Altı loblu olan f orbitali kaç tanedir?

- 1
- 3
- 5
- 7
- 9

4. Aşağıda periyodik tablo ile ilgili olarak verilen özelliklerden hangisi doğrudur?

- Bir grupta aşağıdan yukarıya doğru gidildiğinde atom yarıçapları büyür.
- Bir grupta yukardan aşağıya doğru inildiğinde atom yarıçapları küçülür.
- Bir periyotta soldan sağa doğru gidildiğinde atom yarıçapları küçülür.
- Bir periyotta soldan sağa doğru gidildiğinde atom yarıçapları büyür.
- Periyodik tabloda, atomların yarıçaplarına göre sıralanması mümkün değildir.

5. İzotoplarda aşağıdaki numaralardan hangisi değişmez (aynıdır)?

- Kütle numarası
- Nötron sayısı
- Elektron sayısı + Nötron sayısı
- Atom ağırlığı
- Atom numarası

6. Aşağıdakilerden hangisi iyonlaştırıcı bir radyasyondur?

- Alfa tanecikleri
- Morötesi ışınlar
- Kızılötesi ışınlar
- Radyo dalgaları
- Mikrodalgalar.

7. Magnezyum'da $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ olduğuna göre valansı kaçtır?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

8. Aşağıdakilerden hangisi/hangileri iyonik bağların özelliğidir?

- Metal atomları ile metal olmayan elementlerin atomları arasında oluşur.
 - Elektronunu veren atom pozitif yüklü hale gelmiş (katyon), alan atom ise negatif yüklenmiştir (anyon).
 - İyonik bağların oluşumunda elektronlar ortaklaşa kullanılır.
- Hepsi doğru
 - I ve III doğru
 - Sadece III yanlış
 - Sadece I ve II doğru
 - Hepsi yanlış

9. Moleküller veya atom gruplarının zayıf elektrostatik çekimlerle birbirlerine bağlandığı bağ hangisidir?

- İyonik bağ
- Kovalent bağ
- van der Waals bağları
- Hidrojen bağları
- Metalik bağlar

10. Elektron ilgileri veya elektronegatiflikleri aynı olan atomlar arasındaki kovalent bağlara ne ad verilir?

- Apolar kovalent bağ
- İyonik bağ
- Dipol-dipol çekim kuvvetleri
- Polar kovalent bağ
- Metalik bağ

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. d Yanıtınız yanlış ise, "Orbitaller" konusunu gözden geçiriniz.
2. b Yanıtınız yanlış ise, "Orbitaller" konusunu gözden geçiriniz.
3. d Yanıtınız yanlış ise, "Orbitaller" konusunu gözden geçiriniz.
4. c Yanıtınız yanlış ise, "Periyodik Tablo" konusunu gözden geçiriniz.
5. e Yanıtınız yanlış ise, "İzotoplar" konusunu gözden geçiriniz.
6. a Yanıtınız yanlış ise, "Radyasyon" konusunu gözden geçiriniz.
7. b Yanıtınız yanlış ise, "Kimyasal Bağlar" konusunu gözden geçiriniz.
8. d Yanıtınız yanlış ise, "Kimyasal Bağlar" konusunu gözden geçiriniz.
9. c Yanıtınız yanlış ise, "Kimyasal Bağlar" konusunu gözden geçiriniz.
10. a Yanıtınız yanlış ise, "Kimyasal Bağlar" konusunu gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

L kabuğu $n=2$ anlamındadır. $l=n-1$ ise $l=1$ 'dir. Yani $l=0$, $l=1$ veya s, p seviyeleri vardır.

$m_l = 2l+1$ olduğundan:

s seviyesi, $l=0$, $m_l = 2(0)+1=1$ yani $m_l = 0$, $m_s +1/2$ ve $-1/2$,

p seviyesi, $l=1$, $m_l = 2(1)+1=3$ yani $m_l = -1$, $m_s +1/2$ ve $-1/2$,

$m_l = 0$, $m_s +1/2$ ve $-1/2$,

$m_l = 1$, $m_s +1/2$ ve $-1/2$ olur.

Sonuçta $1s^2 2s^2 2p^4$, toplamda 4 orbital ve 8 elektron vardır.

Sıra Sizde 2

Elektron sayısı ikidir. Elektronlar en düşük enerjili orbital olan $1s$ 'e yerleşir. Pauli prensibine göre spini zıt olmalıdır. Bu durumda He atomunun iki elektronu için dört kuantum sayısı 1, 0, 0, $+1/2$ veya 1, 0, 0, $-1/2$ ile gösterilir.

Sıra Sizde 3

Atomların büyüklükleri periyodik cetvelde sağdan sola, ve yukarıdan aşağıya doğru artar.

$K > Ca > Na > Mg$

Sıra Sizde 4

Elektronegatiflik; periyodik cetvelde soldan sağa, aşağıdan yukarıya doğru artar.

$Mg > Na > Ca > K$

Sıra Sizde 5

Elektronik yapılar ve valansları:

Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ valans = 2

Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ valans = 7

Her bir magnezyum atomu iki valans elektronunu vererek Mg^{2+} katyonuna dönüşür. Her bir klor atomu da bir elektron olarak Cl^- anyonuna döner. Bu bağın oluşabilmesi için magnezyumun iki katı Cl^- iyonuna ihtiyaç vardır ve bileşik $MgCl_2$ olarak oluşur.

Yararlanılan Kaynaklar

- Orchin, M., Macomber, R.S., Pinhas, A.R. & Wilson, R.M. (2006). *The vocabulary and concepts of organic chemistry*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Riedel, E. (2010). *Allgemeine und anorganische chemie*. 10. Auflage. De-Gruyter-Lehrbuch, Berlin.
- Ünalın, Z. (2000). Kuantum Penceresinden Biyoloji. *Bilim ve Teknik Dergisi* (43)512;27-28

4

Amaçlarımız

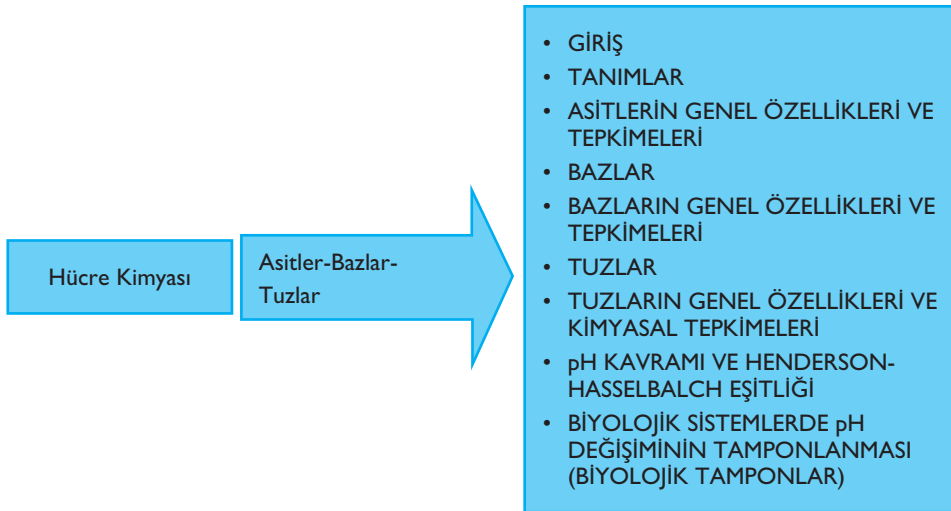
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Asit, baz ve tuz nedir tanımlayabilecek, özellikleri hakkında bilgi sahibi olabilecek, ve hücrelerde metabolik ürünler şeklinde açığa çıkan asit, baz ve tuzların hücre bütünlüğüne yararlarını ve zararlarını açıklayabilecek
- Güçlü ve zayıf asit ve bazları ve tuzları tanımlayabilecek ve basit örnekler verebilecek,
- pH nedir tanımlayabilecek, hücre içi ve hücre dışı pH ne ile ve nasıl tamponlanır açıklayabilecek,
- Biyolojik tamponların yapı, işleyiş ve fonksiyonlarını özümseyebilecek bilgi ve beceriler kazanabileceksiniz

Anahtar Kavramlar

- Asit, Baz ve Tuz
- Güçlü ve Zayıf Asitler
- Güçlü ve Zayıf Bazlar
- Tuzlar ve Çeşitleri
- pH kavramı Asit-Baz Titrasyonu ve pH Değişimlerinin Dengelenmesi
- Tampon Sistemler ve Biyolojik Tamponlar

İçindekiler



Asitler-Bazlar-Tuzlar

GİRİŞ

Çevremizdeki pek çok maddeyi ortak kimyasal özelliklerine göre gruplandırabiliriz. Asitler, bazlar ve tuzlar bu gruplardan üçünü oluşturur. Isırgan otunun sap ve yapraklarına vücudun çıplak kısımları değdiğinde veya elin ya da vücudun herhangi bir yeri karınca tarafından ısırıldığında acı, yanma ve kaşıntı hissi duyulur. Bu durum ısırgan otunun sap ve yapraklarında var olan veya karıncalar tarafından salgılanan formik asitten (HCOOH) kaynaklanır. Bal arısı ya da eşek arısı soktuğunda bir yandan sokulan yer kabarıırken diğer yandan acı hissi duyulur. Bunun nedeni bal arısındaki asidik, eşek arısındaki bazik salgıdan kaynaklanır. Diğer taraftan, bozulmuş yağın kokusu propiyonik asit ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) ile, tereyağının kokusu kısmen butirik asit $\text{CH}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$ ile, keçi peynirinin kendine özgü kokusu ise kaproik asit ile ilgilidir. Kas yorgunluğu laktik asit ($\text{CH}_3\text{CHOCOOH}$) ile ilgilidir.

Hücrelerde mevcut birçok madde, zayıf asit veya zayıf baz olan fonksiyonel gruplara sahiptir. Bu fonksiyonel grupların biri veya daha fazlası (karboksil grupları, amino grupları veya fosfat esterlerinin sekonder fosfat iyonları) proteinlerde ve nükleik asitlerde, koenzimlerin ve ara-metabolitlerin büyük kısmında mevcuttur. Bu nedenle, zayıf asidik ve zayıf bazik olan fonksiyonel grupların iyonlaşma davranışı (protonik denge), hücre içi pH'nın bu bileşiklerin yapısı ve biyokimyasal aktivitesi üzerindeki etkisini anlamada temel oluşturur.

Asitler, bazlar ve tuzlar yaşamsal olarak hücre içi ve hücre dışı olaylarda önemli görevler üstlenen vazgeçilmez maddelerdir. Bir kısım asitler vücudun temel yapı taşlarını oluşturan amino asitlerdir. Günümüzde, proteinlerin oluşumunda aminoasitlerin önemi çok iyi bilinmektedir. Sindirim olayları asit ve bazlar yardımıyla gerçekleşir. Mide özsuyu, besin sindirimi için yaklaşık %0,4 oranında seyreltik bir HCl içerir. Bu salgının fazlaşması midede ülsera sebep olabilir. Hücre içi metabolik reaksiyonlardan sorumlu ve enzim denen protein yapısındaki maddeler de amino asitlerden oluşur ve aktiviteleri için ortam pH'sının optimal tutulması son derece önemlidir. Hücre içi asitler ve bazlar pH'yı etkilemek suretiyle enzim aktivitelerine engel oluşturabilirler.

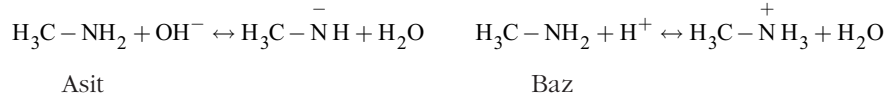
Canlıların yaşamsal faaliyetlerinde önemi büyük olan asitler günlük gıda maddelerinin çoğunda, bazı meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. Bu asitler zayıf asitler olup dilde ekşi tat bırakırlar: elmada malik asit $[\text{C}_2\text{H}_3\text{OH}(\text{COOH})_2]$, limonda sitrik asit $[\text{C}_3\text{H}_4\text{OH}(\text{COOH})_3]$; sirkede asetik asit $[\text{CH}_3(\text{COOH})]$. Ayrıca, çilekte folik

asit $[\text{CH}_2\text{OH}(\text{COOH})]$; üzümde tartarik asit: $[\text{C}_2\text{H}_2(\text{OH})_2(\text{COOH})_2]$; yoğurtta laktik asit: $[\text{C}_2\text{H}_3\text{OH}(\text{COOH})]$; meşrubatlarda fosforik asit: $[\text{H}_3\text{PO}_4]$; çayda tannik asit: $[\text{C}_{27}\text{H}_{24}\text{O}_{18}]$; tereyağında butirik asit: $[\text{C}_3\text{H}_7(\text{COOH})]$ örnek gösterilebilir.

Günümüzde, sülfürik asit araba akülerinde, gübre ve boya sanayinde, patlayıcılarda ve petrokimya sanayinde, nitrik asit boya ve gübre yapımında kullanılmaktadır. Temizlikte kullanılan tuz ruhu seyreltik hidroklorik asit (HCl), sofralarda kullanılan sirke ise, seyreltik bir asetik asit çözeltisidir.

Bazı maddelerin yapısında hidrojen bulunmadığı halde, H^+ oluşumuna sebep oldukları için sulu çözeltileri asit özelliği gösterir. Karbondioksit (CO_2) ve kükürt dioksit (SO_2) suda asit özelliği gösteren maddelerdir. Havadaki karbon dioksit ve kükürt dioksit gazları da yağmur damlalarında çözündüklerinde asit olarak yere düşer. Bu şekilde asit yağmurları oluşur.

Asitler organik veya inorganik olabilir. Kısaca yapısında C elementi bulunmayanlara **“inorganik”**, bulunanlara ise **“organik”** asitler denir. **Organik asitler** arasında yaygın olarak bulunan karboksilik asitler (asetik asit ve formik asit) önem taşır. Orta derecede kuvvetli asitler ($\text{pK}_a=3-5$) arasında yer alan karboksilli asitler proton vererek asit, proton alarak baz gibi davranırlar. Canlılarda bulunan ve karbon atomuna bağlı azot taşıyan aminler de asit gibi davranarak proton verebilir veya baz gibi hareket ederek proton alabilir. Asitlere karşı baz, bazlara karşı asit gibi davranan maddelere **amfoterik maddeler** denir. Genellikle organik baz gibi davranan aminlerden yüksek pK_a değeri taşıyanlar nadiren asit özellik gösterirler.



Minerallerden ve metal olmayan maddelerden yapılan asitlere, **inorganik asitler** adı verilir. Yaygın inorganik asitler arasında, sülfürik asit (H_2SO_4), hidroklorik asit (HCl), nitrik asit (HNO_3) ve fosforik asit (H_3PO_4) yer alır. Endüstri her yıl bu asitlerden yüzbinlerce ton üretir. Bunlar plastik, lif, gübre, boya kimyasallarının yapımında kullanılır. Yoğun inorganik asitler çok aşındırıcıdır. Cilde zarar verebilir ve diğer metallerin içinde hızla eriyebilirler. Hidroflorik asit (HF), camın yapısını bozarken diğer inorganik asitler cam için tehlikeli değildir.

Diğer taraftan, yıkanırken sabunun elde kayganlık hissi uyandırdığı, göze kaçan sabun köpüğünün yanma ve acı duygusu verdiği, ağza giren sabun köpüğünün buruk bir tadı olduğu iyi bilinmektedir. Bunların nedeni sabunun yapısının bazik olmasıdır.

Bazlar da asitler kadar insan yaşamına girmiş maddelerdir. Çamaşır sodası, sabun, diş macunu, deterjanlar, amonyaklı temizlik malzemeleri, kireçli su ile bazı ilaçlar (magnezyum hidroksit, antiasitler ve kalsiyum +vit c efervesan tabletler) bazik maddelerdir. Laboratuvarlarda en çok kullanılan bazlar; sodyum hidroksit (NaOH) potasyum hidroksit (KOH) ve kalsiyum hidroksit $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ tir.

Yemek sodası olarak bilinen kabartma tozu, bir çeşit baz olan sodyum bikarbonat içerir. Bazı bazlar, örneğin NaOH lavabo açıcı, KOH ise Arap **sabunu** ya da sıvı sabun yapısına girerek temizlikte kullanılmakta, hidroiyodik asit (HI) dezenfektan olarak önem taşımaktadır. Sönmüş kireç olarak da bilinen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ siva ve harç maddesi, $\text{Al}(\text{OH})_3$ ve $\text{Mg}(\text{OH})_2$ antiasit ve Amonyak (NH_3) temizlik malzemesi ve patlayıcı madde olarak kullanılmaktadır.

Suda tamamen iyonlaşabilen bazlara **kuvvetli baz** kısmen iyonlaşabilenlere **zayıf baz** denir. Kuvvetli bazlar arasında bulunan baryum hidroksit $[\text{Ba}(\text{OH})_2]$, pan-

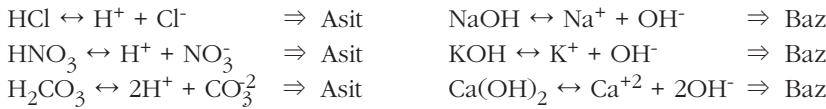
Sabun: Yağ asitlerinin alkali metaller ile meydana getirdiği tuzlara sabun denir. Örnek: Sodyum stearat ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$) katı sabun; potasyum stearat ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOK}$) sıvı sabun = arap sabunu

car şekerinin rafine edilmesinde, suların sertliğinin giderilmesinde ve cam sanayiinde kullanılmaktadır. Alçı, çimento, badana ve suların sertliğinin giderilmesinde kullanılan kalsiyum hidroksitten $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ dezenfektan olarak da yararlanılmaktadır. **Antiasit** ve **laksatif özellikleri** bilinen ve dış macunları ile besin katkı maddesi olarak kullanılan magnezyum hidroksitin $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ çözünürlüğü çok düşüktür. Besinlerde yaygın olarak yer almayan bazlar, genellikle sabunlarda ve ev temizlik malzemelerinde kullanılmaktadır.

Baz kavramı, her zaman, asit kavramına bağlı kalmıştır. Baz, asidin karıştıdır; ancak baz olmadan hiçbir asit tepkimesi gerçekleşemez. Bazların asitlerle tepkimeye girmesiyle, önemli bir bileşik sınıfı olan tuzlar oluşur. Bu bir nötrleşme (yansızlaşma) tepkimesidir; çünkü tepkime ürünü olan tuz artık ne asit, ne de baz özelliği taşıyan nötr ya da yansız bir bileşiktir. Suyu tat veren bazen de suyun tadını bozan, kaplarda kireç tabakası oluşturan, deniz suyunu acılaştıran maddeler genellikle tuzlardır. Sert su kullanılan bölgelerde kaplarda kireç tabakasını, mağaralarda sarkıt ve dikitleri, Pamukkale’de travertenleri oluşturan kalsiyum ve magnezyum tuzlarıdır. Yemeklere tat vermek amacıyla kullanılan yemek tuzu (NaCl), temizlikte kullanılan çamaşır sodası (Na_2CO_3), kabartma tozu olarak kullanılan yemek sodası (NaHCO_3) günlük yaşamda en çok karşılaşılan ve çok iyi tanınan tuzlardır. Ancak bütün tuzlar zararsız değildir. Örneğin; talyum tuzları bir zamanlar fare zehiri olarak kullanılmıştır.

TANIMLAR

Arrhenius teorisine (1887) göre, sulu çözeltilerine Hidrojen iyonu (H^+) ya da proton veya hidronyum iyonu (H_3O^+) verebilen maddelere “**asit**” hidroksil iyonu (OH^-) verebilenlere ise “**baz**” denir.



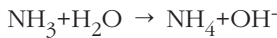
Bu tanıma uymayan durumlar da mevcuttur: $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ gibi.



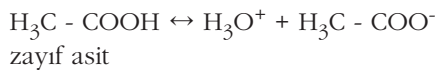
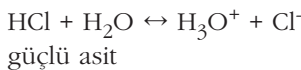
DİKKAT

Asit ve baz kavramlarının tanımlanmasında büyük yarar sağlayan Arrhenius teorisini bazı bileşiklerin (amonyak) bazik özelliklerinin açıklanmasında yetersiz kalır. Asitleri nötralize eden ve yapısında hidroksil grubu taşımayan amonyak gibi bileşikler ile organik asit ve bazların özelliklerinin açıklanabilmesi için farklı bir asit-baz tanımı gerekir.

Bazı bazların sulu çözeltilerinde iyonlarına ayrışması yukarıdaki gibidir. Fakat amonyak (NH_3) hidroksit iyonu bulundurmamasına rağmen bazik özellik gösterir. Çünkü sulu çözeltisinde hidroksit iyonları (OH^-) oluşumuna sebep olur:



Kuvvetli asitlerin (HCl , HNO_3) suda iyonlaşması daha güçlü, zayıf asitlerin (asetik asit, karbonik asit) ise daha zayıftır.



Amonyak neden bazdır?

Çözeltilerinde bir proton veren asitler monoproitik (HCl , HNO_3), iki proton verenler (H_2SO_4) diprotik ve üç proton verenler (H_3PO_4) ise triprotik asit olarak tanımlanır.



SIRA SİZDE

1

HCl	HNO ₃	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄
Hidroklorik asit	Nitrik asit	Sülfürik asit	Fosforik asit
(monoprotik)	(monoprotik)	(diprotik)	(triprotik)

Arrhenius'a göre suda çözüldüklerinde hidroksit iyonu veren bileşikler olarak tanımlanan bazlardan kuvvetli bazik özellik taşıyanlar (NaOH) tamamen iyonlaşıırken, zayıf olanlar ise [Mg(OH)₂] kısmen iyonlaşırlar.



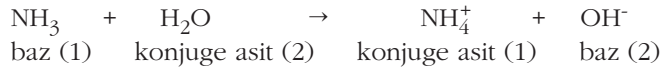
SIRA SİZDE



Kuvvetli baz ile zayıf baz arasındaki fark nedir?

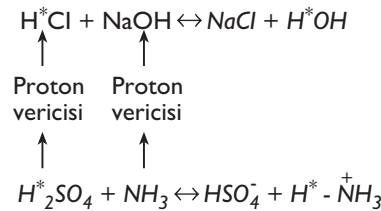
Diğer bir tanıma göre asitler proton veren, bazlar ise proton alan maddelerdir.

Yukarıdaki tepkimede HCl, proton verdiğine göre asit, H₂O ise proton aldığına göre bazdır. HCl ve H₂O arasındaki tepkime sonucunda konjuge asit ve bazlar oluşur. Ancak, hidrojen iyonunun (H⁺) suda serbest halde bulunması mümkün değildir. Su molekülleriyle sarılması beklenir. Yaklaşık dokuz su molekülüyle sarılan hidrojen iyonu, bunlardan birisi ile de sıkıca bağlanır. Dolayısıyla suda, H⁺ yerine daima H₃O⁺ iyonundan söz etmek gerekir ve buna hidronyum iyonu denir. Arrhenius'a göre baz olması beklenmeyen amonyak çözeltisi bu tanıma göre bazdır, bu da aşağıdaki tepkime ile gösterilebilir:

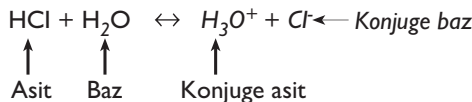


Burada, NH₃ proton aldığı için baz, H₂O ise proton verdiğine için asittir. Aynı zamanda NH₄, NH₃ in konjuge asidi, OH⁻ ise H₂O un konjuge bazıdır.

Protonların aktarılması temeline dayanan Bronsted-Lowry teorisine (1923) göre, asitler hidrojen iyonu (proton) vericisi, bazlar ise hidrojen iyonu (proton) alıcısı olarak tanımlanır. Bu teoriye göre bazlar proton alan bileşiklerdir.



Proton alan bir baz, aldığı protonu geri verebileceği için asit olarak değerlendirilir. Benzer şekilde protonu veren asit de verdiği protonu geri alabileceği için baz olarak kabul edilir. Bronsted-Lowry teorisine göre bir bileşiğin proton kaybetmesi ile oluşan ürüne konjuge baz, proton alması ile oluşan ürüne ise konjuge asit adı verilmektedir. Kuvvetli bir asidin konjuge bazı zayıf, zayıf bir asitin konjuge bazı ise kuvvetlidir. Kuvvetli asitler (HCl) suda çözüldüklerinde tamamen ayrışır ve denge ürünler yönünde olur. Suda çözüldüklerinde çok az ayrışan zayıf asitlerde (asetik asit) ise denge ters yöndedir.

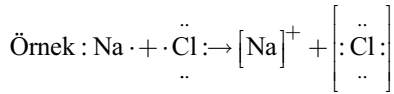
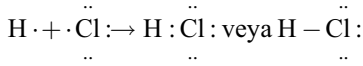


Bir **konjuge baz** orijinal asidin H iyonu verdikten sonraki kalıntısıdır. Bir **konjuge asit** ise orijinal baz bir H iyonu kazandığında oluşan şekildir. Böylece, bir konjuge asit-baz çifti bir tek H iyonunun *kayıbı ya da kazancı* ile ilişkilidir.

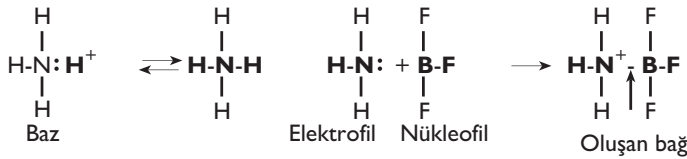
HCl ve NH₃ örnekleriyle reaksiyona giren su molekülü, HCl'ye karşı baz olarak (proton alan), NH₃'a karşı ise su asit olarak (proton veren) davranmaktadır. Bu da su molekülünün reaksiyona girdiği maddeye göre asit veya baz olarak davrandığını gösterir. Bu tür maddelere **amfiprotik maddeler** denir.

Bunlara örnek olarak H₂O, ROH, HCO₃⁻, H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻ gösterilebilir.

Lewis'e göre ise, asit elektron çifti alabilen, baz ise elektron çifti verebilen maddedir. Baz grubuna genellikle elektron verebilen oksijen veya azot içeren maddeler girer. Diğer taraftan hidrojen içermeyen maddeler de asit olabilir. Örneğin bor triflorür (BF₃) bir asittir, çünkü elektron eksikliği vardır ve bunu tamamlamak ister. Öte yandan NH₃ veya diğer azotlu maddelerde ortaklanmamış elektron çiftleri bulunur, dolayısıyla bunlar da bazdır.



Lewis asit/baz teorisine göre bir elektron çifti alabilen iyon veya molekül asit, elektron çifti veren iyon veya molekül ise baz olarak tanımlanır. Sadece proton veren bileşiklerle sınırlı kalmayan Lewis teorisi, Bronsted-Lowry teorisine göre daha geniş kapsamlıdır. Yeni bağlar oluşturmak üzere bağ yapımına katılmayan elektron çiftlerini veren maddeler Lewis bazı, bu elektron çiftlerini alarak yeni bağlar oluşturan maddelere ise Lewis asiti adı verilir. Bir elektron çifti alan Lewis asiti elektrofil, elektron çifti veren Lewis bazı ise nükleofil olarak adlandırılır.



Asit ayrışma sabiti (K_a) bir asidin, baz ayrışma sabiti (K_b) ise bir bazın kuvvetini göreceli olarak tanımlar. K_a ve K_b çok geniş bir aralıkta değiştikleri için negatif logaritmaları olan pK_a ve pK_b kullanılmaktadır. Çok kuvvetli asitler için pK_a <1 (hidroklorik asit için pK_a = -7), orta kuvvetteki asitler için pK_a = 1-5 (asetik asit için pK_a = 4.76), zayıf asitler için pK_a = 5-15 ve çok zayıf asitler için pK_a >15 olur.

HA bir Asit ise;



(asit)

(konjuge baz)

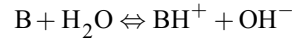
$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \text{ mol / L (25°C'de sabit)}$$

K_a değeri asidin kuvveti hakkında bilgi verir. K_a ne kadar büyükse asit o kadar kuvvetlidir.

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}_3\text{O}^+] \log_{10} \frac{1}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\text{pK}_a = -\log_{10} K_a = \log_{10} \frac{1}{K_a}$$

B bir baz ise;



$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} \text{ mol / L (25}^\circ\text{C)}$$

$$\text{pK}_b = -\log_{10} K_b = \frac{1}{\log_{10} K_b}$$

K_a ve K_b değerleri çarpılarak bir asidin asit değeri ile konjuge bazının baz değeri arasındaki ilişki belirlenir. K_a ve K_b çarpımı daima suyun iyon çarpımı sabitini verir.

$K_a \times K_b = K_{su}$ (10^{-14}) K_{su} sabit olduğundan K_a ve K_b hesaplanabilir. K_a veya K_b biliniyorsa ortamdaki iyon derişimi, pH, pOH hesaplanabilir.

K_a değerinin büyük, K_b değerinin küçük olması asitin kuvvetli, konjuge bazının ise zayıf olduğunu gösterir.

SIRA SİZDE



pH ile pK_a farklı kavramlar mıdır?

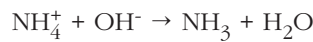
Daha geçerli bir tanım yapmak gerekirse elektron veren maddelere “asit” elektron alan maddelere de “baz” denir. Bu şekilde, 1 litresinde 1.008 g (1 atom gram) hidrojen bulunan çözeltiye “**normal asit çözeltisi**” ve 17.000 g hidroksil iyonu (OH^-) bulunan çözeltiye de “**normal baz çözeltisi**” denir. Çözeltide mevcut H^+ ve OH^- iyonlarının miktarının arttığı veya azaldığı oranda normalite de artar veya azalır.

Moleküllerin suya verdikleri H^+ ne kadar fazla ise asit o kadar kuvvetlidir. Suda her sülfürik asit molekülü iki Hidrojen iyonu bırakır. Bu iyonlar son derecede reaktif olup temas ettikleri birçok madde ile tepkime verirler.

ÖRNEK

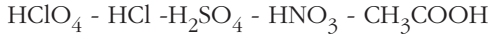


1887’de Svante Arrhenius, sulu bir çözeltide iyonun var olduğu kuramını açıklarken, asit çözeltilerinin H^+ iyonları, baz çözeltilerinin de OH^- iyonları içerdiğini belirtmişti. 1923’te Brönsted ve Lowry birbirlerinden bağımsız ve eş zamanlı olarak, daha genel bir tanım önerdiler: Asit, kimyasal tepkime sırasında, her zaman, bir proton vermeye elverişliyse, baz da bu protonun alıcısıdır. Bir maddenin baz olabilmesi için protonu “bağlayacak”, her hangi bir kimyasal bağda kullanılmamış bir elektron çifti taşıması gerekmektedir. Ancak, yitirilecek protonu olduğu sürece asit olan madde, bu protonu yitirdiği an baza dönüşür. Gerçekten, protonunu yitiren asitte bir elektron çifti kalır. Asit - baz tepkimesi kavramına, “asit- baz çifti” ya da “aside eşlenik baz kavramı” eklenir. Böylece asetik asit ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$), asetat iyonunu ($\text{CH}_3 - \text{COO}^-$) ya da eşlenik bazını karşılar. Amonyak (NH_3) da, benzer şekilde NH_4^+ asidinin karşılığı bazdır.



Baz bir molekül ($\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ ya da metilamin), veya OH^- , $\text{CH}_3 - \text{COO}^-$ gibi bir anyon olabilir. Bu asit- baz tepkimeleri, proton aktarımlarına dönüşürler. 1938'te, Lewis bu kuramı, asidin, bazın verdiği elektron çiftinin alıcısı olduğunu belirterek genelleştirmiştir. Bu durumda bir kovalan bağ oluşur.

Lewis Asit elektron çifti alıcı; Lewis Baz ise elektron çifti vericidir. Bazı asitlerin kuvvetliden zayıfa doğru sıralanışı şu şekildedir:



ASİTLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE TEPKİMELERİ

Asitler sulu çözeltilerinde iyonlar oluşturur ve **elektrolit** duruma gelen bu sıvı elektriği iletir.

Elektrolit: İçinde iyon barındıran ve elektrik akımını ileten sıvılara elektrolit denir.

Araçlarda kullanılan akülerin suyu.

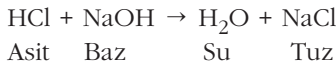
ÖRNEK

Asitler katı, sıvı ya da gaz durumunda olabilirler. Sulu çözeltileri yakıcı ve aşındırıcıdır. Yakıcı özellikleri her asitte aynı şekilde olmaz. Örneğin HNO_3 deri ile temas ettiğinde proteinlerle tepkimeye girer. H_2SO_4 ise hücre suyunu çekerek yanıklara neden olur. Asitler sudaki çözeltilerine H^+ verirler. Mavi turnusol kağıdını kırmızıya çevirirler.

Turnusol kağıdı: Likenden elde edilen boyar maddeleri emdirilmiş kağıtlardır.

Kimyasal tepkimeler arasında önemli bir yer tutan asitlerin katıldıkları tepkimeler, basit olarak hidroksil grubu, bikarbonat veya karbonat iyonu ve aminlerle olan tepkimeler olarak üç gruba ayrılır.

Bazlarla tepkimeye giren asitler, nötralizasyon tepkimesi verir ve tuz ile su oluşturur.



Bikarbonat iyonu (HCO_3^-) asitler ile tepkimeye girerek bir H^+ alır ve H_2CO_3 meydana getirir. Benzer şekilde karbonat iyonunun (CO_3^{2-}) iki H^+ alması ile H_2CO_3 elde edilir.



Böbreklerde bu reaksiyonlar tubul hücrelerinde Karbonik anhidraz enzim katalizörlüğünde sürekli gerçekleşmektedir. Hücrelerde metabolik olarak şekillenen asitler normalde tamponlar ile nötrleştirilmekte iken böbrek tubulleri amonyak üretmek suretiyle bu asitleri nötrleştirerek bikarbonat tasarrufunda bulunurlar ve asit-baz dengesinin tesisine hizmet ederler.

Sulu çözeltilerde amonyak (NH_3) iyonlarının % 1 kadarı H^+ alarak protonlanır. Amonyak ile tepkimeye katılan asitler, amonyum tuzlarını oluşturur. Canlılarda karbon atomuna bağlı azot atomu taşıyan ve adına amin denen bir grup bileşik bulunur ki bunlar amonyağa benzer şekilde asitler ile tepkime verirler.

Bir amidin asit ile verdiği tepkimeyi formülle gösteriniz?



SIRA SİZDE

Asitler metallerle tepkimeye girerek hidrojen gazı (H_2) açığa çıkarırlar. Asitler metallere aşındırıcı etki yaparlar. Bu özelliğinden dolayı asitler metal kaplar içeri-

sinde değil, cam ya da plâstik kaplarda saklanır. Seyreltik çözeltilerinin tadı ekşidir. Midedeki sindirim, HCl sayesinde olur. Midede pH 2 düzeyinde olan HCl, jiletile bile parçalayabilecek güçtedir.

DİKKAT

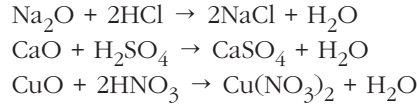


Her asidin tadına bakılmaz. Çünkü asitlerden bazıları parçalayıcı bazıları da zehirlidir.

Asitler, bazlarla birleşerek tuz ve su oluştururlar:



Asitler, metal oksitlerle birleşerek tuz oluştururlar:

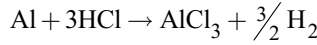
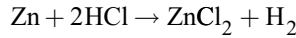
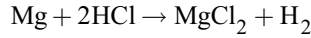
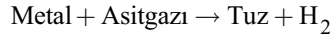


Asitlerin metaller ile olan tepkimeleri, metallerin aktifliğine göre değerlendirilir. Metallerin aktiflik sırası:

K, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe aktifliği hidrojenen fazla olan metallerdir.

Cu, Ag, Hg, Au, Pt aktifliği hidrojenen az olan metaller şeklindedir,

Aktifliği hidrojenen fazla olan metaller seyreltik asitler ile H_2 gazı oluşturacak şekilde tepkime verirler:



Burada Al metali Al^{+3} 'e yükseltir bileşik haline geçerken asit katyonu olan hidrojen iyonu (H^+) H_2 'ye indirgenir.

Aktifliği hidrojenen az olan metallere (soy ve yarısoy metaller, Cu, Hg, Ag, Pt, Au) oksijensiz asitler, HCl ve seyreltik H_2SO_4 etki etmez.



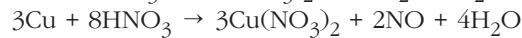
Yarı soy metallere (Cu-Hg-Ag) yükseltgen özellik gösteren asitler etki ederler. H_2SO_4 ve HNO_3 yükseltgen özellik gösteren iki önemli asittir. Bunların yarı soy metallere etkisinden tuz, oksit ve su oluşur.

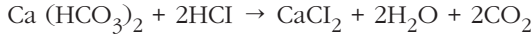
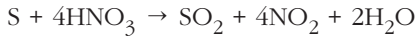


Aktifliği hidrojenen az olan metallere HCl ve seyreltik H_2SO_4 tepkime verir. Bu tür tepkimelerden H_2 yerine SO_2 oluşur.



Aktifliği hidrojenen az olan metallere etkisi ise seyreltik ve derişik olmasına bağlı olarak değişir. HNO_3 ; Cu Hg ve Ag'e etki eder. Pt ve Au'a etki etmez.

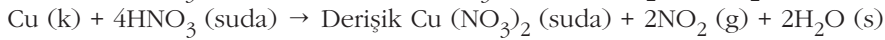


Asitlerin ametallere etkisi genellikle derişik durumda olabilir:

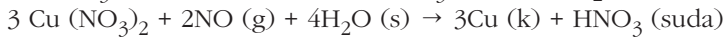
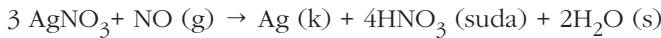
Ametal oksitlerin (CO_2 , SO_2 , SO_3 , N_2O_5 , P_2O_5 gibi) sulu çözeltileri asit özelliği gösterir. Ametal oksitlere asit oksitler de denir.



Asit olarak derişik HNO_3 kullanıldığında NO_2 gazı açığa çıkar, tuz ve su oluşur. HNO_3 deki azot indirgenirken metal yükseltgenir.



Seyreltik HNO_3 kullanıldığında ise NO gazı açığa çıkar. Gümüş ve bakırın seyreltik nitrik asitle reaksiyonları aşağıda verilmiştir:



Altın (Au) ve platin (Pt) tam soy metaldir. Bunlar asitlerle hidrojen çıkışı ile reaksiyona girmediği gibi yükseltgen özellik gösteren asitlerle de reaksiyon vermez.

Altına yalnızca **kral suyu** denilen ($3HCl + HNO_3$) karışımı etki eder.

**ASİTİN DEĞERLİĞİ, GÜÇLÜ VE ZAYIF ASİTLER**

Bir asitin değeriği suya verdiği Hidrojen iyonunun sayısına bağlıdır. HCl bir değeri, H_2SO_4 2 değeri ve H_3PO_4 ise 3 değeri bir asittir. Suda %100 ya da buna yakın çözünen ve elektrik akımını iyi ileten asitlere "kuvvetli asit" denir. Buna HCl , $HClO_4$, HNO_3 ve H_2SO_4 (ilk H atomu) örnektir. Suda az çözünen asitlere ise zayıf asit denir. Borik asit (H_3BO_3), karbonik asit (H_2CO_3) ve asetik asit (CH_3COOH) örnek gösterilebilir.

Kuvvetli asit ile zayıf asit arasındaki fark nedir?



SIRA SİZDE

Kuvvetli asitler çok tahriş edici ve yakıcıdır. Tahta, kağıt, kumaş, et gibi birçok maddeyi kısa sürede parçalayabilir. Bu nedenle dikkatli kullanılmalıdır.



DİKKAT

Asitlerin üzerine su ilave edilmez, sıçrama olur. Suyun üzerine asit konabilir. Yine de ekleme yavaş yavaş gerçekleştirilmelidir.



DİKKAT

Biyomoleküllerde zayıf asit gibi davranan fonksiyonel grupların fizyolojik önemi vardır.

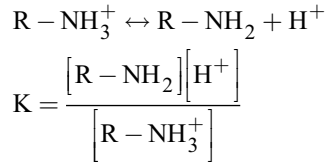
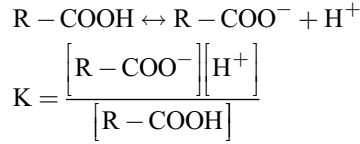
Biyomoleküller hücrelerde mevcut organik moleküller olup zayıf asidik veya bazik fonksiyonel gruplara (karboksil grupları, amino grupları veya fosfat esterlerinin sekonder fosfatları) sahiptirler. Bunlar, proteinlerde ve nükleik asitlerde, koenzimlerde ve ara-metabolitlerde bulunurlar. Bu nedenle, zayıf asidik ve zayıf bazik olan fonksiyonel grupların iyonik dengesi, hücre içi pH'nın bu bileşiklerin yapısı ve biyokimyasal aktivitesi üzerindeki etkisini anlamada temel oluşturur.

Bir asidin protonlanmış şekline (örneğin, HA veya RNH_3^+) **asit** ve proton taşımayan şekline (örneğin, A^- veya RNH_2) kendisinin **konjuge bazı** denir. Aynı şekilde bir **baz** (örneğin A^- veya RNH_2) ve kendisinin **konjuge asiti** (örneğin, HA veya RNH_3^+) denebilir.

Zayıf asitlerin ve zayıf bazların kısmi güçleri kantitatif olarak kendilerinin iyonlaşma katsayıları olarak ifade edilir. Bu, onların iyonlaşma eğilimlerini ifade eder.

ÖRNEK

İki zayıf asidin (R-COOH ve R-NH_3^+) iyonlaşma katsayısının (K) ifadesi:



Zayıf asitler için K 'nın sayısal değerleri, negatif üs değerleri olduğundan K 'yı pK olarak ifade etmek daha uygun olur:

$$\text{pK} = -\log K$$

DİKKAT



pH'nın H^+ derişimine olan ilişkisi gibi, pK da K ile ilişkilidir.

Tablo 4.1

Karboksilik asitlere ait iyonlaşma katsayıları ve pK değerleri (Murray ve ark, 1993)

Asit	K	pK
Asetik	1.76×10^{-5}	4.75
Glutarik (1.nci)	4.58×10^{-5}	4.34
(2.nci)	3.89×10^{-6}	5.41
Sitrik (1.nci)	8.40×10^{-4}	3.08
(2.nci)	1.80×10^{-5}	4.74
(3.ncü)	4.00×10^{-6}	5.40

Not: Daha kuvvetli asitlerin, daha düşük pK değerlerine sahip olduklarını gözleyiniz. (Tablo 4.1)

K 'yı, (H^+) 'na ve iyonlaşmamış asit derişimlerini, o asitin konjuge olmuş bazına bağlayan yukarıdaki eşitliklerden: $[\text{R-COO}^-] = [\text{R-COOH}]$ olduğu zaman veya $[\text{R-NH}_2] = [\text{R-NH}_3^+]$ olunca $K = [\text{H}^+]$ olur.

Diğer bi ifadeyle, bileşik (protonlanmış) ve iyonlaşmış (konjuge baz) türler eşit derişimlerde var oldukları zaman, egemen olan hidrojen iyon derişimi (H^+), sayısal olarak iyonlaşma katsayısına (K) eşittir:

$$K = [H^+]$$

Eşitliğin her iki yanının logaritmaları alınır ve her iki taraf -1 ile çarpılırsa ifade şu şekli alır:

$$-\log K = -\log[H^+]$$

$-\log K$, pK olarak ve $-\log (H^+)$ ise pH olarak tanımlasa, eşitlik: $pK = pH$ olur.

Özetle; bir asidik grubun pK 'sı protonlanmış ve protonlanmamış türlerin eşit derişimlerde bulundukları pH 'dır.

Henderson-Hasselbalch Eşitliği

Zayıf asitler ve tamponlarının davranışı Henderson-Hasselbalch eşitliği ile ifade edilir.

İçinde, zayıf bir asit taşıyan bir çözeltinin pH 'sı, yukarıda zayıf asit olarak su için gösterildiği gibi, kendisinin asit iyonlaşma sabitesi ile ilişkilidir. Bu ilişki, aşağıda çıkarılan Henderson-Hasselbalch denklemi ile ifade olunabilir.

Zayıf bir asit, HA şu şekilde iyonlaşır:



Bu iyonlaşmaya ait denge sabitesi şu şekilde yazılabilir:

$$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Bunu çaprazlama olarak çarpınca

$$[H^+][A^-] = K[HA]$$

Her iki taraf (A) ile bölünürse

$$[H^+] = K \frac{[HA]}{[A^-]}$$

Her iki tarafın logaritması alınırsa

$$\begin{aligned} \log[H^+] &= \log \left(K \frac{[HA]}{[A^-]} \right) \\ &= \log K + \log \frac{[HA]}{[A^-]} \end{aligned}$$

Bunları -1 ile çarpınca

$$-\log[H^+] = -\log K - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$-\log (H^+) \text{ ve } -\log K \text{ yerine sırası ile } pH \text{ ve } pK'ı \text{ yazılırsa } pH = pK - \log \left[\frac{[HA]}{[A^-]} \right]$$

meydana gelir. Daha sonra - işaretini kaldırmak amacı ile son kısım tersine çevirilerek

$$pH = pK + \log \left[\frac{[A^-]}{[HA]} \right] \Rightarrow \text{Bu denkleme Henderson-Hasselbalch Eşitliği denir.}$$

Henderson-Hasselbalch Eşitliği, bir çözeltinin asitlik/bazlık molar derişimleri- nin veya pH değerlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

ÖRNEK

Hidrojen iyon derişimi 3.2×10^{-4} mol/L olan bir çözeltinin pH'sı nedir?

$$\begin{aligned} pH &= -\log[H^+] \\ &= -\log(3.2 \times 10^{-4}) \\ &= -\log(3.2) - \log(10^{-4}) \Rightarrow \text{antilog } 3.2 = 0.5 \text{ ve antilog } 10^{-4} = 4.0 \\ &= -0.5 + 4.0 \\ &= 3.5 \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

BAZLAR

Bazlar genel olarak molekülünde bir hidroksil grubu (OH) ile en az bir metal atomu bulunan bileşikler olarak tanımlanır. Bu nedenle, kimyasal açıdan metal hidroksitleri olarak kabul edilir. Bunların çoğu suda çözünmeyen katı bileşiklerdir. Oysa bazıları, örneğin metal atomları içermeyen amonyak (NH₃) ve sodyum (Na), potasyum (K) gibi alkali metallerin hidroksitleri suda kolayca çözünür. Sanayi açısından büyük bir önem taşıyan bu bazlara alkaliler denir. Alkali terimi, “kül” anlamındaki Arapça bir sözcükten türetilmiştir. Çünkü bu bileşikler eskiden odun ve bitki küllerinden elde ediliyordu. Gerçekten de alkalilerin küllü suyu andıran kendine özgü, acımsı bir tadı vardır. Bu çözeltiler deriye kaygan bir izlenim bırakır ve baz belirteci olarak kullanılan kırmızı turnusol kağıdının rengini maviye çevirirler.

Kostik (yakıcı) alkali denen en kuvvetli bazlar büyük bir dikkatle ve sakınılarak kullanılması gereken çok tehlikeli maddelerdir. İnsanın üzerine sıçradığında giysilerini parçalayan ve derisini ateş ve kaynar su gibi yakan bu maddelerin kazayla yutulması da yemek borusunun ve midenin delinmesiyle, hatta ölümle sonuçlanan ağır yanıklara yol açar. Sanayide çok önemli uygulamaları olan bu bileşikler arasında en çok kullanılan sodyum hidroksit (NaOH, sudkostik) potasyum hidroksit (KOH, potas kostik) kalsiyum hidroksit (Ca(OH)₂, sönmüş kireç) ve amonyum hidroksittir (NH₄OH amonyaklı su).

En önemli alkalilerden biri olan sudkostik beyaz renkli bir bileşiktir. Ya ince levha ve çubuklar halinde katı olarak ya da suda eritilerek sıvı halde satışa sunulur. Sabun yapımında ve reyon denilen yapay ipekli kumaşların üretiminde çok önemli bir ham madde olan sudkostik, ayrıca pamuk ipliklerine sağlamlık ve parlaklık kazandırmak amacıyla pamuklu dokuma sanayinde de kullanılır.

Potas kostiğin sanayideki en önemli kullanım alanı arap sabunu ve öbür temizlik maddelerinin üretimidir. Sönmüş kireçten inşaat sanayisinde sıva, çimento ve badana yapımında, ayrıca asitli toprakları nötrleştirmek için tarımda yararlanılır. Amonyaklı su evlerde en çok kullanılan temizlik maddelerinden biridir. Kısaca kabartma tozu ya da karbonat olarak bilinen sodyum bikarbonat (NaHCO₃) oldukça zayıf bir alkalidir. Ayrıca, bazı köpüklü içeceklerin yapımında kullanılır; midedeki fazla asidi giderdiği için mide yanmalarına ve arı sokmasından dolayı meydana gelen ağrıya karşı etkilidir. NaOH ve KOH kuvvetli bazlardır. Kuvvetli bazlar metallere ve dokulara tahriş edici etki yapar.

BAZLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE TEPKİMELERİ

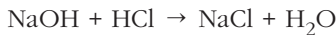
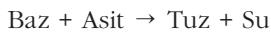
Bazlar, sulu çözeltilerinde iyonlaşarak elektrik akımını iletirler, kırmızı turnusol kağıdını maviye çevirirler. Ayrıca, bazlar fenoltalein çözeltisi yardımıyla da ayırt edilebilirler. Baz içine fenoltalein çözeltisi damlatıldığında, baz pembe renk alır. Fenoltalein asit içine konduğunda asitin rengini değiştirmez. Seyreltik baz çözeltilerinin tatları acıdır. Bazlar, ele kayganlık hissi verir. **Örnek:** Sabun suyu.

Bazların seyreltik çözeltilerinin tatlarına bakılmaz.

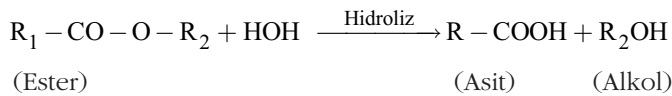


DİKKAT

Bazılar ve asitler tepkimeye girerek tuz ve su oluşturur:



Bazlar çeşitli alanlarda kullanılmalarının yanı sıra bir ortamın pH'sını yükseltir ve ester hidrolizi tepkimelerini sonuçlandırır:

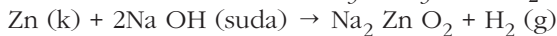
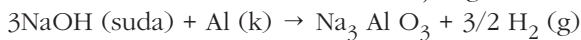
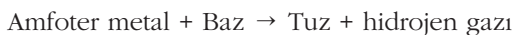


Bazların Elde Edilmeleri

Bazılar çeşitli yollarla elde edilebilir. Bu yöntemlerin başlıcaları arasında, NaOH ve KOH için alkali klorürlerin elektroliz yoluyla ayrışmaları, amonyakın (NH_3) doğrudan bileşimi, kireç ve barit için, suyla “söndürmeyle”, karbonatların ısıl bozulmaları (piroliz) sayılabilir.

Bazların Metallerle Tepkimesi

Genelde metaller bazlarla reaksiyon vermezler. Ancak amfoter metal olarak bilinen Al, Zn, Sn, Pb, Cr gibi metaller derişik kuvvetli baz çözeltileriyle reaksiyon verirler. Reaksiyon sonucunda hidrojen gazı açığa çıkar:



Mg (OH)₂ Magnezyum hidroksit Antisit ~ Lakzatif

Al (OH)₃ Alüminyum hidroksit: Antisit, ~ toksinleri, gazları absorbe eder, kabızlık nedenidir.

Amfoter metallerin oksit ve hidroksit bileşikleri de amfoter özellik gösterir. Bunların kuvvetli bazların derişik çözeltileri ile reaksiyonundan ise tuz ile su oluşur.

Not: Midede artan asit miktarını nötrleştirip rahatlatmak için bikarbonat veya içinde baz bulunan ilaçlar alınır. Bal arısı, iğnesini deriye batırdığı zaman asitli madde salgılar (formik asit), deride yanma hissi verir. Buraya baz özelliği taşıyan amonyak ya da bikarbonat sürülerek yanma hissi giderilmeye çalışılır.

Amonyanın buharı göze, buruna ve solunum yoluna zarar verir.



DİKKAT

TUZLAR

Asitlerin bazlarla verdiği tepkime (nötrleşme) sonucu ortaya çıkan kimyasal bileşiklerdir. Tuz bazdaki artı yüklü iyonla asitteki eksi yüklü iyondan meydana gelir. Asitle baz arasındaki tepkime nötrleşme tepkimesi olup bu esnada tuz ve su ortaya çıkar. Asit ve baz çözeltileri birbirine karıştırıldığında bazın hidroksit iyonu ile asidin hidrojen iyonu birleşerek suyu, bazın katyonu ile asidin anyonu birleşerek

de tuzu oluşturur. Asidin hidrojen iyonu ile bazın hidroksit iyonunun birleşerek su oluşturmaya nötrleşme adı verilir. Nötrleşme tepkimesi ekzotermik bir olaydır: $\text{Asit} + \text{Baz} \rightarrow \text{Tuz} + \text{Su} + \text{Isı}$

Tuzlar, önce metalin ismi sonra asidin kökü söylenerek adlandırılır. Örneğin Na_2SO_4 = sodyum sülfat, KCl = potasyum klorür, KHCO_3 = potasyum hidrojen karbonat (potasyum bikarbonat) gibi. Tuz oluşumu sırasında bazdaki metal, asitteki hidrojenin yerini alır. Tuzlar oluştukları aside göre adlandırılır. Buna göre, HCl 'in nötrleştirilmesi (yansızlaştırılması) sonucu ortaya çıkan tuzlara klorürler; nitrik asitten oluşanlara nitratlar; sülfürik asitten oluşanlara sülfatlar; karbonik asitten oluşanlara karbonatlar denir.

TUZLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE KİMYASAL TEPKİMELERİ

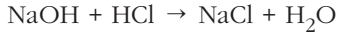
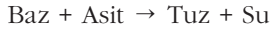
Çözeltilerinden ayrıştırıldığında katı yapıda olan tuzlar, asit ya da baz özelliği göstermezler. Bu nedenle, suda çözüldüklerinde suyun pH değerini değiştirmezler. Katı halde iken elektrik akımını iletmezler. Sulu çözeltileri elektrik akımını iletir. Suyu tat veren bazen de suyun tadını bozan, kaplarda kireç tabakası oluşturan, deniz suyunu acılaştıran maddeler de genellikle tuzlardır. Tuzlar artı yüklü (metal veya kök) ve eksi (ametal veya kök) iyonlardan oluşurlar. Ancak, çoğunlukla (+) yüklü metal iyonu içeren bileşiklerdir. Katı haldeki bir tuzun iyonları, belirli bir yerleşim düzeni içinde bir araya gelerek bir kristal oluştururlar. Kristalin biçimi tuzdan tuzla değişir; örneğin, sodyum klorür kristalleri her zaman küp biçimindedir. Tuzların çoğunun kristali hidratlı haldedir, kristal yapısına belirli oranda su bağlanmıştır. Bu kristalleşme suyu tuzun ısıtılması yoluyla ayrılabilir ve böylece susuz bir yapı elde edilir. Çok bilinen bir örnek, su katıldığı zaman mavi bir çözelti oluşturan beyaz, susuz bakır sülfat tozudur. Bu mavi çözelti buharlaştırıldığında hidratlı mavi bakır sülfat kristalleri elde edilebilir. Tuzların çoğu suda çözünerek bir çözelti oluşturur. Ancak, bazı tuzlar suda çözünemez; iki çözelti arasındaki bir tepkime sonucu oluşan bu tür bir tuz dibe çökerek ayrılır ve bir çökelti oluşturur. Tuzlar iyonlardan oluştuğundan, suda çözüldükleri zaman elektriği iletirler; bu tür bir çözeltiliye elektrolit denir.

Birçok kayaçta tuz bulunur; bu kayaçlardan bazıları, örneğin kireçtaşı, büyük ölçüde kalsiyum karbonat tuzundan oluşmuştur. Havadaki karbon dioksitin çok az miktarı suda çözünerek seyreltik bir asit oluşturur; bu asit de kayaç tuzlarının birçoğunu çözer. Bu nedenle ırmaklar, göller, özellikle de denizler ve okyanuslar büyük miktarlarda çözülmüş tuz içerirler ve en geniş doğal tuz çökeltileri kurumuş su yataklarında bulunur. Eğer doğada tuzlar olmasaydı, bazı bitkiler ve hayvanlar da olmazdı. Çok az yağmur yağan bazı bölgelerde çözünebilir tuzlar yağmur suyuna karışarak akıp gidemez ve alkaliler toprakta birikir. Alkali oranı çok yüksek olan bu tür topraklara sahip bölgeler çorak alanlara dönüşür ve bitki yetişmez hale gelir. Ayrıca tuzun evlerde, tıpta ve sanayide önemli kullanım alanları vardır.

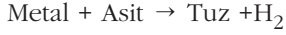
Asit ve bazlarda olduğu gibi tuzlar da çözeltilerinde iyonlaşarak elektrik akımını iletirler. Katı halde iyonlar birbirine sıkı sıkıya bağlandıkları için elektrik akımını iletmezler. Tuzların iyonlaşması sonucu hidrojen (H^+) ya da hidroksit (OH^-) ortaya çıkmaz. Bunlar asit-baz tepkimesinde suya dönüşür. Tuzlu su iletken iken saf su iletken değildir. Tuzlar turnusol kâğıdının rengini değiştirmezler. Tuzlar, asit ve bazlara göre daha kararlı bileşikler olup erime ve kaynama noktaları, kendilerini oluşturan asit ve bazlardan daha yüksektir. Tuzlu çözeltilerin kaldırma kuvveti yüksek ve tatları acıdır.

Tuzların Elde Edilmeleri

a. Asit ve bazların nötrleşmesinden elde edilirler:



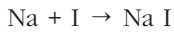
b. Metallere asit etkisi ile elde edilirler:



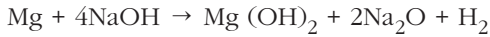
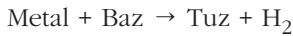
c. Bazik bir oksite anhidrit etkisi ile elde edilirler:



d. Elementlerinden elde edilebilirler:



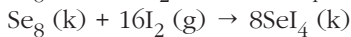
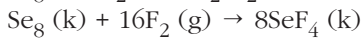
Metallere baz etkisi ile elde edilirler:



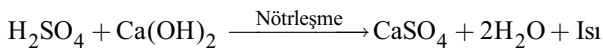
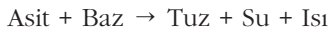
e. Bazik bir oksite asit etkisi ile elde edilirler:



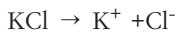
f. Bir metal (Periyodik cetvelin 6A grubu: O, S, Se...) ile ametalin (7A grubu: F, Cl, Br, I...) tepkimesiyle elde edilirler:

*Nötrleşme Tepkimesi*

Nötrleşme tepkimesi ekzotermik bir olaydır:

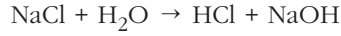
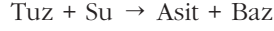
*Tuzların İyonlaşması ve İyonlaşma Tepkimeleri*

Tuzların iyonlaşması kendini oluşturan (+) ve (-) yüklü iyonlarına ayrışmasıdır. Tuzlar suda çözündüklerinde (+) ve (-) yüklü iyonlarına ayrıştığı için elektrik akımını iletirler:



Tuzların Hidrolizi

Asidik ve bazik tuzların su ile parçalanması olayına genel anlamda hidroliz denir. Kuvvetli asitlerle kuvvetli bazların tuzları, suda çözüldüklerinde genellikle nötral çözelti verirlerken, zayıf asitlerle kuvvetli bazların veya zayıf bazlarla kuvvetli asitlerin oluşturdukları tuzların çözeltileri asidik veya bazik özellik gösterir. Hidroliz bir denge reaksiyonudur ve sıcaklık arttıkça artar.



Bir tuzun hidroliz olabilmesi için köklerinden birinin zayıf diğ erinin kuvvetli olması gerekir. Köklerden hangisi kuvvetliyse çözelti onun özelliklerini alır.

Tuzların Sınıflandırılması

Tuzları çeşitli şekilde sınıflandırmak mümkündür. Sınıflandırmanın biri tuzun bünyesinde OH^- veya H^+ iyonunun olup olmasına bağlı olmaktadır. Bu sınıflandırmada tuzlar normal, asidik ve bazik tuzlar şeklinde sınıflandırılır.

Normal tuz; tam nötrleşme ürünü olup, meydana getirici asit ve baz kuvvet olarak birbirine denktir.

ÖRNEK

NaCl , NH_4Cl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , Na_3PO_4 ve $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ birer normal tuzdur.

Bazı tuzlar, kuvvetli asit ve zayıf bazdan veya kuvvetli baz ve zayıf asitten meydana gelir. Bu tuzlar suda çözüldüklerinde hidroliz olurlar ve çözeltiyi asidik veya bazik yaparlar. Asidik tuzlarda, tuzun bünyesinde bir veya daha çok proton vardır. Suda çözüldükleri zaman bünyelerindeki protonu vererek ortamı asidik yaparlar.

ÖRNEK

NaHCO_3 , NaH_2PO_4 , NaHPO_4 ve NaHSO_4 birer asidik tuzdur.

SIRA SİZDE



Asidik bir tuzun suda proton verişini formülle gösteriniz?

Bünyelerinde en az bir OH iyonu bulunduran tuzlara da bazik tuzlar denir. Bunlar suda çözüldüklerinde ortamı bazik yaparlar.

ÖRNEK

$\text{Pb}(\text{OH})\text{Cl}$, $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ ve $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$

SIRA SİZDE



Bazik bir tuzun suda hidroksil iyonu verişini formülle gösteriniz?

Diğ er bir şekilde tuzlar basit, çift ve kompleks tuzlar olarak sınıflandırılabilir.

ÖRNEK

NaCl , NaHCO_3 ve $\text{Pb}(\text{OH})\text{Cl}$ basit tuzlardır.

Çift tuzlar iki basit tuzdan meydana gelir. Bunlar suda çözüldükleri zaman kendilerini meydana getiren iyonlara ayırır. Şaplar da çift tuzlar sınıfına girer.

ÖRNEK

$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2$ ve $\text{NH}_4\text{Cr}(\text{SO}_4)_2$

Kompleks tuzlar ise, asit kökü aynı olan iki basit tuzun kompleks kök vererek meydana getirdiğ i tuzlardır.

$K_4Fe(CN)_6$ ve $K_3Fe(CN)_6$

ÖRNEK

Bunlar suda çözüldükleri zaman kendini meydana getiren tuzların iyonlarına ayrışmazlar.

pH KAVRAMI VE HENDERSON-HASSELBALCH EŞİTLİĞİ

Su ile hazırlanan çözeltilerin asit veya baz değerleri H_3O^+ derişimi ile ölçülmektedir. H_3O^+ ve OH^- ile ilişkili olan suyun iyon çarpımı sabitinden (K_{su}), OH^- derişimi hesaplanabilir.

$$K_{su} = [H_3O^+] [OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

Nötral çözeltilerde H_3O^+ ve OH^- derişimleri eşittir.

$$[H_3O^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7}$$

H_3O^+ ve OH^- derişimlerinin değerine göre çözeltiler, asidik veya bazik olarak adlandırılır. Asidik çözeltilerde $[H_3O^+] > 10^{-7}$, bazik çözeltilerde ise $[OH^-] > 10^{-7}$ dir. Çözeltilerin asidik veya bazik özellikleri genellikle logaritmik hesaplamalarla belirlenir. H_3O^+ derişiminin 10 tabanına göre negatif logaritması pH olarak tanımlanır.

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

Bir sulu çözeltinin pH değeri 0 ile 14 arasında değişir. Asidik çözeltilerde $pH < 7$, bazik çözeltilerde ise $pH > 7$ ve nötral çözeltilerde $pH=7$ olur.

Henderson-Hasselbalch Eşitliği

Çok az iyonize olan saf suda 10^{-7} M proton (H^+) ve 10^{-7} M hidroksil iyonu (OH^-) bulunur. Sudaki çözeltilerde H^+ derişiminin tanımlanmasında pH kullanılır. Nötral çözeltilerde 7 olan pH asidik çözeltilerde 7 değerinden daha düşük, alkali (bazik) çözeltilerde ise daha yüksektir. Suda çözüldüklerinde kısmen ayrışan zayıf asitlerin pKa değerleri titrasyonla belirlenmektedir. Henderson-Hasselbalch denklemi çözeltinin pH değeri ile zayıf asidin pKa değeri ve zayıf asit ile konjuge bazının derişimlerinin oranı arasındaki ilişkiyi tanımlar.

$$HA + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + A^- \quad pH = pK + \log \left[\frac{A^-}{HA} \right] \quad \text{Henderson-Hasselbalch Eşitliği}$$

Az miktarda asit veya baz eklendiğinde pH değişikliğinin en az düzeyde kalmasını sağlayan tamponlarla yapılan çalışmalarda Henderson-Hasselbalch Eşitliğinden yararlanılmaktadır.

Hücre dışı sıvılarda pH-7.4 ve karbonik asidin pKa değeri 6.1 olduğuna göre bikarbonat tampon sistem için Henderson-Hasselbalch Eşitliği nedir?



SIRA SİZDE

8

Vücut Sıvılarının pH Değerleri

Fonksiyonlarına uyacak şekilde vücut sıvılarının pH değerleri belirli aralıklarda değişir (Tablo 4.2). Hücre membranlarının bütünlüğü, büyük moleküllü proteinlerin uygun şekilde katlanmaları ve işlev görmeleri ile enzimlerin aktiviteleri, hidrojen iyon derişimine bağlıdır. pH değişiklikleri homeostazın düzenlenmesini etkiler.

Tablo 4.2

İnsanda vücut sıvılarının pH değerleri (Onat, 2006)

Vücut sıvısı	pH
Plazma	7.4
İnterstisyel sıvı	7.4
Serebrospinal sıvı	7.3
Tükürük	5.8 - 7.1
İdrar	4.0 - 6.8
Mide sıvısı	1.6 - 1.8
Bağırsak sıvısı	6.3 - 8.0
Pankreas sıvısı	7.5 - 8.8
Ter	4.0 - 6.8

Vücut sıvılarının yaklaşık % 30-35 kadarını oluşturan plazma ve interstisyel sıvının pH değeri 7.4 civarında değişir. Hücre metabolizmasında yan ürün olarak oluşan asitlerin nötralizasyonu, kanın fonksiyonları arasındadır. Kan plazmasında ve eritrositlerinde mevcut tamponlar ile bu asitler nötrleştirilmektedir.

Diyet ve fiziksel aktivitelere bağlı olarak idrar pH değeri geniş bir aralıkta değişir. Günlük vücut hidrojen iyon üretimine eşit miktarda hidrojen iyonu idrarla atıldığı için idrar pH değeri et yiyenlerde genellikle asidiktir, ot yiyenlerde ise baziktir.

Proteinleri denatüre ederek sindirilmelerini sağlayan, besinlerle alınan bakteriler üzerinde öldürücü etki gösteren ve protein sindiriminde görevli enzimleri aktif hale çeviren mide sıvısı, son derece asidiktir. Kısmen sindirilmiş besinlerin bulunduğu asidik karışım (kimus) mideden ince bağırsağa geçtiğinde, pankreastan bikarbonat iyonu içeren alkali özelliğe bir sıvının salgılanmasını başlatır. Bu sıvı, mideden gelen asidik karışımı seyreltir ve nötrleştirir.

BIYOLOJİK SİSTEMLERDE PH DEĞİŞİMİNİN TAMPONLANMASI (BIYOLOJİK TAMPONLAR)

Biyolojik sistemlerde ve laboratuvarlarda zayıf asitler ve onların konjuge bazlarının (veya zayıf bazlar ve onların konjuge asitlerinin) çözeltileri tamponlama etkisi gösterirler. Canlı hücrelerde proteinler, fosfatlar ve bikarbonat temel tamponları oluşturur.

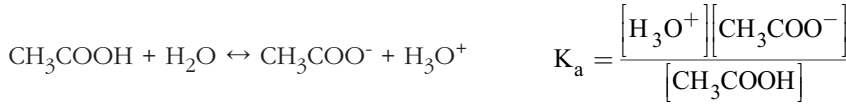
Vücutta gerçekleşen biyokimyasal olayların çoğunluğu kan ve diğer vücut sıvılarının pH değerlerinin dar bir sınır içinde düzenlenmesine bağlıdır. Bir sıvı veya çözeltinin pH değeri tamponlar kullanılarak göreceli bir şekilde sabit tutulabilir. Çeşitli tampon sistemlerin ve bazı organların katkısı ile büyük pH değişiklikleri engellenir.

Biyokimyasal çalışmalar sırasında sabit pH değeri elde edilmesinde doğal ve sentetik tampon çözeltileri kullanılır. Laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan tampon çözeltiler arasında eşit derişimlerde zayıf asit ve tuzlarının karışımı (0.1 M asetik asit ile 0.1 M asetat tamponu) bulunmaktadır. Hücrelere diffüze olmayan maddelerden hazırlanan tamponlar (örnek: **HEPES**: N-2-Hidroksietil piperazin-N'-2-etansülfonik asit; **HEPPS**: N-2-Hidroksietil piperazin-N'-3-propan sülfonik asit; **Tricine**: N-Tris (hidroksimetil) metil glisin; **Bicine**: N, N-bis (2-hidroksietil) glisin; **TAPS**: N-Tris (hidroksemitil) metil 3-amino-propan sülfonik asit; **CHES**: Sikloheksil amino-etil sülfonik asit; **CAPS**: Sikloheksil amino-3-propan sülfonik asit..) ve hücrelere diffüze olabilen maddelerden hazırlanmış tamponlar (Fosfat tampon, asetat tampon, bikarbonat tampon..) kullanılmaktadır.

Örnek: 0.1 M asetik asit ile 0.1 M asetat tamponuna (pH:4.74) asit ilave edildiğinde (denge durumundaki bir sistemde koşullar değiştirildiğinde sistem, değişikliğin etkisini en aza indirecek yönde değişiklik gösterir) yeniden dengenin sağlanması için asetik asit artar ve asetat azalır. Orijinal derişimlerinde meydana gelen

Tamponlama etkisi: kuvvetli asit veya baz eklenmesinden sonra bir çözeltinin aynı hacimdeki sudan daha etkili bir şekilde pH'daki değişikliğe direnme eğilimidir.

değişiklikler çok küçük olduğundan asetik asit/asetat oranı değişmez ve pH değerinde çok az bir fark gözlenir. Baz eklendiğinde ise denge sağa doğru kayar ve asetate derişimi artar, asetik asit derişimi ise azalır. Benzer şekilde, derişim değişiklikleri çok az olduğu için pH değışikliğı çok düşük olur.



Bir tampon asit eklendiğinde bir baz, baz eklendiğinde bir asit gibi davranır. Az miktarda asit veya baz eklendiğinde pH değışikliklerine direnç gösteren tampon çözeltiler bu şekilde organizmayı pH değışimlerine karşı korurlar. Zayıf asit ile konjuge bazının eşit derişimde bulunması halinde (pH = pKa olduğunda) tamponlama kapasitesi en yüksek değere ulaşır.

Hücre içi tampon sistemleri nelerdir ?

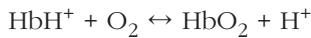


HÜCRELERDE pH DEĞİŞİMİNİN TAMPONLANMASI

Başta eritrositler ve kemik hücreleri olmak üzere metabolizmada oluşan asitlerin çoğu hücre içinde tamponlanır. Vücut sıvılarının pH değerlerinin düzenlenmesinde üç tampon sistemi (bikarbonat, fosfat ve protein) kullanılır. Serum ve diğer hücre dışı sıvılarda bikarbonat tampon sistemi büyük önem taşır. Fosfat tampon sistemi en önemli hücre içi tampon sistemidir. Eritrositlerde diğer hücre içi tamponların yanı sıra hemoglobin tampon sistemi de vardır. Ayrıca plazma proteinleri ile fosfatın hücre dışında çok düşük (<1%) tamponlama kapasitesi bulunmaktadır. Hücrelere O₂ taşınmasından sorumlu olan kanın fizyolojik pH değeri 7.35-7.45 arasında değışir. Kan pH değeri <6.8 ve >8.0 olması yaşamla bağdaşmaz.

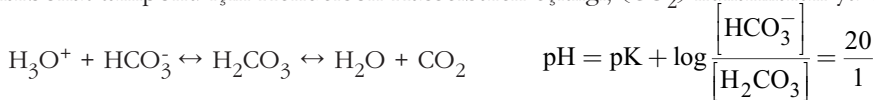
Hemoglobin Tampon Sistemi (DeoksiHb/OksiHb)

Hemoglobin molekülünde var olan histidinlerin imidazol azotları proton alır ve proton verir. Böylece bir tampon gibi çalışır. Hemoglobine O₂ bağlandığında hemoglobin bir proton kaybeder ve kan asidik hale gelir.



Bikarbonat/Karbonik Asit Tampon Sistemi

İnsanlarda kan pH değeri, plazma bikarbonat derişimi ile akciğerlerdeki CO₂ kısmi basıncına bağlı bulunan karbondioksit (karbonik asit)/bikarbonat tampon sistemi ile düzenlenir. Bikarbonat tampon sistemi, dokularda sürekli olarak oluşan ve dışarı atılmak üzere dolaşımla akciğerlere taşınan CO₂ atılımı ile yakından ilişkilidir. Karbondioksitin büyük kısmı H₂CO₃ yerine çözünmüş olarak bulunduğu için kan bikarbonat tamponu için Henderson-Hasselbalch eşitliği, (CO₂) kullanılarak yazılır.



Kan pH düzeyi bikarbonat miktarı ile doğrudan, karbonik asit miktarı ile ise ters orantılıdır. CO₂ artışı pH azalmasına neden olarak kanın daha asidik, CO₂ azalması ise pH artışına bağlı olarak kanın daha bazik olmasına yol açar. Bikarbonat tampon sistemi, akciğerler ve böbrekler arasında sıkı bir ilişki bulunur. Normal koşullarda bu sistem dengededir. Bikarbonat/karbonik asit tamponun solunumsal ve metabolik bileşenleri bulunmaktadır.

Akciğerler, bikarbonat tampon sisteminin hızlı şekilde düzenlenmesinde etkili olur. Egzersiz sırasında hızlı O_2 tüketimi olduğu için hemoglobin denge eşitliği sola kayar H^+ derişimi azalır. Bununla birlikte, egzersiz sırasında metabolizmanın hızlanmasına bağlı olarak kan CO_2 düzeyi artar, karbonik asit/bikarbonat dengesi sağa kayar ve H^+ artar. Metabolizmanın hızlanmasına bağlı olarak önemli miktarda laktik asit oluşur ve buna bağlı plazma H^+ derişiminde artış görülür. Bu artış beyindeki reseptörleri uyarak solunumu hızlandırır. Böylece dokuların kullanabileceği O_2 miktarı artar. Sonuç olarak solunumla CO_2 atılır ve kan H^+ derişimi azalır.

Bikarbonat tampon sisteminin desteklenmesinde böbrekler önemli rol oynar. Vücutta her gün üretilen 100 mEq kadar asidin idrarla atılması sırasında böbrekler, hücre dışı sıvılara HCO_3^- aktarır ve bikarbonat havuzunun dengelenmesine katkıda bulunur.

Homeostazi için kan pH değerinin 7.35-7.45 arasında olması gerekir. Bu aralığın dışındaki pH değerleri asidoz veya alkalozu neden olur. Metabolik veya solunumsal bozukluklar asidoz veya alkalozu yol açar. Metabolizmada üretilen karbondioksidin akciğerlerden solunum havası ile uzaklaştırılmasındaki dengesizlik asit-baz dengesinin solunuma bağlı bozulması ile sonlanır. Aşırı asit üretimi, tampon sistemlerin aşırı asit artışını dengelemesindeki yetersizlik ve böbreklerin bikarbonat iyon derişiminin düzenlenmesindeki bozukluklar, metabolik asit-baz dengesizliklerine yol açar. Bikarbonat tampon sistemi ile kan pH düzeyinin düzenlenmesi, asidoz veya alkalozun önlenmesinde büyük önem taşır.

Protein Tampon Sistemi (Baz-protein/Asit-protein)

Proteinler amfoterik özellikleri nedeniyle proton alabilirler, proton verebilirler ve bu nedenle hücrelerde asidik ya da bazik özellikteki metabolik ürünleri tamponlayabilirler. Hücre içi hücre dışı sıvılarda tampon görevi yapan proteinlerin tamponlama kapasiteleri sahip oldukları asidik ve bazik gruplara bağlıdır. Kanda albumine oranla globulinlerin tamponlama kapasiteleri daha düşüktür.

Asit olanlar: (1) $R-COOH \leftrightarrow R-COO^- + H^+$

$$pH = pK_1 + \log \left[\frac{R - COO^-}{R - COOH} \right]$$

Baz olanlar : (2) $R-NH_3^+ \leftrightarrow R-NH_2 + H^+$

$$pH = pK_2 + \log \left[\frac{R - NH_2}{R - NH_3^+} \right]$$

Dokuların oksijen gereksiniminin karşılanmasında görev yapan hemoglobinin ayrıca bir protein olarak tamponlama kapasitesi de bulunur. Metabolik olaylarda açığa çıkan ve hücreye difüze olan CO_2 Hb yapısındaki histidin imidazol ve amino grupları ile karbamino bileşikler oluşturur. (Hemoglobin yapısında yer alan dört polipeptid zincirin her birinde bulunan 9 adet histidin, tamponlama kapasitesinden sorumludur. Oksijen salıverildiğinde hemoglobine CO_2 bağlanması sırasında oluşan hidrojen iyonları, deoksihemoglobin ile tamponlanır. Deoksihemoglobin, oksihemoglobine göre daha zayıf asit olduğundan pH değerinin artması için hidrojen iyonlarını nötrleştirir. Oksijen hemoglobine bağlandığında salıverilen hidrojen iyonları, bikarbonat ile birleşerek karbonik asidi oluşturur ve daha sonra kar-

bondioksite dehidrate olarak $p\text{CO}_2$ artışına yol açar. Hidrojen iyonlarının hareketini eritrosit zarı engellemediği için hemoglobin, hücre dışı H^+ tamponlar.)

Fosfat Tampon Sistemi ($\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$)

Fosforik asidin (H_3PO_4) ayrışabilen üç hidrojeninden birinin pK değeri (6.8), fizyolojik pH değerine yakın olduğu için tampon etkisi bulunur.

$$pH = pK + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

Fosfat tampon sistemi nasıl çalışır?

İdrarla atılan ve pozitif yüklü iyonları (H^+ , Na^+) nötralize ederek asit-baz dengesinin düzenlenmesinde böbreğe yardımcı olan fosfat, son derece önemli bir tampon sistem olarak hücrede yerini alır. Bikarbonat ile karşılaştırıldığında fosfatın hücre dışındaki tamponlama kapasitesi çok küçüktür. Bifosfogliserat (BPG) şeklindeki organik fosfatlar eritrositlerde tamponlama gücünün %15 kadarını oluşturur.



SIRA SİZDE

10

Özet



Asit, baz ve tuz nedir tanıyabilmek, özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak.

Asit, baz ve tuzlar; hücre içi ve hücre dışı sıvılarda, laboratuvar koşullarında ve günlük hayatta karşılaşılan maddelerdir. Canlıların yaşamsal faaliyetlerinde önemi büyük olan asitler günlük gıda maddelerinin çoğunda, bazı meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. Asitler, bazlar ve tuzlar yaşamsal olarak hücre içi ve hücre dışı olaylarda önemli görevler üstlenen vazgeçilmez maddelerdir.



Güçlü ve zayıf asit bazları ve tuzları tanımlamak ve basit örnekler vermek.

Güçlü asit, NaCl, KCl gibi, suda tamamen iyonlaşabilen asitlere denir. Zayıf asit ise, suda kısmen iyonlaşabilen asitlere verilen addır. H_2CO_3 ve CH_3-COOH zayıf asitlere örnektir.

Güçlü baz, NaOH, KOH gibi, suda tamamen iyonlaşabilen bazlara denir. Zayıf baz ise, suda kısmen iyonlaşabilen bazlara verilen addır. $Ca(OH)_2$ ve $Mg(OH)_2$ zayıf bazlara örnektir.

Bir asit ile bir bazın nötrleşme reaksiyonu ile Tuz oluşur. NaCl sofratuzu en iyi bilinen örnektir. Tuzlar yapısında OH^- veya H^+ iyonu olup olmasına göre sınıflandırılır. Buna göre tuzlar normal, asidik ve bazik tuzlar şeklinde olabilir. NaCl ve NH_4Cl normal tuzlara örnektir. Bazı tuzlar, kuvvetli asit ve zayıf bazdan veya kuvvetli baz ve zayıf asitten meydana gelir. Bu tuzlar suda çözüldüklerinde hidroliz olurlar ve çözeltiyi asidik veya bazik yaparlar. $NaHSO_4$ ve $NaHCO_3$ asidik tuzlara, $Pb(OH)Cl$ ve $Al(OH)_2Cl$ ise bazik tuzlara örnek oluştururlar.



pH nedir, nasıl tamponlanır açıklamak.

Hidrojen iyonu derişiminin (mol/l) negatif logaritması pH şeklinde ifade edilir. Biyokimyasal reaksiyonlar pH'sı belli ortamlarda gerçekleşir. Ortam pH'sı tampon sistemlerle tamponlanır. Biyolojik sistemlerde ve laboratuvarlarda zayıf asitler ve onların konjuge bazlarının (veya zayıf bazlar ve onların konjuge asitlerinin) çözeltileri tamponlama etkisi gösterirler. Hücrelerde proteinler, fosfatlar ve bikarbonat temel tamponları oluşturur. Eritrobitlerde bunlara ek olarak Herroglabin tampon da bulunur. Tamponlar ortama asit ya da baz eklendiğinde bunları tutarak ortam pH'sının en düşük seviyede etkilenmesini sağlarlar.



Tampon sistemlerin yapı ve fonksiyonlarını özümsemek.

Laboratuvarlarda deneme sırasında pH değişikliklerinden sakınmak için tampon çözeltiler kullanılır. Az miktarda asit veya baz ilavesine karşılık hidrojen iyonu (H^+) derişimi sabit kalan çözeltilere tampon çözelti denir. Proteinler, fosfatlar ve bikarbonat hücrelerde hakim tamponlardır. Proteinlerde amino ve karbonil grupları yanında imidazol, guanidin gibi iyonlaşabilir gruplar, monhidrojenfosfat/dihidrojen fosfat ve bikarbonat/karbonik asit tampon sistemler asidik veya bazik grupları Henderson-Hasselbalch Eşitliği gereğince bağlamak suretiyle ortam pH'sını değışmez kılarlar. Böylece biyokimyasal reaksiyonların belli pH'da gerçekleşmesine hizmet ederler.

Kendimizi Sıyalım

1. Asitlerin bazlarla tepkimelerinde tuz ve su oluşur. Bu olaya ne ad verilir?

- a. Sentez
- b. Hidroliz
- c. Nötrleşme
- d. Füzyon
- e. Fizyon

2. Aşağıdakilerden hangisi asit ve bazların ortak özelliği **değildir**?

- a. Sulu çözeltileri elektrik akımı iletir
- b. Ele kayganlık hissi verir
- c. Turnusol kâğıdında renk değişikliği olur
- d. Suda iyonlarına ayrışır
- e. Hiçbiri

3. Henderson Hasselbalch denkleminde asit ve bazın molar derişimleri eşit olduğuna göre pH ve pK arasında nasıl bir ilişki kurulabilir ?

- a. $\text{pH} > \text{pK}$
- b. $\text{pH} = \text{pK}$
- c. $\text{pH} < \text{pK}$
- d. pH ile pK arasında hiçbir ilişki yoktur
- e. Hiçbiri

4. 0.1 M sodyum dihidrojen fosfat ve disodyum hidrojen fosfat çözeltilerinin eşit oranlarda karıştırılması ile elde edilen çözeltinin pH değeri kaçtır? (ortofosforik asidin H_3PO_4 pKa değerlerinin sırasıyla 2.0, 6.8 ve 12.0 olduğuna dikkat ediniz).

- a. 2.0
- b. 4.4
- c. 6.8
- d. 9.4
- e. 12.0

5. Aşağıdaki maddelerden hangisi kırmızı turnusol kâğıdının rengini maviye **dönüştürmez**?

- a. NH_3
- b. NaOH
- c. H_2SO_4
- d. KOH
- e. $\text{Ca}(\text{OH})_2$

6. Asetik asitin pKa değeri 4.76'dır. 0.1 M asetik asit çözeltisinin pH değeri aşağıdakilerden hangisidir?

- a. 5.76
- b. 2.88
- c. 2.43
- d. 1.88
- e. 4.76

7. Aşağıda verilen biyolojik tamponlardan hangisi hücre içi tamponlardan biri **değildir**?

- a. Bikarbonat
- b. Fosfat
- c. Protein
- d. Hemogloblin
- e. Hepsi

8. Aşağıdakilerden hangisi asit ve bazların sulu çözeltilerinin ortak özelliğidir?

- a. Acı tatta olma
- b. Ele kayganlık hissi vermesi
- c. Elektrik akımını iletme
- d. Turnusol kâğıdının rengini değiştirmeme
- e. Hiçbiri

9. Aşağıdakilerden hangisi elektrik akımını **iletmez**?

- a. Asit çözeltisi
- b. Sakkaroz çözeltisi
- c. Tuz çözeltisi
- d. Baz çözeltisi
- e. Hiçbiri

10. Tuzlar ile bazların ortak özellikleri aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Nötrleşme reaksiyonu ile gerçekleşmeleri
- b. Kırmızı turnusol kâğıdını mavi renge dönüştürmeleri
- c. Sulu çözeltilerde hidroksit iyonu (OH^-) bulundurmaları
- d. Sulu çözeltilerinin elektrik akımını iletmeleri
- e. Hiçbiri

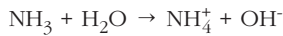
Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlış ise, “ Giriş “ konusunu gözden geçiriniz.
2. b Yanıtınız yanlış ise, “Bazlar” konusunu gözden geçiriniz.
3. b Yanıtınız yanlış ise, “Henderson-Hasselbalch Eşitliği” konusunu gözden geçiriniz.
4. c Yanıtınız yanlış ise, “Asitlerin Genel Özellikleri ve Tepkimeleri” konusunu gözden geçiriniz.
5. c Yanıtınız yanlış ise, “Asitlerin Genel Özellikleri ve Tepkimeleri” konusunu gözden geçiriniz.
6. b Yanıtınız yanlış ise, “Asitin değeriği, güçlü ve zayıf asitler” konusunu gözden geçiriniz.
7. a Yanıtınız yanlış ise, “Biyolojik sistemlerde pH değerişiminin tamponlanması” konusunu gözden geçiriniz.
8. c Yanıtınız yanlış ise, “Asitlerin Genel Özellikleri ve Tepkimeleri” konusunu gözden geçiriniz.
9. b Yanıtınız yanlış ise, “Asitlerin Genel Özellikleri ve Tepkimeleri ve Bazlar “ konularını gözden geçiriniz.
10. e Yanıtınız yanlış ise, “Tuzların Genel Özellikleri ve Tepkimeleri” konusunu gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Amonyak bazdır. Çünkü sulu çözeltisinde hidroksit iyonları (OH⁻) oluşumuna sebep olur:



Sıra Sizde 2

Kuvvetli bazlar (NaOH) tamamen iyonlaşabilen, zayıf bazlar ise (Al (OH)₃) kısmen iyonlaşabilen bazlardır.

Sıra Sizde 3

Evet, pH ile pKa farklı kavramlardır. pH bir çözeltinin asitlik değeriğini verir, pKa ise bir bileşiğin proton (H⁺) verme eğilimini gösterir

Sıra Sizde 4

Bir amidin asit ile verdiği tepkime:

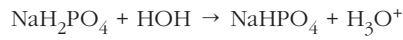


Sıra Sizde 5

Kuvvetli asit ile zayıf asit arasında fark vardır. Kuvvetli asitlerde iletkenlik fazla, zayıf asitlerde azdır. Asitler, sulu çözeltilerine kattıkları hidrojen iyonunu miktarı arttıkça kuvvetlenirler. Kuvvetli asitlerin tamamına yakını iyonlaşır iken zayıf asitlerde iyonlaşma daha düşüktür.

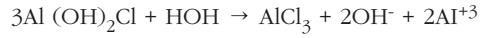
Sıra Sizde 6

Asidik bir tuzun suda proton veriş:



Sıra Sizde 7

Bazik bir tuzun suda hidroksil iyonu veriş:



Sıra Sizde 8

$$7.4 = 6.1 + \log \frac{20}{1} \text{ dir.}$$

$$7.4 = 6.1 + \log \frac{20}{1} \text{ dir.}$$

Sıra Sizde 9

Hücre içi tampon sistemleri: fosfat tampon sistemi, protein tampon sistemi, hemoglobin tampon sistemi

Sıra Sizde 10

Fosfat tampon sistemi (HPO₄²⁻/H₂PO₄⁻) çalışma prensibi: ortama asit (H⁺) eklendiğinde HPO₄²⁻ bu protonu tutar ve H₂PO₄⁻ oluşur. Ve Denklemin paydası büyür, payı küçülür fakat ortamın pH'sı değerişmez tutulur.

Yararlanılan Kaynaklar

- Davidson VL, Sittman DB. Biyokimya. 3. Baskı, (Çeviri editörü: Gül GÜNER. Çevirenler: Güner G, Oktay G, Kırkalı G, Baskın Y). p 17-27. Nobel Tıp Kitabevleri, İzmir, 2000.
- Karagül H, Altıntaş A, Fidancı UR, Sel T. Klinik Biyokimya. Medisan Yayınevi, 2000.
- Murray RK, Mayes PA, Granner DK, Rodwell VW. Harper'ın Biyokimyası. a Lange Medical Book. Çevirenler: Gülriz Menteş, Biltan Ersöz. Barış Kitabevi, 1993.
- Onat T. Sağlık Bilimleri için Biyokimyaya Giriş. p 19-29. Palme Yayıncılık, Ankara, 2006.
- <http://www.webhatti.com/kimya/48952-asit-baz-ve-tuzlar-kimya.html>. Erişim: 11.04.2011.
- <http://fenveteknolojidunyasi.blogcu.com/asitler-bazlar-tuzlar/2430086>. Erişim: 10.04.2011.
- <http://www.sorucevap.com/bilimkultur/fenbilimleri/matematik/ders.asp?212031>. Erişim: 10.04.2011
- <http://www.gunlukplan.org/fen-ve-teknoloji-ders-notlari/4180-asit-baz-tuz-ph.html>. Erişim: 10.04.2011
- [http://tr.wikipedia.org/wiki/Tuz_\(kimya\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Tuz_(kimya)). Erişim: 13.04.2011.
- http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/yogunlukvekimam_olcumu.pdf. Erişim: 13.04.2011
- http://80.251.40.59/veterinary.ankara.edu.tr/fidanci/Ders_Notlari/Organik_Kimya_Asitler_Bazlar_Tuzlar.pdf. Erişim: 10.03.2011.
- <http://www.msxlab.org/forum/kimya/239682-tuz-nedir-tuzların-ozellikleri-ve-kullanım-alanları.html>. Erişim: 12.04.2011.
- <http://www.rehberim.net/forum/soru-cevap-ve-tartisma-bolumu-682/870631-tuzların-genel-ozellikleri.html>. Erişim: 13.04.2011.
- <http://www.ozellikler.net/kimyasal/selenyum>. Erişim: 13.04.2011

5

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Hücre sıvı sistemleri arasındaki ilişkiyi tanımlayabilecek,
- Sistem farklılıklarını sınıflandırabilecek,
- Aralarındaki ortak çalışmayı açıklayabilecek,
- Sistem geçişleri hakkında yorum yapabilecek,
- Hücre yaşamı hakkında söz sahibi olan sıvı sistemlerini açıklayabilecek,
- Sıvı karışımları hakkında yeterli bilgi sahibi olarak diğer konularla ilişkilendirmeyi yapabilecek bilgi ve becer kazanabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Membran transport bilgileri
- Molekül hareketleri; Solüsyonlar
- Ozmotik ve Kolloid Basınçlar
- Tampon sistemler

İçindekiler

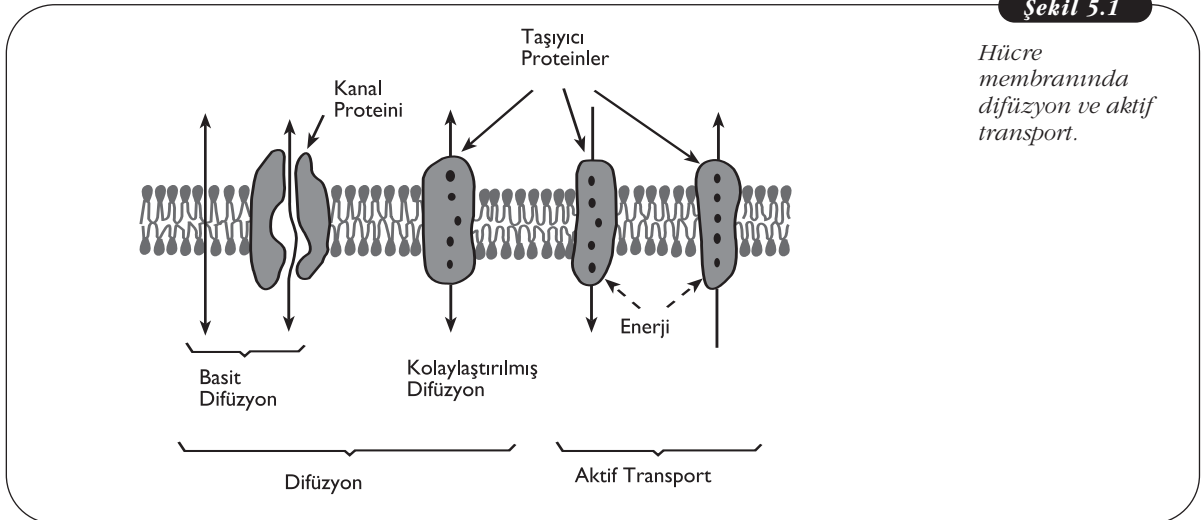


Sıvı Karışımları

SIVI KARIŞIMLARI

Membran Transport Sistemleri

1. Taşınacak Bileşiğin Özelliğine Göre Sınıflandırma
 2. Taşıyıcı Proteinin Varlığına Göre Sınıflandırma
 1. Taşınacak Bileşiğin Özelliğine Göre Sınıflandırma
- Pasif transport
- Küçük moleküllerin geçişi
- Basit difüzyon
- Kolaylaştırılmış difüzyon
- Aktif Transport
- Büyük moleküllerin geçişi
- Endositoz
- Ekzositoz



2. Taşıyıcı Proteinin Varlığına Göre Sınıflandırma
 - a. Aracısız transport
 - Basit difüzyon
 - b. Aracılı transport
 - Kolaylaştırılmış difüzyon

Aktif Transport

Hücrenin yaşayabilmesi için dışardan aldıkları maddeleri kullandıktan sonra artık ürünleri kendinden uzaklaştırabilmelidir. Maddelerin alınması veya uzaklaştırılması, hücre zarında gerçekleşir (Şekil 5.1).

Hücre zarından küçük maddelerin geçişi difüzyon, ozmoz ve aktif taşıma ile gerçekleşir. Örnek olarak glukoz, fruktoz, galaktoz, amino asitler, yağ asitleri ve gliserol, vitaminler, mineraller tuz ve su verilebilir. Büyük maddelerin hücre içine geçebilmesi için kullanılan ekzositoz ve endositoz sayesinde; yağlar, proteinler, sakkaroz, laktoz, maltoz, nişasta, glikojen, selüloz ve kitin geçişi sağlanır.

MOLEKÜL HAREKETLERİ

Maddelerin katı, sıvı, gaz olma durumlarına göre molekülleri hareketsiz, az veya çok hareketli olabilir.

BROWN HAREKETİ

Gaz ve sıvılarda bulunan küçük taneciklerin yaptıkları sürekli ve düzensiz hareketlerdir. Bilim adamı Robert Brown'ın adını alan bu hareket "Brown Hareketi" olarak isimlendirilmiştir. Sıvı veya gaz moleküllerinin sürekli ve rastgele hareketlerini belirtir. Sıvılarda çözünen katı maddelerin Brown hareketi sayesinde Moleküler difüzyon olayını gerçekleştirmesine yardımcı olur.

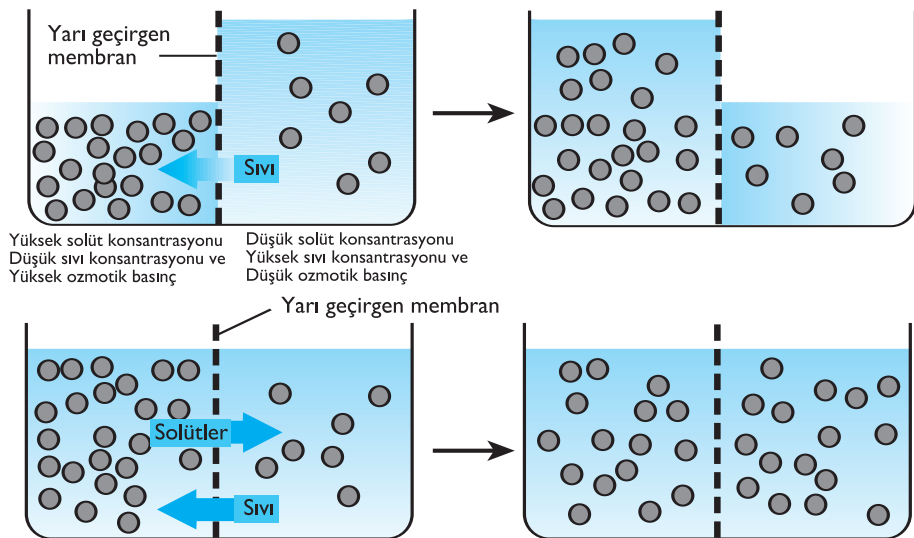
DİFÜZYON

Çözeltide bulunan moleküllerin, çözelti içinde her yöne eşit olarak kendiliğinden dağılması olayına difüzyon denir. Difüzyonda farklı yoğunluk arasında herhangi engel yoktur. Geçiş, çok yoğun çözeltiden az yoğununa doğrudur. Gaz ve sıvı moleküllerinin sahip oldukları kinetik enerji sayesinde yer değiştirmeleridir. Duruma göre değişen farklı difüzyon çeşitleri vardır.

- Gaz- Gaz Difüzyonu
- Sıvı-Sıvı Difüzyonu
- Katı-Katı Difüzyonu

Şekil 5.2

Yarı geçirgen membrandan madde geçişi.



GAZ - GAZ DİFÜZYONU

Moleküller birbirinden uzak olduğu için belirgin bir şekil göstermezler. Çekim güçlerinin zayıf olmasına rağmen, kinetik enerjileri sayesinde hareket halindedirler. Isı artışı, hareket kapasitelerini artırır.

SIVI-SIVI DİFÜZYONU

Moleküller arası çekim gücünün fazla olması, hareketlerini yavaşlatır. Aralarındaki çekim gücü sayesinde bulundukları kabın şeklini alırlar. Difüzyonun gerçekleşmesi, var olan moleküler hareket sayesinde gerçekleşir.

KATI-KATI DİFÜZYONU

Moleküller arası çekim gücünün fazla olması nedeni ile hareket etmezler. Yalnızca molekül düzeyinde titreşim söz konusudur. Bir çözücü tarafından eritildikten sonra difüzyonları gerçekleşir.

Yaşayan hücrede difüzyon;

- Hareketin yönü çok yoğunluktan az yoğunluğa doğru gerçekleşir,
- Hücre duvarındaki porlardan düşük molekül ağırlıklı maddeler geçer,
- Enerji harcanmaz,
- Enzim kullanılmaz,
- Basınç farkı eşitlenince geçiş olmaz.

Çözelti içinde bir taneciğin difüzyon hızı, **Difüzyon Katsayısı** ile belirlenir. Bu katsayının ifadesi; 1 saniyede, 1 santimetre kareden sabit hızla geçen madde miktarıdır. Canlı hücrede madde alışverişinde önemli katkısı vardır. Solunumla alınan oksijenin kana, kandan dokulara geçmesinde, ilaçların enjekte edildikten sonra dokularda yayılmasında difüzyon önemlidir. Bir çözeltide konsantrasyon farkının ortadan kalkması ile difüzyon durur. Fakat canlı dokuda sürekli olarak besin maddelerinin kandan dokulara geçmesi devam eder. Bu sayede konsantrasyon farkı korunduğu için difüzyon olayları aynı yönde devam eder.

Örnek olarak hücreye dışardan gelen glikozu **glikojen** halinde bağlar ve konsantrasyon farkını yükselterek difüzyon olayının devamına olanak sağlar. Bu sayede maddeler kısa mesafelerde taşınır. Maddenin uzak mesafelerde taşınmasına **konveksiyon** denir. Glikoz, kan yolu ile karaciğerden dokulara konveksiyon ile, kan sıvısından **eritrositlere** difüzyon ile taşınır.

Solüsyon: Çözünmenin gerçekleştiği karışımdır.

Por: Hücre zarlarında geçiş boşlukları

Glikojen: Glikozun hayvansal hücrelerde depo şekli.(Glikojen)

Eritrosit: kırmızı kan hücreleri (Eritrosit)

SOLÜSYONLAR

İki ayrı yapının eriyerek oluşturduğu karışımlardır.

Gerçek Solüsyon: Çözücüde dağılan partikül çapı 1mµ den küçüktür.

Kolloid Solüsyon: Çözücüde dağılan partikül çapı 1-100 mµ arasındadır. Partiküller Brown hareketi ile taşınmazlar, kristal oluşturmazlar ve çökmezler. Partiküllerin sahip olduğu elektrik yükü aynı olduğu için birbirlerini iterler ve dağılımları eşit olur. Hücre sitoplazmasında pH değerinin genel eğilimi alkali yönündedir. Bu sayede negatif yüklü olan proteinler hücrenin iskeletini oluştururlar.

Alkali ortamda proteinler karboksil grubunda hidrojen iyonu kaybederek negatif yüklenirler.



DİKKAT

Süspansiyon: Çözünen partikül büyüklüğü 100 mµ'den büyüktür.

Kolloidal Sistemler

Thomas Graham, 1861'de, maddeleri zardan geçip geçemediklerine göre ikiye ayırmıştır. zardan geçebilenlere kristalloidler, zardan geçemeyenlere kolloidler denilmiştir. Bir madde, kristal halde bulunsa bile zardan geçemiyorsa kolloidler sınıfından sayılır; örneğin yumurta albumini, kristal şeklinde hazırlanmasına rağmen suda çözündüğünde zardan geçemediği için kolloidal bir maddedir.

Kolloidler su ile karıştırıldıklarında kolloidal sistem meydana gelir. Kolloidal sistemdeki kolloidal parçacıklara kolloidal sistemin **dispers fazı** denir; bu parçacıkların bulundukları ortama **dispersiyon ortamı** denir. Dispersiyon ortamı sudan başka madde olan kolloidal sistemler de vardır; katı-katı içinde, katı-sıvı içinde, katı-gaz içinde, sıvı-sıvı içinde, sıvı-katı içinde, sıvı-gaz içinde, gaz-sıvı içinde, gaz-katı içinde kolloidal sistemler vardır. Kolloidler, dispersiyon ortamına zıt elektrik yükü taşırlar; bu da kolloidal durumun devamlılığını sağlar.

Dispers fazın dispersiyon ortamına bir ilgisi yok ve gerçek çözelti haline geçmek eğilimi yoksa, kolloidal sisteme **liyofobik** sistem denir; dispersiyon ortamı su ise böyle sistemin **hidrofobik** olduğu ifade edilir.

Dispers fazın dispersiyon ortamına bir ilgisi var ve onunla birleşerek şişmeye eğilimi varsa kolloidal sisteme **liyofilik** sistem denir; dispersiyon ortamı su ise böyle sistemin **hidrofilik** olduğu ifade edilir.

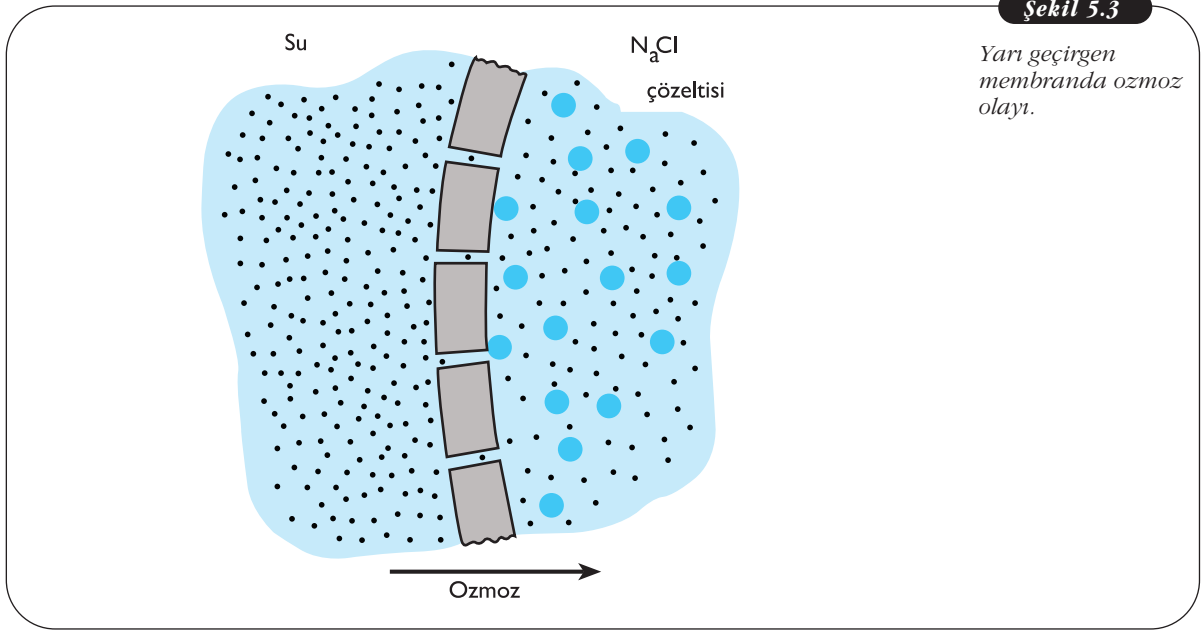
Kan plazmasındaki yağlar gibi suda çözünmeyen birçok madde, proteinlerin etkisiyle kolloid olarak çözünürler ve çökmeksizin taşınırlar. İdrarda çözünmeyen kalsiyum fosfat ve ürik asit gibi bazı maddeler koruyucu kolloidlerin etkisiyle aşırı doymuş çözeltiler halinde çökmeden atılırlar; idrarda koruyucu kolloidlerin azalması idrar yolu taşlarının oluşmasına neden olabilir.

Sabun ve deterjanların temizleyici etkileri, hidrofobik yapılı olan kirlerin sabun veya deterjan çözeltisi ile temas ettikten sonra hidrofilik hale gelmesi şeklinde açıklanır: Sabun yağlı kirleri temizlerken miseller oluşur. Sıvı özelliklerine sahip olan ve bir kaptan diğerine dökülebilen bir kolloidal sisteme **sol** denir; solların viskozitesi düşük yani akıcılıkları oldukça fazladır. Peltemsi bir şekil alan ve katı maddelerin bir çok özelliklerine sahip olan kolloidal sisteme **jel** denir; jellerin viskozitesi yüksek yani akıcılıkları azalmıştır, akışkanlığı sağlamak için basınç uygulaması gerekebilir.

OZMOTİK BASINÇ

Protoplazma: Hücre sıvısı

Canlı hücrede yaşam için gerekli reaksiyonların hepsi **protoplazmada** gerçekleşir. Hücrede çözünen karbonhidratlar, proteinler ve tuzların etkisi ile oluşan yoğunluk **ozmotik basınç** nedenidir. Bu basınç sayesinde hücre gerekli madde alışverişini sağlar (Şekil 5.2), (Şekil 5.3).



Bir çözelti yarı geçirgen bir zara konulduktan sonra suya daldırılırsa, zarı geçen su çözeltinin yoğunluğunu azaltır. Burada, suyun yarı geçirgen zardan geçip çözeltinin yoğunluğunu etkilemesine **ozmoz** denir.

Yarı geçirgen zar, 1 litrede iyonize olmayan bir maddenin 1 molekül gramını içeren çözelti ile doldurulup hacmi sabit kalırsa, kabın içinde 22,4 Atmosferlik basınç meydana getirir. Yani, hacmi 22,4 litre olursa basınç 1 Atmosferdir. Bu çıkış noktasından düşünerek, maddenin molekül ağırlığı hesaplanabilir.

Problem:

1000 ml bir çözelti içinde katkısız kimyasal maddenin 10 g. çözünmüştür ve 0°C ısıda ve 8 Atm. ozmotik basınç gösterdiğine göre, çözünmüş maddenin molekül ağırlığı nedir?

10g./L 8 Atm.

$x \quad 22.4\text{Atm.}$

$x = 10 \times 22,4 = 28 \text{ g bulunur.}$

Ozmotik basıncın gücü, içindeki çözünmüş maddenin tanecik sayısına bağlıdır. Aynı molaritede olan çözeltilerin ozmotik basınçları eşittir. Bu, ancak elektrolit olmayan maddeler için geçerlidir. Aynı molaritede olmasına rağmen elektrolit içeren bir çözeltinin ozmotik basıncı elektrolit olmayan çözelti ile aynı değildir. Elektrolitin sulu çözeltisinde artı veya eksi yüklü iyonların olması ozmotik basıncın artmasına neden olur. Bunun nedeni, her bir iyonun ozmotik basınç üzerinde molekül gibi aynı etkiye sahip olmasıdır. Örneğin NaCl suda tümüyle iyonize olarak Na^+ ve Cl^- iyonlarına ayrılır ve aynı molaritede olup elektrolit olmayan bir çözeltiye göre ozmotik basıncı iki kat fazladır. İki den daha fazla sayıda iyon veren maddelerin ozmotik basıncı da verdikleri iyon sayısı katı kadar artar.

Su içinde iyonlarına ayrılan tuzların elektrik akımını geçirme özelliği vardır.



DİKKAT

OZMOTİK BASINCIN CANLI HÜCREDE ÖNEMİ

Ozmotik basınçları eşit olan çözeltilere **izoozmotik** çözeltiler denir. Kan ve göz yaşı sıvısı gibi vücut sıvıları, % 0.9'luk NaCl çözeltisinin sahip olduğu ozmotik basınca sahiptir. İnsan organizması, mide-barsak kanalı sıvısının ozmotik basıncını da yaklaşık bu düzeyde tutmaya çalışır.

Sonuç olarak % 0.9'luk NaCl çözeltisinin fizyolojik sıvılarla izoozmotik olduğu kabul edilir. Ozmotik basınçla ilgili olan diğer bir kavram da izotonik olma durumudur. İzotonik ve izoozmotik ifadelerinin birbiri yerine kullanılmaması gerekir. Herhangi bir çözeltinin canlı bir hücre ile temasından sonra, hücre gerginliğinde bir değişiklik olmaması durumunda, bu çözelti için *izotonik'tir* ifadesi kullanılır. İdeal yarı geçirgen zar (sadece çözücü moleküllerini geçirebilen) ile ayrılmış ve ozmotik basınçları birbirinden farklı iki sulu çözeltinin olduğunu düşünelim. Bu çözeltilerin ozmotik basınçları eşitlenene kadar, daha az çözünmüş tanecik içeren çözeltiden, daha fazla tanecik içeren çözelti tarafına sadece çözücü molekülleri geçer. Ozmotik basınç her iki tarafta da eşitlenince bu geçiş durur. Yine birbirlerinden ideal yarı geçirgen zar ile ayrılmış, ancak ozmotik basınçları aynı olan iki sulu çözelti söz konusu ise, zardan çözücü moleküllerinin geçişini gerektirecek bir durum olmayacaktır. Ancak biyolojik zarlar ideal yarı geçirgen zar özelliğinde değil. Bu zarlardan su moleküllerinin yanı sıra, çözünmüş durumdaki diğer moleküller de kolaylıkla difüzlenererek geçebilir. Biyolojik zarla ayrılmış ve aynı ozmotik basınca sahip iki çözelti, zaman içinde ozmotik basınçlarını değişmeden koruyabiliyorlarsa, bu iki çözelti izotonik olarak kabul edilir. Damar ve kas içi yoldan uygulanan **parenteral** ilaçların kan ile izotonik olmaları, uygulamanın kan hücrelerine zarar vermemeleri açısından gereklidir. Kırmızı kan hücrelerinin şekillerinin değişmediği ve hücrelerin bütünlüklerinin korunduğu NaCl çözeltisi, % 0.9'luktur. Bu nedenle bu çözelti kan ile hem izoozmotik hem de izotoniktir.

Parenteral: Ağız yolu dışında

Ozmotik basınçları farklı olan iki çözeltiden ozmotik basıncı yüksek olan için *hipertonik çözelti* ifadesi, düşük olan için ise *hipotonik çözelti* ifadesi kullanılır. Ozmotik basıncını artırarak dış ortamdaki su moleküllerinin hücre içine geçip hücreyi patlatmasıdır. Bundan dolayı bu çözelti izoozmotik olmasına rağmen izotonik değildir. Sonuç olarak kan ile herhangi bir çözeltinin izoozmotik olması, bu çözeltinin kan hücreleri üzerinde hasar oluşturmayaacağı anlamına gelmemektedir.

Kolloid Ozmotik Basınç

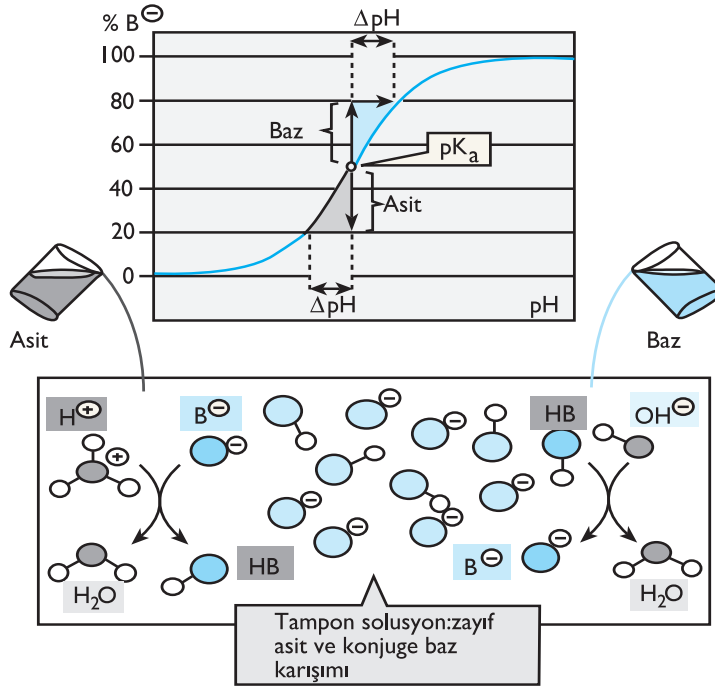
Kolloid-ozmotik basınç, ozmotik basıncın özel bir şeklidir. Bu basıncı oluşturan moleküller yüksek ağırlıkta olan makro moleküllerdir. Damar içi boşlukta protein konsantrasyonu, dokular arası boşluktan daha yüksektir. Damar **endotel** (Damar içini döşeyen epitel tabakası) hücreleri, proteinleri geçirmez, fakat düşük molekül ağırlıklı maddeleri geçirir. Bu sayede, damar içi ve dokular arası boşluklar arasında kısa zamanda basınç dengesi sağlanır. Oldukça önemli oranda basınç yaratan kan proteinleri, yine damar içindeki hidrostatik (sıvı basıncı) basınç tarafından dengelenir. Kan plazmasında, herhangi bir hastalıkta kolloid ozmotik basınç azalırsa, kan sıvısı dokular arasına sızarak ödem oluşturur. Kan damarlarında kolloid ozmotik basınç oluşturan en önemli protein albumindir. Moleküler ağırlığı düşük olmasına rağmen en yüksek miktardaki proteindir.

Biyolojik Tampon Sistemler

Zayıf bir asit (proton donörü) ve onun konjuge bazını (proton akseptörü) eşit miktarlarda içeren karışımlar tampon sistemi olarak bilinirler.

Tamponlar, küçük miktarlarda asit (H^+) veya baz (OH^-) eklendiğinde pH değişikliklerine karşı koyma eğiliminde olan sulu sistemlerdir. Bir tampon sisteminin tamponlama özelliği, iki geri dönüşlü reaksiyonun sonucudur (Şekil 5.4).

Şekil 5.4



pH, zayıf asit ile onun konjuge bazının bir karışımının tamponlama etkisi ve zayıf asidin pK_a 'sı arasındaki kantitatif ilişki, **Henderson-Hasselbalch denklemi** ile ifade edilir. Henderson-Hasselbalch denklemi, herhangi bir pH'da proton donör ve proton akseptörün molar oranını hesaplamaya da yarar

Kan plazması ve ekstrasellüler sıvının $pH = 7,36$ değerinde sabit kalmasını sağlayan tampon sistemler bulunur.

Bu sistemlerin etkinlik değeri aşağıdadır;

Bikarbonat Sistemi $[HCO_3^-] / [H_2CO_3]$ 25 mmol/l %52 oranında etkili

Hemoglobin Sistemi $[Hb] / [HbO_2]$ 15 mmol/l %31 oranında etkili

Proteinat Sistemi $[Proteinat^-] / [Proteinat^+]$ 7 mmol/l %15 oranında etkili

Fosfat Sistemi $[HPO_4^{2-}] / [H_2PO_4^+]$ 1 mmol/l %2 oranında etkili

Klinik olarak $[HCO_3^-] / [H_2CO_3]$ değerinin belirlenmesi asit-baz dengesi hakkında önemli bilgi verir. Çünkü karbonik asit yapısında uçucu gaz olan karbondioksit içerir ve gerektiği zaman akciğerlerden atılarak kanın pH değeri kontrol altında tutulur. Kanda fazla olan karbonik asit Karbonik Asit Dehidraz enzimi aracılığı ile su ve karbondioksit parçalanır.

Solunum esnasında oksijen hemoglobin oluşur ve asit karakteri gösterir. Dokulara giderek oksijeni bırakır ve daha zayıf karakterde redüklenmiş hemoglobine dönüşür. Bu haliyle dokularda metabolizma sonucu ortaya çıkan H^+ iyonunu kendine bağlayarak pH düşmesini, dolayısıyla asidoz tehlikesini engeller.

Amfolitler

Hem asitlerle hem bazlarla tuz oluşturabilen maddelere **amfolitler** veya **amfoter elektrolitler** denir.

Amfolitler, amfolitin izoelektrik noktası denen bir pH ortamında, eşit sayıda negatif (-) ve pozitif (+) yük içerirler ($H+A^-$). Amfolitler, izoelektrik noktadan düşük pH ortamında (asit ortam), kation (pozitif yüklü iyon, H^+) halinde bulunurlar; izoelektrik noktadan yüksek pH ortamında (bazik ortam) ise anyon (negatif yüklü iyon, A^-) halinde bulunurlar.

İndikatörler: Sulu çözeltide ortamın H^+ iyonu konsantrasyonuna (pH'ına) göre renk değiştiren maddelerdir; titrasyonlarda sık kullanılırlar.

Donma Noktası Düşmesi

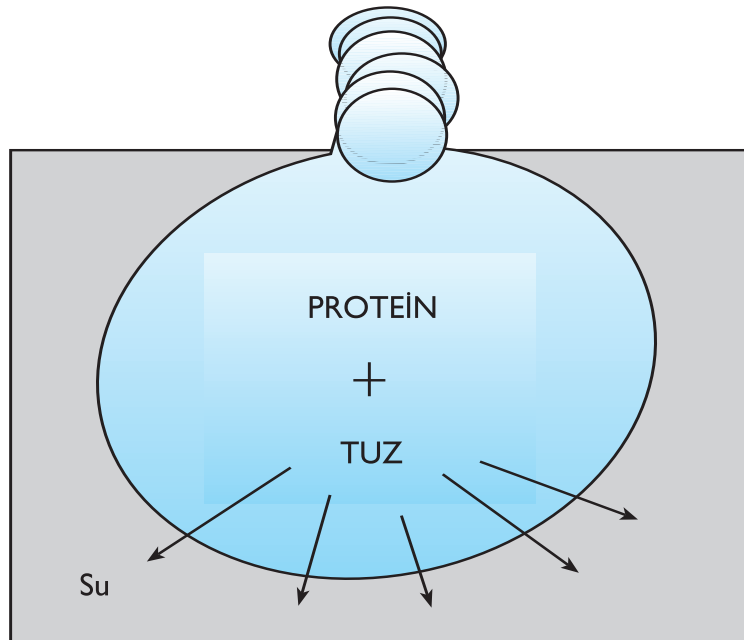
Bir çözeltideki maddeler, içinde çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürürler. İyonize olmayan bir maddenin 1 mol'ü 1 litre suda çözünürse suyun donma noktası $1,86^{\circ}C$ düşer ve çözeltinin donma noktası $-1,86^{\circ}C$ olur. Çözeltide ozmotik basıncı oluşturan maddeler Avogadro kanununa uyan gazlar gibi davrandıklarından donma noktası düşmesi tayini ile çözeltideki maddelerin molekül ağırlıkları ve ozmotik basınçları hesaplanabilmektedir. Bir çözeltideki maddelerin içinde çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürmeleri özelliği, hafif donmaların için öldürücü olmadığını da açıklar; protoplazma, içinde çözünmüş halde bulunan maddelerden dolayı saf suyun donma noktasında donmaz. Bir çözeltideki maddelerin, çözücünün donma noktasını düşürmeleri özelliği, süte su katılıp katılmadığını saptamak için kullanılabilir; Sütün normalde $-0,56^{\circ}C$ olan donma noktası, katılan suyun miktarına bağlı olarak $0^{\circ}C$ 'ye yaklaşır.

Diyaliz

İçerisinde albumin ve NaCl (tuz) bulunan bir çözeltiyi, tuzu geçiren fakat albumin moleküllerini geçirmeyen bir zar kese içine koyup keseyi saf su içine daldırırsak; tuz zardan saf suya geçer, albumin ise kesede kalır (Şekil 5.5).

Şekil 5.5

Diyalizin şematik gösterimi.



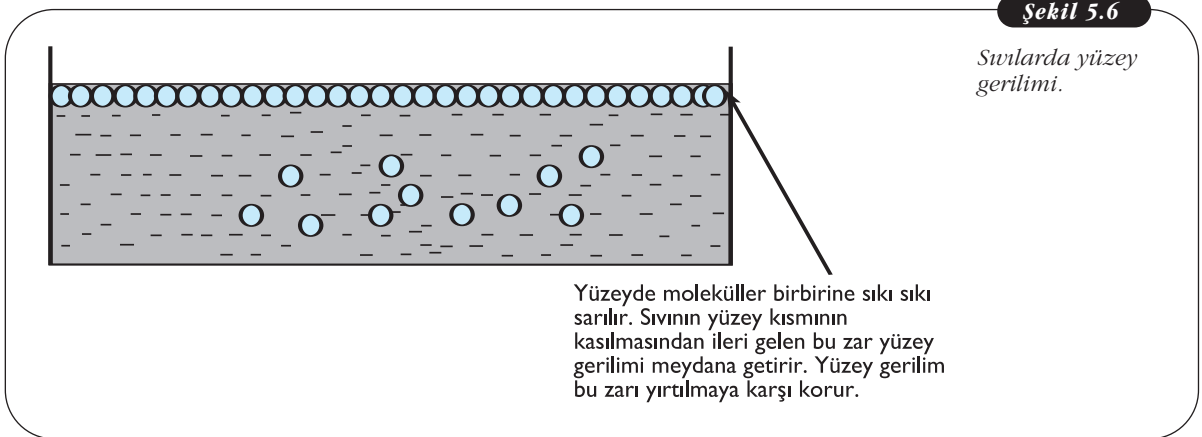
Tuzun kese dışına çıkışı, yoğunluk kese içinde ve kese dışında eşit oluncaya kadar devam eder. Eğer kese dışındaki su sık değiştirilerek yoğunluk farkının devamı sağlanırsa, kese içindeki tuzun tamamı dışarı alınabilir; tuz, yoğun olarak bulunduğu kese içinden hiç bulunmadığı ve sonra az yoğun olarak bulunduğu kese dışına geçer. Su ile birlikte küçük ve basit molekülleri veya iyonları da geçiren bir zar aracılığıyla büyük kompleks moleküllerin ayrılması olayına **diyaliz** denir.

Diyaliz membranı, selofan denen bir maddeden yapılmıştır; su ve çok küçük molekül ve iyonların geçmesine izin veren fakat protein gibi büyük molekülleri geçirmeyen çok küçük deliklere sahiptir.

Artık maddelerin vücuttan atılması kısmen diyaliz olayına dayanır. Diyaliz, yapay böbrek cihazlarının prensibini oluşturur. Diyaliz, laboratuvarlarda elektroforez tekniklerinin hazırlayıcı bir basamağı olarak da kullanılır.

Yüzey Gerilimi

Bir sıvı yüzeyindeki sıvı molekülleri, sıvının üzerindeki hava moleküllerinden daha büyük bir kuvvetle sıvının merkezine doğru çekilirler ve sonuçta sıvı yüzeyindeki sıvı moleküllerinin daha sık bulunmalarından dolayı sıvı yüzeyinde ince ve elastiki bir zar oluşur (Şekil 5.6).



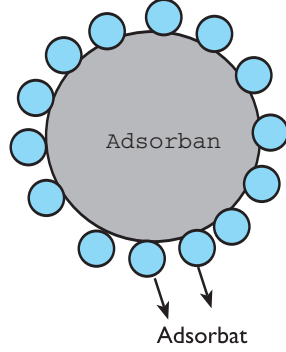
Sıvı yüzeyinde bir zar oluşturan ve bu zarı yırtılmaya karşı koruyan etki, yüzey gerilimi olarak tanımlanır. Yüzey geriliminin azaldığı durumlarda sıvı yüzeyindeki zar kolay yırtılır; yüzey geriliminin arttığı durumlarda ise sıvı yüzeyindeki zar daha dayanıklı olur. Yüzey gerilimi etkisiyle bir sıvı yüzeyinde oluşan ve yırtılmaya karşı korunan zar nedeniyle su yüzeyine dikkatle bırakılan bir toplu iğne ve kükürt tozları batmadan su yüzeyinde kalabilir; küçük böcekler su yüzeyinde yürüyebilirler. Kapiller bir boruda suyun yükselmesi, bir filtre kağıdında suyun yayılması, lamba fitilinde gazın yükselmesi yüzey gerilimi etkisiyle olur. Bir sıvı, yüzey gerilimi etkisiyle yüzeyini olabildiğince küçültmeye ve en küçük yüzeyi olan küre biçimini almaya çalışır.

Bir sıvı içinde bazı maddelerin çözünmüş olması, sıvının yüzey gerilimini değiştirir. Bazı maddeler, yüzey gerilimini küçültürler ki böyle maddelere **yüzey aktif** (kapiller aktif) maddeler denir. Yağ, sabun, safra tuzları gibi organik maddeler yüzey gerilimini azaltırlar; yüzey aktif maddelerdir; safra, yağların yüzey gerilimini azaltarak yağ taneciklerini sindirim için enzim etkisine açık hale getirir. İnorganik tuzlar ise yüzey gerilimini artırır; böyle maddelere de **negatif yüzey aktif** (kapiller inaktif) maddeler denir.

Adsorpsiyon

Şekil 5.7

Adsorbsiyon olayında bağlayıcı maddeye adsorban, bağlanan maddeye adsorbat denir.



Bir madde ortamında yer alan yüzeylerde dengelenmemiş kuvvet alanları bulunur. Dengelenmemiş kuvvet alanlarının etkisiyle de başka maddelerin molekülleri bu yüzeylere bağlanabilirler. Bir madde yüzeyine, dengelenmemiş kuvvet alanlarının etkisiyle, başka moleküllerin bağlanması olayına adsorpsiyon denir; başka maddeleri yüzeylerinde tutma yeteneğine sahip olan maddelere de adsorban denir. Adsorpsiyon, yüzey genişliği ve maddenin konsantrasyonu ile doğru orantılıdır (Şekil 5.7).

Adsorpsiyondan, biyokimyada yaygın olarak yararlanılmaktadır: Büyük moleküllü bazı renkli maddeler, bulundukları ortamdan, ad-

sorban maddeler kullanılarak ayrılabilir; örneğin; idrar, içine iyi bir adsorban madde olan hayvansal kömür (aktif kömür) katılarak çalkalandıktan sonra süzülürse, rengi yok edilebilir. Bir karışımda bulunan hormonlar ve enzimler, alüminyum oksit (Al_2O_3) tarafından belirli pH'da adsorbe edilir ve uygun çözeltilerle pH değiştirilerek sulandırılarak birbirinden ayrılırlar.

Gibbs-Donnan Dengesi ve Denklemi

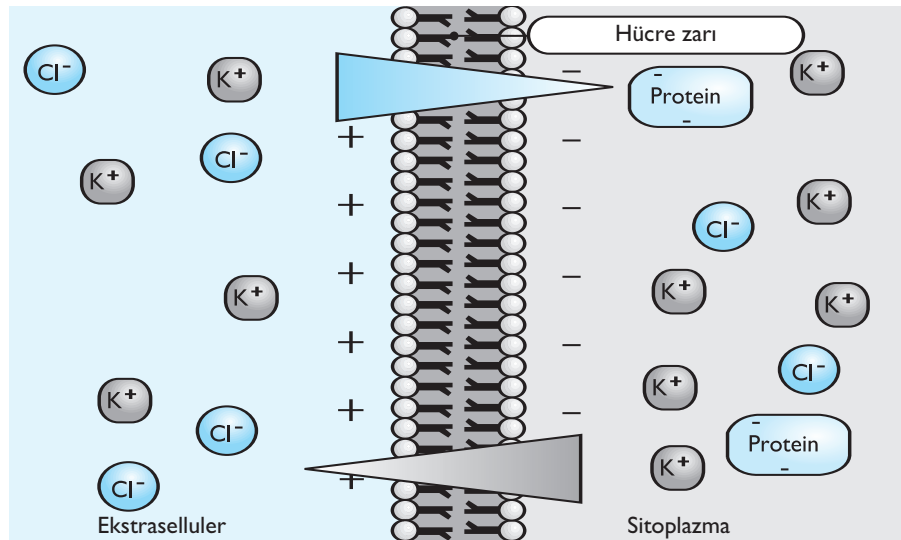
Yarı geçirgen bir zarla birbirinden ayrılmış elektrolit sistemlerinde bütün iyonlar yarı geçirgen zardan geçiyorsa anyon ve katyonların zarın iki tarafında da dağılımı eşit ve düzenlidir.

Yarı geçirgen zarın bir tarafından diğer tarafa geçebilen ve geçemeyen iyonlar varsa, iyonların dağılımı, zarın iki tarafında eşit ve düzenli değildir. Bu şekildeki denge durumu, Gibbs-Donnan dengesi olarak tanımlanır (Şekil 5.8). **Gibbs-Donnan** dengesi durumunda bir taraftaki anyon konsantrasyonu ile katyon konsantrasyonu çarpımı diğer taraftaki anyon konsantrasyonu ile katyon konsantrasyonu çarpımına eşittir ki bu da Gibbs-Donnan denklemi ile ifade edilir:

$$[A]_1 \times [C]_1 = [A]_2 \times [C]_2$$

Şekil 5.8

Gibbs-Donnan Dengesi



ŞOK VE ÖDEM

Plazma ile dokular arası boşlukta su dağılımındaki dengenin bozulması ile **şok** ve **ödem** olarak tanımlanan klinik tablolar ortaya çıkar.

Şok, canlıda organların kan ile yeteri kadar beslenememesine yol açan genel bir dolaşım yetmezliğidir. Kanama nedeniyle damar içinden sıvı kaybı veya herhangi bir nedene bağlı damar çeperinde geçirgenlik artışı şoka yol açabilir. Örneğin ağır yanıklarda, ağır yaralanmalarda, büyük cerrahi girişimlerde, damarların proteinler için geçirgenlik kazanmaları nedeniyle albumin içeren büyük miktarda sıvı damar içinden doku aralıklarına geçer ve kan volümü azalır, tansiyon düşer, böbreklerden kan akımının yetersizleşmesi sonucu idrar miktarı azalır.

Ödem, doku aralarında hastalıklı (patolojik) olarak sıvı artışıdır. Ödem, şoka benzer, fakat yavaş gelişir. Ödem oluşması çeşitli nedenlere bağlı olabilir:

1. Yetersiz beslenme ve çeşitli karaciğer hastalıklarında ve böbrek hastalıklarında idrarda albumin görülmesi (albuminüri) nedeniyle plazma albumin konsantrasyonunun düşmesi ve buna bağlı olarak plazmada etkili ozmotik basıncının azalması sonucu ödem gelişir.
2. Yanıklar, allerji ve yangı nedeniyle damar çeperinin plazma proteinlerine karşı geçirgenlik kazanması sonucunda plazma proteinlerinin damar içinden doku aralıklarına geçmesi nedeniyle plazmada ozmotik basıncı azalması ile ödem gelişir.
3. Kalp yetmezliği veya siroza bağlı karaciğer dolaşımında hipertansiyon nedeniyle toplar damar kan basıncının artması sonucu ödem gelişir. Bu durumlarda karın boşluğunda sıvı birikmesi gelişebilir.
4. Tuz ve su atılımının bozulması sonucu damar içinde NaCl ve su artışı, dokular arası boşlukta su toplanmasına yani ödeme neden olur.

Özet



Hücre sıvı sistemleri arasındaki ilişkiyi tanımlamak.

Canlılığın devamı için ortamda su bulunması şarttır. Sıvının doku ve damar sistemleri arasında sürekli geçişi söz konusudur. Sıvı hareketi sırasında her zaman enerji kullanılmaz. Bunun yerine, canlı enerji gerektirmeyen, kendiliğinden gelişen olayları kendi yararına kullanır.



Sistem farklılıklarını sınıflandırmak.

Sıvı hareketini sağlayan sistemler birlikte çalışırken, diğerinin etkinliğini bozmaz. Örneğin Brown hareketi tamamen moleküler boyuttadır ve kinetik enerji ile çalışan difüzyon üzerinde olumsuz etki göstermez. Her sistem kendi başına çalışıyor görünse bile, sıvı hareketini kolaylaştırıcı özellikleri ortaktır.



Aralarındaki ortak çalışmayı açıklamak.

Sıvı hareketliliğini kolaylaştırıcı ortak harekete örnek olarak ozmotik ve kolloid ozmotik basınçlar verilebilir. Ozmotik basınç tane sayısına bağlı olarak meydana gelirken, kolloid-ozmotik basınç büyük moleküller tarafından oluşturulur. Her ikisi de basınç uygulayarak damar içinde kalması gereken sıvı kanın yerinde kalmasını sağlar. Eğer bir hastalık veya yetersiz beslenme nedeniyle büyük molekül miktarı azalırsa (özellikle protein molekül sayısı azaldığında) kan sıvı kısmı damar içinde kalmaz ve dokular arasına sızar.



Sistem geçişleri hakkında yorum yapmak.

Ait olduğu damar boşluğundan doku boşluğuna geçen kan sıvısı sistemler arası dengenin göstergesidir. Çok zaman bir hastalık belirtisi olarak ortaya çıkar. Sistemler arası sıvı geçmesinde ilk olarak ortaya çıkan denge bozukluğu gerekli tedbirler sağlanarak önlenabilir. Bu nedenle sistemler arası sıvı geçirgenliği değişen dış ortam şartlarından etkilenir.



Hücre yaşamı hakkında söz sahibi olan sıvı sistemlerini açıklamak.

Hücresinin varlığını sürdürmesi, ideal sıvı basıncı ile sağlanır. Eğer bulunduğu ortamda madde yoğunluğu artarsa hücre difüzyon yoluyla su kaybedecektir. Aksi durumda, kendi içeriğinden daha az yoğun ortamda bulunursa, dış ortamdan hücre içine sıvı artışı olacaktır. Her iki durumda hücre canlılığını tehlikeye düşürür.



Sıvı karışımları hakkında yeterli bilgi sahibi olarak diğer konularla ilişkilendirmeyi yapmak.

Canlılığın devamı hücrenin alıştığı ortamda kalmasının devamını sağlamaktır. Canlı sürekli olarak dış ortamla temas halinde bulunduğu için, kendini korumak adına farklı sistemler geliştirmiştir. Bu konuda sıvı dengesini sağlamak ilk adım olmuştur. Doğal moleküler hareketlerden ve kendi geliştirdiği sistemlerden faydalanarak hayatta kalır. Brown hareketi, difüzyon, ozmoz bunlar arasında sayılır. Kendi oluşturduğu tampon sistemler ve enerji kaynaklarını kullanarak varlığını sürdürür.

Kendimizi Sınayalım

1. Taşınacak bileşiğin özelliğine göre sınıflandırmada aktif transport nedir?
 - a. Büyük moleküllerin geçişini sağlayan endositoz ve eksositoz olaylarıdır.
 - b. Basit difüzyon ve kolaylaştırılmış difüzyondur.
 - c. Aracılı transporttur.
 - d. Aracısız transporttur.
 - e. Hepsini kapsar.
2. Hücre zarından difüzyon, ozmoz ve aktif taşıma ile geçen küçük maddeler aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. Glikojen, selüloz, kitin
 - b. Glukoz, fruktoz, galaktoz
 - c. Gliserol, vitaminler, mineraller
 - d. Nişasta, glikojen, selüloz
 - e. Selüloz, kitin, maltoz
3. Sıvılarda çözünen katı maddelerin Brown hareketi sayesinde hangi moleküler olayın gerçekleşmesine yardımcı olur?
 - a. Aktif transport
 - b. Kolloid basınç
 - c. Dializ
 - d. Moleküler difüzyon
 - e. Adsorpsiyon
4. Gaz ve sıvı moleküllerinin sahip oldukları hangi enerji sayesinde diffüzyon meydana gelir?
 - a. ATP kullanımı
 - b. Glikoz yıkımı
 - c. Potansiyel enerji
 - d. Ozmotik enerji
 - e. Kinetik enerji
5. Maddenin uzak mesafelere taşınmasına ne denir?
 - a. Ozmoz
 - b. Konveksiyon
 - c. Aktif transport
 - d. Kolloidal özellik
 - e. Brown hareketi
6. Kolloid Solüsyonun çözücünde dağılan partikül çapı kaç μ arasındadır?
 - a. 1-10 μ
 - b. 10-1000 μ
 - c. 1-100 μ
 - d. 100-1000 μ
 - e. 1000 ve üzeri μ
7. Kan plazmasındaki yağlar gibi suda çözünmeyen birçok madde, proteinlerin etkisiyle çözünmeden nasıl taşınırlar?
 - a. Kolloid olarak
 - b. Eritilerek
 - c. Proteine bağlı olarak
 - d. Yıkımlanarak
 - e. Hepsi
8. Hangi çözeltilerin ozmotik basınçları eşittir?
 - a. Aynı ısıda olan çözeltilerin
 - b. Aynı hacimde olan çözeltilerin
 - c. Aynı normalitede olan çözeltilerin
 - d. Aynı basınçta olan çözeltilerin
 - e. Aynı molaritede olan çözeltilerin
9. Kırmızı kan hücrelerinin şekillerinin değişmediği ve hücrelerin bütünlüklerinin korunduğu NaCl çözeltisi hangi yoğunluktadır?
 - a. % 1'dir.
 - b. % 0.9'luktur.
 - c. % 10'luktur.
 - d. % 90'luktur.
 - e. % 0.10'luktur.
10. Kan plazması ve ekstrasellüler sıvının pH= 7,36 değerinde sabit kalmasını sağlayan sistem aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. Kolloid sistemler
 - b. Ozmoz sistemi
 - c. Diffüzyon
 - d. Tampon sistemler
 - e. Aktif transport

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. a Yanıtınız yanlış ise “Membran Transport Sistemleri” konusunu gözden geçiriniz.
2. c Yanıtınız yanlış ise “Aktif Transport” konusunu gözden geçiriniz.
3. d Yanıtınız yanlış ise “Brown Hareketi” konusunu gözden geçiriniz.
4. e Yanıtınız yanlış ise “Difüzyon” konusunu gözden geçiriniz.
5. b Yanıtınız yanlış ise “Difüzyon” konusunu gözden geçiriniz.
6. c Yanıtınız yanlış ise “Solüsyon” konusunu gözden geçiriniz.
7. a Yanıtınız yanlış ise “Kolloidal Sistemler” konusunu gözden geçiriniz.
8. e Yanıtınız yanlış ise “Ozmotik Basınç” konusunu gözden geçiriniz.
9. b Yanıtınız yanlış ise “Ozmotik Basıncın Canlı Hücrede Önemi” konusunu gözden geçiriniz.
10. d Yanıtınız yanlış ise “Tampon Sistemler” konusunu gözden geçiriniz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Toni Lindl (2002)**, Zell- und Gewebe Kultur, 5. Auflage Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin
- Mark Holmes, Peter Cockcroft (2008)**, Hand Book of Veterinary Clinical Research, Blackwell Publishing
- Gerald Karp (2007)**, Cell and Molekular Biology 5.Ed. Hoffman Pres, USA

6

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Biyomoleküllerdeki fonksiyonel grupları tanıyabilecek,
- Fonksiyonel grupların kimyasal reaksiyonlarını açıklayabilecek,
- Fonksiyonel grupların canlı organizmadaki önemi ile ilgili bilgi ve beceriler kazanabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Fonksiyonel grup
- Alkoller
- Aldehitler
- Ketonlar
- Karboksilik asitler
- Esterler
- Amidler
- Aminler
- Sülfhidriller
- Fosfat grupları

İçindekiler



Biyomoleküllerdeki Fonksiyonel Gruplar

BİYOMOLEKÜLLERDEKİ FONKSİYONEL GRUPLAR

Günümüzde kullanılan kimyasalların çoğu doğada bulunmaz, fakat doğada bulunan materyallerden sentezlenir. Fonksiyonel grupların kimyasal reaksiyonları ile yeni maddeler sentezlenir veya oluşturulabilir. Bir organik bileşiğin fiziksel ve kimyasal özelliği; 1. Yapısında bulunan fonksiyonel grupların sayısı ve çeşidine, 2. Molekülün şekli ve büyüklüğüne bağlıdır.

Bir fonksiyonel grup, iyice bilinen kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip bulunan elementlerin (genellikle C, H, O, N, P veya S) kendisine özgü bir biçimde düzenlenişidir. Biyokimyasal moleküllerin özellikleri, bu moleküllerin içlerinde bulunan fonksiyonel grupların kimyasal ve fiziksel özellikleri yolu ile en iyi şekilde anlaşılır.

Organik bileşiklerin sınıflandırılması içerdikleri fonksiyonel gruplara göre yapılabilir. Fonksiyonel grup, ana molekülün kimyasal davranışından büyük oranda sorumlu olan atomlar grubudur. Aynı fonksiyonel grup yada gruplar içeren farklı moleküller benzer tepkimeler verir.

ALKOLLER

Genel olarak, bir veya daha fazla -OH grubu içeren kovalent bileşiklere alkoller denir. Alkoller adlandırılırken hidrokarbonun adının sonuna **ya alkol kelimesi** ilave edilir veya sonuna **ol** eki getirilir.

$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow$ metil alkol, metanol

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow$ etil alkol, etanol

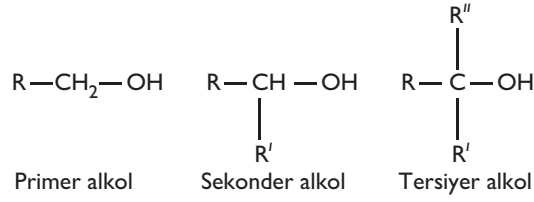
Eğer -OH grubu bir iyonik bileşikte ise hidroksil iyonu adını alır.

Örnek; $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Fakat -OH grubu bir kovalent bileşikte ise alkol grubu adını alır ve iyonize olmaz. Örnek; $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow$ Metil Alkol

Birçok biyokimyasal birleşik (örneğin, şekerler, belirli lipitler ve amino asitler) alkoldürler. Bunlar hem bir polar (hidroksil -OH) ve hemde bir polar olmayan (alkil) özelliğe sahiptirler. Bu nedenle hem hidroksile olmuş hidrokarbonlar hem de suyun alkil türevleri olarak kabul edilebilir. Üç karbon atomuna kadar karbon atomu taşıyan alkoller suda sınırsız şekilde çözünebilir iselerde, suda çözünebilme yeteneği, karbon zincirinin uzunluğu, yani apolar özellik arttıkça, azalır.

Primer, sekonder ve tersiyer alkoller sırası ile -OH grubunu taşıyan karbon atomuna bağlanmış, 1, 2 ve 3 alkil grubuna sahiptir.



Hem monohidrik (bir-OH gruplu) hemde polihidrik (birden fazla -OH gruplu) alkollerin fizyolojik önemi vardır. Şekerler, siklik veya halka taşıyan polihidrik alkollerin türevleridirler. Şekerlerin ileri derecede polar özellikleri (polihidrik alkollerdir) eşdeğer sayıda karbon atomlu, monohidrik alkollerden çok daha fazla suda çözünebilir hale getirir. Bu nedenle, 6 veya daha fazla karbon atomlu polihidrik alkoller (örneğin şekerler) ileri derecede suda çözünebilir.

Eğer bir bileşiğin isminin sonuna **ol** eki gelmişse bileşik bir alkoldür. Kolesterol, Tokoferol (Vit E), Kortizol, Retinol (Vit A) birer alkoldür. Aromatik halkada hidroksil grubu içeren bileşiklere genel olarak fenoller denir.

Karbon zinciri uzadıkça alkollerin özellikleri, türedikleri hidrokarbona benzer ve sudaki çözünürlükleri azalır. Molekül ağırlığı ve elektron sayıları eşit olan alkollerin alkanlara göre kaynama noktaları daha yüksektir. Polar olan alkol moleküllerinin -OH grupları arasında hidrojen bağlarının oluşması sonucu daha büyük bir molekül meydana gelir ve bu moleküldeki hidrojen bağlarının kırılması için daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır. Hidroksil gruplarının artmasıyla da oluşacak hidrojen bağlarının artması sonucu kaynama noktası daha da artar. Örneğin Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) kaynama noktası 78°C iken, 1,2-etandiol ($\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$) kaynama noktası 197°C 'dir.

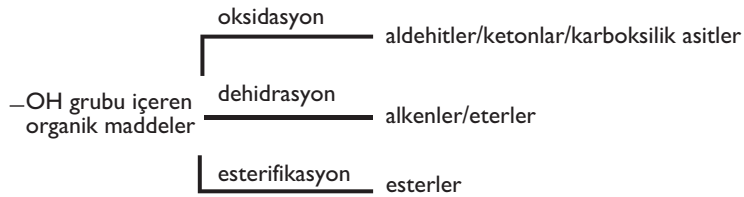
Alkollerin, türemiş oldukları hidrokarbonlara göre suda daha çok çözünmelerinin sebebi de su molekülleri ile aralarında hidrojen bağlarının oluşmasındandır. Karbon sayısı arttıkça alkollerin suda çözünürlüklerinin azalması, uzun hidrokarbon zincir nedeniyle polar -OH grubunun su molekülleri tarafından içine alınması zorlaşır.

Alkollerin Reaksiyonları

Alkol moleküllerinde bulunan üç farklı bağdan bir veya birden fazlasının kırıldığı reaksiyonlar sonucu farklı moleküller oluşur. Kuvvetli okside edici maddeler tarafından primer alkoller aldehidlere ve asitlere okside olurlar; sekonder alkoller ketonlara okside olurlar. Bir C-C bağı parçalanmaksızın dehidrojene olamayan tersiyer alkoller, kolayca okside olmazlar. Alkoller, dehidrasyona uğrayarak alkenleri veya eterleri verirler. Organik asitler ile esterleri oluştururlar (Şekil 6.1).

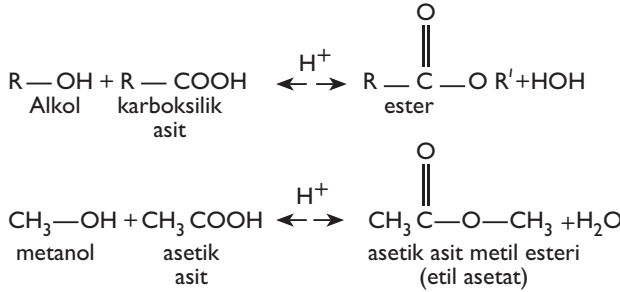
Şekil 6.1

Alkollerin verdiği reaksiyonlar



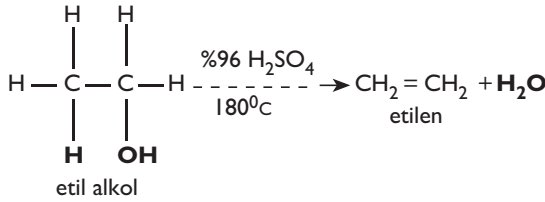
Ester Oluşumu

Alkoller, kuvvetli inorganik asitlerin katalizörlüğünde organik asitlerle esterleri oluşturur. Bir alkol ve bir asit arasında su ayrıldığında ester oluşur. Söz konusu asit organik veya inorganik olabilir. H_3PO_4 'ün (fosforillenmiş şekerler ve fosfolipidler) ve H_2SO_4 'ün esterlerinin biyokimyada büyük önemleri vardır. Birçok lipidler karboksilik ester bağlantısı içerirler.

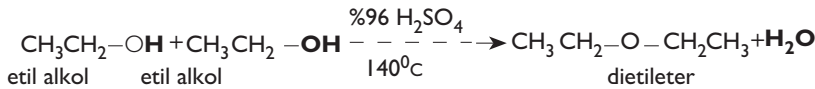


Dehidratasyon

Dehidratasyon, suyun uzaklaştırılması anlamındadır. Alkoller dehidrate olarak alkenleri veya eterleri oluşturur. Sülfirik asit en etkili dehidratasyon ajanıdır. Eter ya da alken oluşumu alkolün sülfirik asit oranına, reaksiyon ısısına ve alkolün primer, sekonder veya tersiyer oluşuna bağlıdır. Isı ve reaksiyona giren molekül sayısına göre, düşük ısı ve iki alkol molekülünden eter oluşur, yüksek ısı ve tek alkolden alkenler oluşur. Alkollerden, alken oluşumu yüksek ısı gerektirir. Su, tek alkol molekülünden uzaklaşır ve molekül içinde karbon-karbon çift bağı oluşur.



Dehidratasyon reaksiyonu iki alkol molekülü arasında olursa, bir **eter** oluşur. Dehidratasyon ile eter oluşumu sadece primer alkollerden olur. Sekonder ve tersiyer alkollerden daha çok alkenler oluşur.



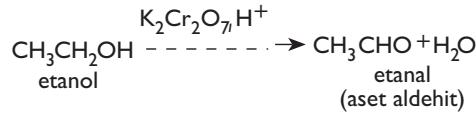
İki molekülün küçük bir molekülün uzaklaşması ile birleştiği reaksiyonlar kondenzasyon reaksiyonları olarak bilinir. Biyokimyasal moleküllerin oluştuğu bir çok kondenzasyon reaksiyonu örneği vardır.

Dehidratasyon reaksiyonu endüstride de çok kullanılır, daha ucuz olan alkolten daha pahalı olan eter üretilir. Alkenler ise alkolden daha ucuz olduğu için bu yöntemle endüstriyel üretim yapılmaz.

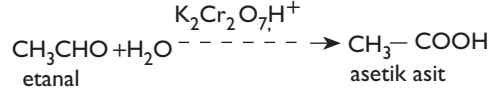
Oksidasyon

Oksidasyon, organik molekülün hidrojen kaybetmesi veya oksijenin bağlanmasıyla oluşur. Alkoller çeşitli yükseltgenlerle yükseltgenebilir. Primer alkoller, asitli ortamda potasyum bikromatla oksidasyona uğrayarak aldehit, sekonder alkoller ise keton verirler. Tersiyer alkoller karbon iskeletini bozmadan yükseltgeme olanağı yoktur.

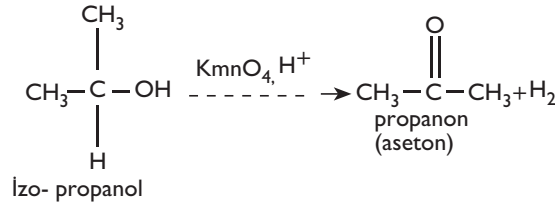
Eterler: R-O-R' genel formülünde, sentezleri için çıkış maddesi olan alkollerin bir türevidirler. R grupları aynı ya da farklı olabilir. Eter dipol bir moleküldür. Oksijen ucu negatiftir ve oksijen üzerinde hidrojen olmadığından moleküllerarası hidrojen bağı oluşmaz. Bu nedenle eterlerin kaynama noktası aynı molekül ağırlığındaki alkollerden düşüktür ve suda çözünmezler. Genelde eter olarak bilinen dietileter anestezik olarak kullanılmaktadır.



Reaksiyon sonucu oluşan aldehid ortamdan uzaklaşmaz ise, aldehitte yükseltgenerek organik asit verir.



Sekonder alkol izo-propanolün yükseltgenmesinde oluşan ürün bir ketondur.



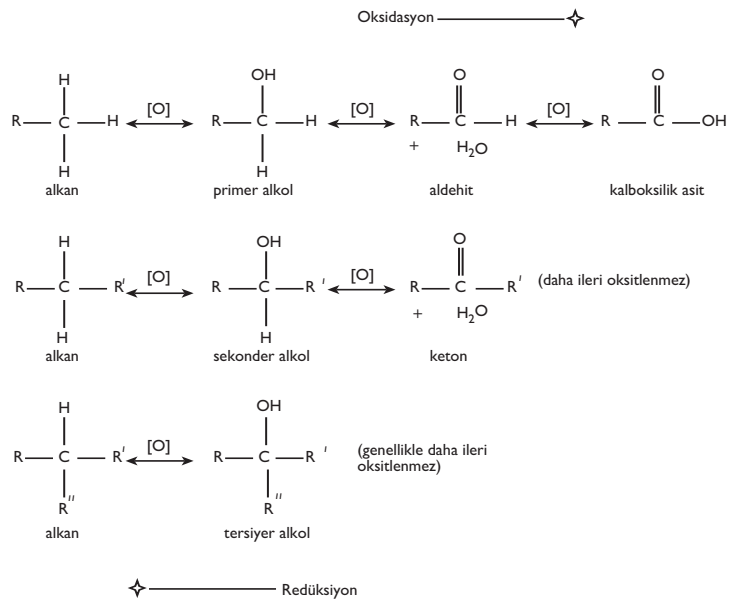
Hidroksil grubu, aldehit, keton veya karboksilik asit verebilir. Endüstriyel kimyada hidroksil grubunun bu fonksiyonu kullanılarak plastikler, antibiyotikler ve gübrelere kadar geniş bir alanda alkollerden başlayarak sentezlenir (Şekil 6.2).

Tersiyer alkollerde, hidroksil grubunun bulunduğu karbondaki hidrojen bulunmadığından, oksidasyon ajanları ile reaksiyona giremez (Yanma gibi şiddetli uygulamalar hariç).

Hidroksil grupların biyokimyasal reaksiyonlarda özel bir yeri vardır. Örneğin; yağların yıkımlandığı reaksiyonlarda, yağın bir kısmı önce alkene dönüştürülür. Daha sonra alkendeki çift bağ hidratasyon ile alcole çevrilir. Alkol grubu, oksidasyona uğrar ve ketona çevrilir. Keton oluşumu ile yağlar küçük parçalara ayrılır ve yıkım devam eder.

Şekil 6.2

Alkollerin oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonları.



Metanol; bilinen en basit alkoldür. Uçucu ve yanıcı bir sıvıdır. Polimer üretiminde kullanılmak için formaldehite (metanal) çevrilir, özellikle çeşitli esterlerin üretiminde kullanılır. Endüstriyel bir solvent olarak yaygın kullanımı vardır. Benzine % 10 oranında ilave edildiğinde otomobil egzozlarından yayılan hava kirliliği miktarında düşme göstermiştir. Dahili alındığında körlük yada ölüme neden olur.

Etanol; nişasta ve şekerlerin enzim katalizliğinde fermentasyon ile elde edilir. Saf etanol çok higroskopiktir, çok çabuk su alır, % 95.6'lık etanol stabildir. Alkollü içeceklerin esansiyel kısmını oluşturur, parfüm ve kokuların içeriğinde bulunur. Bir çok organik madde için çözücüdür, asetaldehit, asetik asit, etil asetat ve dietileter gibi bir çok kimyasalın üretiminde ara maddedir. Alkollü içeceklere legal yolla katılan etanol fermentasyonla elde edilir. Fakat endüstriyel kullanılan etanol asit katalizliğinde etilen ve sudan üretilir. Endüstriyel kullanılan etanol denatüre edilir (içmede kullanılmaması için) Denatürasyon az miktarda metanol veya diğer denatüre edicilerin ilavesiyle yapılır. İçki yapımı haricinde saf etanol, gerek duyan bilimsel ve endüstriyel amaçlar içinde kullanılır.

İzopropil alkol (2-propanol): Özellikle aseton gibi başka kimyasalların üretiminde kullanılır. Endüstriyel bir solventtir.

Etilen glükol (1,2-ethandiol); İki -OH grubu bulunan basit bir alkoldür. Suda tamamen çözündüğü, donma noktası düşük, kaynama noktası yüksek olduğundan antifiriz olarak kullanılır.

Gliserol; Gliserin olarak bilinen 1,2,3-propantriol önemli bir trihidroksi alkoldür. Hayvansal ve bitkisel yağlardan elde edilebildiği gibi propen'den ticari olarak sentezlenir. Polimer ve patlayıcı üretiminde, kozmetiklerde ve tatlandırıcı olarak kullanılır.

Fenoller; Aromatik halkaya bir hidroksil grubun bağlanmasıyla meydana gelmiştir. Bir çok doğal maddenin yapısında fenolik grup bulunmaktadır. Örneğin; Katekol, rezorsinol, vanilya, timol, krezol, adrenalin, BHT gibi. Mikroorganizmalar için toksik olduğundan antiseptik ve dezenfektan olarak yaygın kullanımı vardır.

ALDEHİTLER VE KETONLAR

Aldehidler ve ketonlar, kuvvetle indirgeyici olan karbonil grubuna $>C=O$ sahiptirler. Bir çok organik molekülde karbon atomuna çift bağla bağlı oksijen atomu bulunur. Karbonil grubunda da çift bağla bağlı oksijen vardır, hem aldehit hemde keton fonksiyonel grubunda karbonil grubu bulunur. Aldehitler karbonil grubunu taşıyan karbona bağlı bir ve ketonlar iki alkil grubuna sahiptirler. Şekerler, polihidroksil alkollere ek olarak aldehid veya ketondurlar.

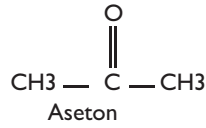


Aldehitler ($-C - H$ veya $-CHO$)

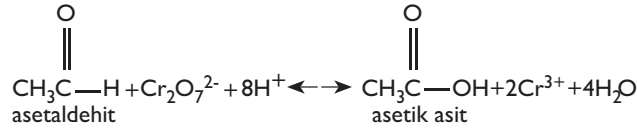
Aldehit grubunda O atomu çift bağ ile bağlıdır. Aldehit grubu molekülün ucunda bulunur yani moleküldeki birinci karbondur. İsimlendirmede **aldehit** kelimesi eklenerek veya **-al** eki getirilerek yapılır. CH_3CHO asetaldehit/ethanal gibi. Retinal görme siklusunda yer alan bir bileşiktir.

Ketonlar ($>C=O$)

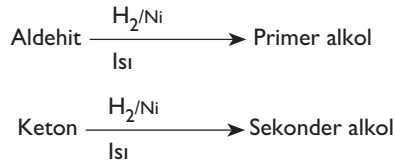
İki karbon atomu arasındaki C atomuna çift bağla bağlı oksijen atomu bağlı gruba denir. Keton grupları molekülün ucunda bulunmazlar. İsimlendirme keton kelimesi eklenerek veya **-on** eki getirilerek yapılır. Örneğin; aseton gibi. Aseton diabette kan doşımında ve idrarda bulunur.



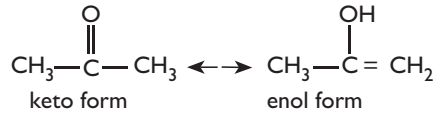
Aldehit grubu hem oksidasyon hem redüksiyona uğrarken, ketonlar sadece redüksiyona uğrarlar. Aldehitler kolayca karboksilik asite okside olurlar. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ve H_2SO_4 ile yada Ag^+ ve Cu^{2+} iyonları aldehitleri kolayca oksitlerken, ketonlar etkilenebilirler. Fakat bu şartlarda karbon-karbon bağı kırıldığından farklı ürünler oluşur.



Aldehit ve ketonlar kolayca alkollere redükte olabilirler. Aldehitlerin redüksiyonu ile primer alkoller, ketonların redüksiyonu ile sekonder alkoller oluşur (Şekil 6.2).



Keton ve aldehitler çözeltide enol ve keto izomerlerinin bir karışımı halinde dengede bulunur. Bu izomerleşmede, yalnız bir proton yer değiştirir ve molekülde bir çift bağ oluşur. Buna tautomerizim, oluşan izomerlerde tautomerler denir. Keto-enol dengesinde, enol yüzdesi çok düşük olduğu halde, aldehit ve keton reaksiyonları enol üzerinden yürür.

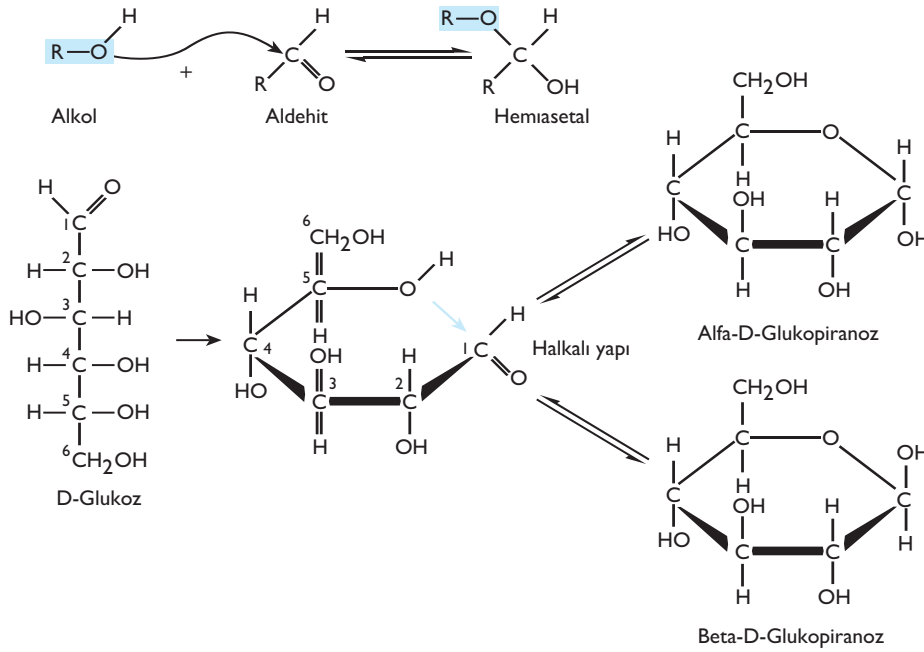


Aldehit ve ketonlara alkollerin katılmasıyla yarı asetal ve yarı ketal oluşur. İkinci bir mol alkolün katılmasıyla asetal ve ketaller oluşur. Aldehitlerin asetalara dönüşümü daha kolay ve verimlidir.

Monosakkaritlerin, sulu çözeltilerde düz zincir formunda değil, halkalı yapılar halinde bulunduğu tesbit edilmiştir. Halkalı yapının oluşumunda hemiasetal ve hemiketal yapıların oluşumu sonucudur. Hemiasetal yada hemiketal yapı oluşurken hem alkol grubu hem de aldehit yada keton grubu aynı molekülden (yani şekerden) geldiği için şekerlerin halkalı bir yapısı oluşur. Altı veya beş karbon atomlu monosakkaritlerdeki aldehit veya keton grubu aynı molekül içindeki bir hidroksil grubu ile reaksiyona girerek monosakkaridin yarıasetal veya yarıketal şeklinin halkalı yapısı oluşur. Altı karbonlu yapılar piranoz ve 5 karbonlu yapılarda furanoz adını alır (Şekil 6.3, Şekil 6.4).

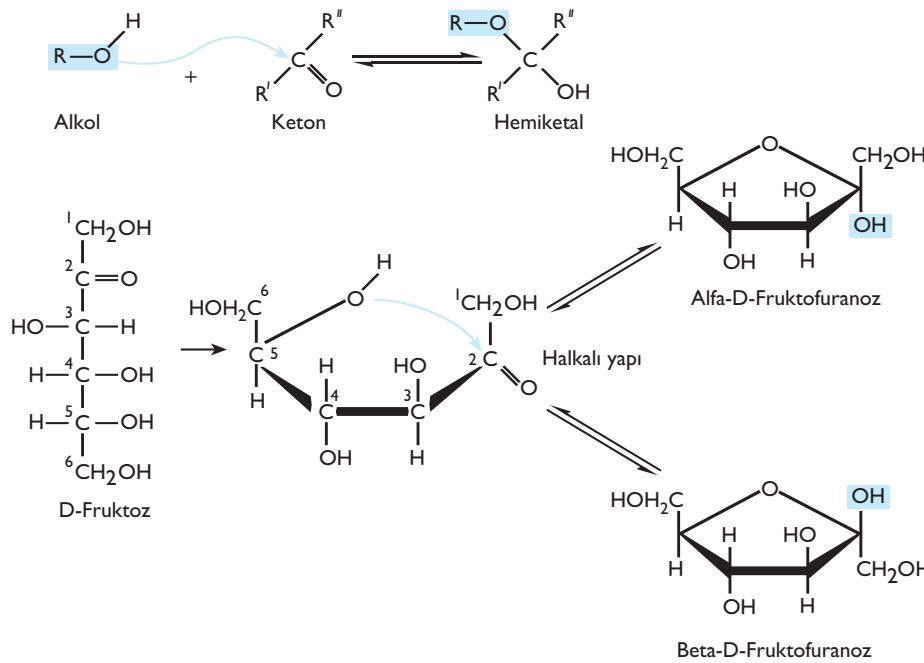
Şekil 6.3

Aldehit grubu bulunan şekerlerde hemiasetal yapı oluşumu.



Şekil 6.4

Keton grubu bulunan şekerlerde hemiketal yapı oluşumu.



Kortikosteron, Kortizol, Östradiol, Pregnandiol ve Androsteron hormonları için ne söyleyebilirsiniz?

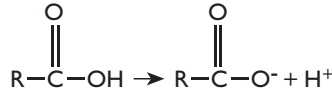


SIRA SİZDE

ORGANİK ASİTLER (KARBOKSİLİK ASİTLER)

Genel formüllerinde $R-COOH$ veya $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$ şeklinde gösterilir.

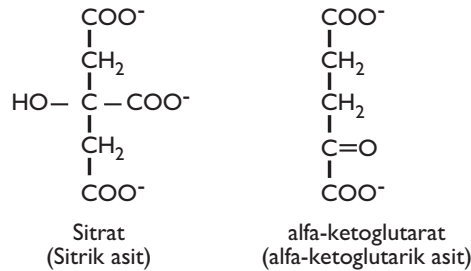
Karboksil grubu H^+ verdiği için bir asittir. Bu nedenle organik asitlerde bir karboksil grubu bulunduğu için aynı zamanda karboksilik asitler olarak da adlandırılırlar. Karboksilik asitler, aynı karbon atomu üzerinde, hem bir karbonil ($C=O$) hemde bir hidroksil grubuna sahiptirler. Bunlar, tipik zayıf asitlerdir ve 2 oksijen atomu tarafından eşit şekilde paylaşılan negatif yüklü bir karboksilat anyonu ($RCOO^-$) ve bir hidrojen iyonuna (H^+) kısmen dissosiyasyon olurlar. Fizyolojik pH'da anyon olarak yani tuz şeklinde bulunurlar.



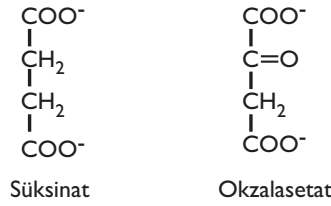
Karboksilik asitler, katı ve sıvı fazda moleküller arası hidrojen bağlarından dolayı dimer yapı gösterirler. Küçük moleküllü organik asitler suda çözünürler. R-grubu büyüdükçe bunun hidrofob etkisi kendini göstermeye başlar ve sudaki çözünürlükleri azalır. Organik asitler özel isimleriyle söylenirler. Türemiş oldukları hidrokarbonun adının sonuna "oik" eki getirilerek okunurlar. Karboksilik asitler doğada geniş bir şekilde serbest asit veya esterleri halinde dağılmışlardır. Birçokları tuzları halinde izole edilebildiklerinden eskiden beri bilinmektedir. Formik asit 1670'de karıncaların distillenmesiyle ilk kez keşfedilmiştir. Asetik asit bir fermentasyon ürünüdür. Şarabın karakteristik ekşimsi tadını veren etanolün yükseltgenmesiyle oluşan asetik asittir. Sirke, asetik asidin seyreltik çözeltisidir. Saf asetik asit, glasiyal asetik asit olarak bilinir. Bütirik asit, bozulmuş tereyağının keskin hoş olmayan kokusundan sorumludur.

Dikarboksilik Asitler; Bir organik asit molekülüne ikinci bir $-COOH$ grubunun girmesi o asidin erime noktasını yükseltir. Çift karbonlu diasitler daha simetrik olduklarından tek karbonludan daha yüksek erime noktasına sahiptirler.

Hidroksi asitler; Yapılarında karboksil grubundan başka, hidroksil grubu içeren asitlerdir. Doğada bulunan birçok hidroksi asitlerin canlı yaşamında önemli yerleri vardır. Bu asitler genellikle özel adlarıyla söylenirler. Laktik asit, süte karakteristik tat ve koku veren bir hidroksi asittir. Diğer önemli hidroksi asitler aynı zamanda dikarboksil grubu içerirler. Örneğin malik asit meyve suyunda bulunur. Tartarik asit, monopotasyum tuzu halinde şarapta katı halde çöker. Asimetrik karbon içeren hidroksiasitler optikçe aktiftirler. Hidroksikarboksilik asitler ısıtıldıklarında, bir iç esterleşme sonucu lakton denen siklik esterleri verirler.

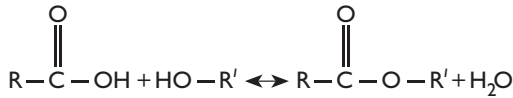


Sitrik asit, alfa-ketoglutarik asit, suksinik asit ve okzalik asit Krebs siklusunda yer alan önemli karboksilik asitlerdir.



ESTERLER

Esterler $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—O—C}$ grubu içeren bileşiklerdir. Örneğin yağlar, yağ asitlerinin alkollerle yaptıkları esterlerdir. Yağ asitlerinin karboksil grupları alkolle reverzibl olarak esterleşebilir. Esterleşme kendiliğiden yavaş, fakat ısı veya hidrojen iyonu varlığında hızlı olur.

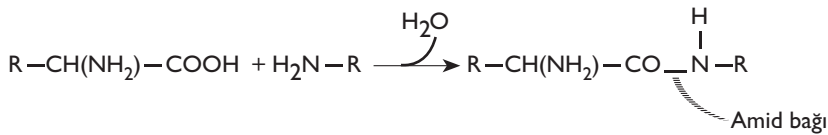


AMİN VE AMİDLER

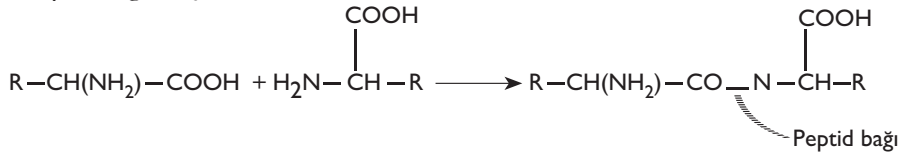
NH_2 fonksiyonel grubu taşıyan bileşiklere amin denir. Amonyak'ın alkil türevleri olan aminler, gazlar veya oldukça uçucu sıvılardır. Bunların amonyağa benzer, fakat daha çok balığa benzer kokuları vardır. Primer, sekonder ve tersiyer aminler, sırası ile amonyağın 1, 2 ve 3 hidrojeninin yerine başka grupların girmesi ile teşekkül ederler. Çözelti halinde amonyak hem yüklü ve hemde yüksüz şekillerde bulunur.

AMİD TEŞEKKÜLÜ ($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}$ veya $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}_2$)

Bir karboksilik asit ve amonyak arasından bir molekül suyun ayrılması bir amid oluşturur. Özellikle önemli amidler peptidlerdir; bir amino asidin amino grubu ile diğer bir amino asidin karboksil grubundan oluşur.

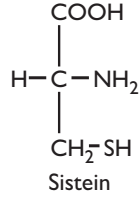


Peptid bağı teşkili: Amid bağının teşkilindeki amino grubu vericisi eğer komşu bir başka amino asit ise oluşan bağa özel olarak **peptid bağı** denir. Proteinler, bu şekilde, amino asitlerin belli bir sıra dahilinde peptid bağları ile birleşmelerinden meydana gelmişlerdir.



SÜLFHİDRİLLER VE DİSÜLFİDLER

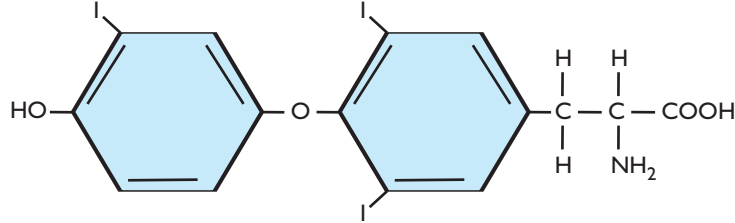
-SH grubu içeren bileşiklerdir. Sülfhidril veya tiyol grupları olarak da ifade edilirler. Alifatik yapıda olanlara “tiyo alkol”, aromatik yapıda olanlara da “tiyo fenoller” denir. Sülfhidrillerde, kükürde bağlı hidrojen, alkollerde oksijene bağlı olan hidrojenenden daha oynaktır. Sistein esansiyel bir aminoasittir. Bazı enzimlerin aktivitele-ri için mutlaka sülfhidril gruplarının varlığı gereklidir.



SIRA SİZDE

2

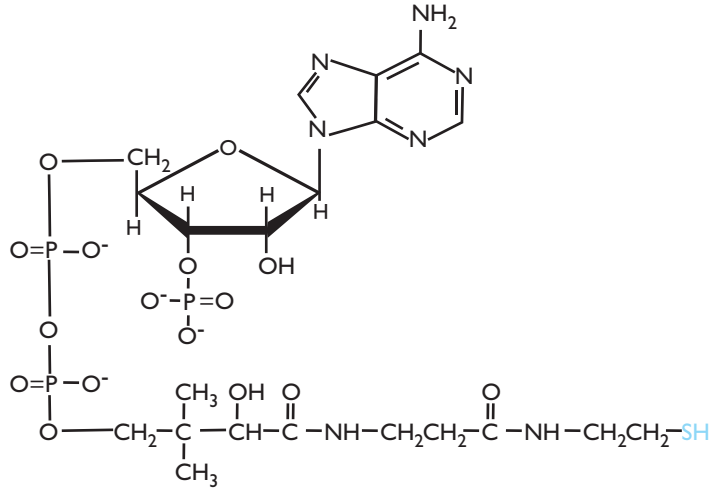
Aşağıda formülü verilen troid hormonunda (T3) hangi fonksiyonel gruplar vardır.



Tiyol grupları canlı organizmada önemli fonksiyonlara sahiptir. Disülfid yapı proteinlerin üç boyutlu yapısının oluşumunda rol alır. -SH grupları, karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasında merkezi bir rol oynayan KoenzimA molekülünün fonksiyonel kısmını oluşturur.

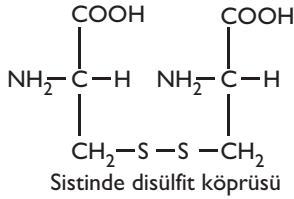
Şekil 6.5

KoenzimA'nın formülü



Disülfidler: Organik disülfidler ve disülfid köprüleri -S-S- grubu içerir. Örnek: Sistein'de disülfid köprüsü vardır. İnsulinin yapısında da disülfid köprüleri bulunur. Sülfhidriller kolaylıkla disülfidlere yükseltgenirler. Disülfid bağı, zayıf bir bağıdır ve tekrar sülfhidrillere indirgenebilir.

Propan-1-ol-2,3-ditiyol, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHSH}-\text{CH}_2-\text{SH}$, BAL kısa adıyla söylenir. (British Anti-Lewisite). Arsenik, civa ve diğer bazı ağır metallerle zehirlenmelerde panzehir olarak kullanılır. BAL bir ditiyol olduğundan, metal katyonlarıyla çözünmeyen merkaptit tuzu verir. Böylece zehirli katyonların sindirim kanalı çeperinden kana geçmesi engellenir.



Disülfid bağları protein ve hormonlarda oluşur. Bu redoks reaksiyonunun beyinde hatırlama mekanizmasında fonksiyon gösterdiği ileri sürülmektedir. Proteinlerin yapısında yer alan ve bir amino asit olan sistein sülfid grubu taşır. Bu bileşik kolaylıkla bir disülfid olan sistine dönüşür.

S-adenosil metiyonin bileşiği, biyokimyasal nükleofilik süstitüsyon reaksiyonlarda bir metilleme aracıdır ve reaksiyon uygun enzimlerle katalizlenir.

Sülfonik asitler, organik asitlerin birçoklarından daha kuvvetli asittirler. Alkali ve toprak alkali katyonları ile verdikleri tuzlar suda kolay çözünür. Aromatik hal-kada büyük bir alifatik grup taşıyan sülfonik asitlerin sodyum tuzlarına sülfonat deterjanları denir. Çok fazla köpürürler. Örneğin, sodyum dodesil benzen sülfonat bu amaçla çok kullanılan bir deterjandır.

Aldehit ve ketonlar tiyollerle de tiyo hemimetal ve tiyo hemimetal yapılar oluştururlar. Örneğin, bir tiyoalkolle aldehitler reaksiyona girerek bir tiyo yarı aasetal verirler.

Glukoz ve fruktozda hangi fonksiyonel gruplar vardır?

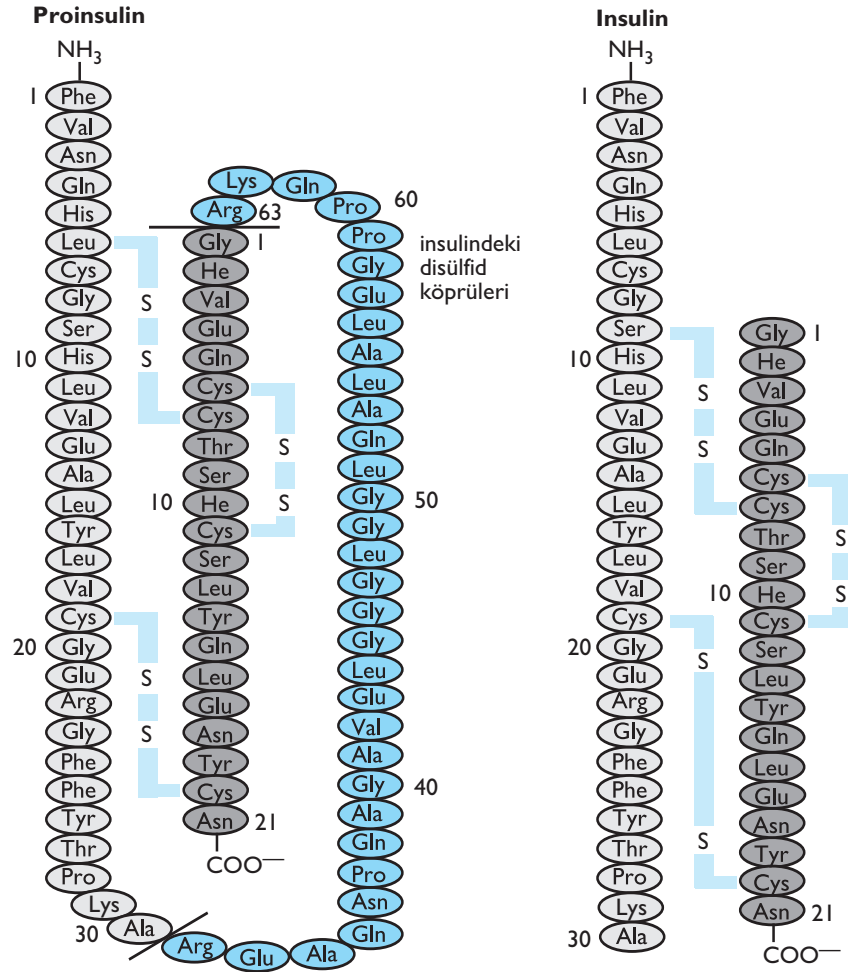


SIRA SİZDE

3

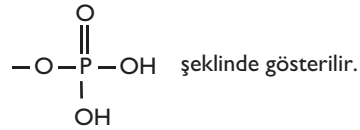
Şekil 6.6

İnsulinin yapısında yer alan disülfid köprüleri.



FOSFAT GRUPLARI

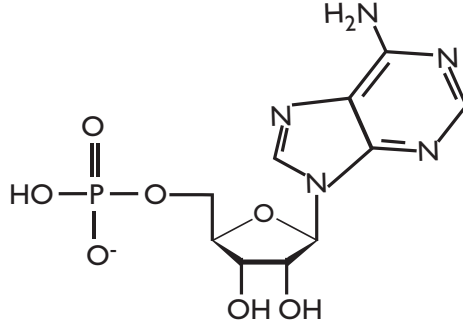
—OPO₃H₂ fosfat grubu içerirler.



AMP deki fosfat grupları gibi.

Şekil 6.7

AMP
(Adenozinmonofosfat) molekülünün formülü.



AMP de fosfat gruplarının yanında iki alkol ve bir amin grubu da vardır. Fosfat grubunda H^+ iyonu verebilen 3 tane hidroksil grubu bulunur. Normal fizyolojik koşullarda bunlardan en az biri dissosiyasyon olur, diğer ikisi ise alkollerle reaksiyona girerek fosforik asit monoester ($R-O-P(0) O-OH$) ve diester ($R-O-P(0) O-OR^1$) oluşturur. fosforik asit monoesterler karbonhidrat metabolizmasında bulunur. Fosforik asit diester bağlanma ise fosfolipik ve nükleik asitlerde bulunur. İki fosforik asitten oluşan (asid anhidrid) fosforik anhidrit bağlar hücrelerde kimyasal enerjinin ve salınmasında merkezi bir rol oynar. Karboksilik asit ve fosforik asit arasında oluşan karışık anhidrid yapılar, hücresel metabolizmadan “enerjiden zengin metabolitler” olarak önemli bir role sahiptir.

Özet



Biyomoleküllerdeki fonksiyonel grupları tanımak.

Fonksiyonel gruplar, molekülün kimyasal davranışından sorumlu olan atomlar grubudur. Biyomoleküllerdeki fonksiyonel grupların başlıcası, alkoller, aldehidler, ketonlar, karboksilik asitler, esterler, aminler, fosfatlar ve disülfhid gruplarıdır. Biyomoleküllerin organizmada yer aldığı önemli reaksiyonlar ve fonksiyonları yapısındaki fonksiyonel grupları ile karakterizedir.



Fonksiyonel grupların kimyasal reaksiyonlarını açıklamak.

Alkoller redüksiyona uğradıklarında alkanları verirler. Alkoller derecelerine göre aldehidlere, asitlere ve ketonlara okside olurlar. Dehidrasyona uğrayarak alkenleri veya eterleri veren alkoller organik asitler ile esterleri oluştururlar. Aldehit grubu hem oksidasyon hem redüksiyona uğrar-ken, ketonlar sadece redüksiyona uğrarlar. Aldehit ve ketonlar alkollerle hemiasetal ve hemiketal yapılar oluştururlar. İki sülfhidril grubu disülfid köprüleri oluşturarak oksidasyon-redüksiyon olaylarında yer alırlar. Aminoasitler aralarında amid oluşturarak proteinleri meydana getirirler.

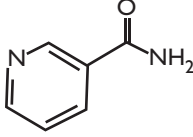


Fonksiyonel grupların canlı organizmadaki önemini açıklamak.

Fonksiyonel gruplar enzim aktivitesinde, proteinlerin yapısının oluşturulmasında, enerjinin taşınmasında ve bir çok biyomolekülün metabolizmada yer aldığı önemli metabolik reaksiyonlarda yer alırlar.

Kendimizi Sınayalım

1. Aşağıda formülü verilen vitaminB₃ de hangi fonksiyonel gruplar vardır?



- Karboksil grubu
- Keton grubu
- Amid grubu
- Ester grubu
- Aldehid grubu

2. Organik asitler hangi grubu içeren bileşiklerdir?

- Aldehid
- Keton
- Fosfat
- Karboksil
- Disülfid

3. $\text{C}-\text{C}-\text{C}$ grubu içeren bileşik nedir?



- Bir ketondur
- Bir aldehiddir
- Bir eterdir
- Bir esterdir
- Bir alkoldür

4. Tokoferol (Vitamin E) ve retinol (Vitamin A) yağda çözünen vitaminlerdendir. Bu vitaminlerin yapısı için ne söyleyebilirsiniz?

- Keton grubu bulunur.
- Alkol grubu bulunur.
- Aldehit grubu bulunur.
- Amino grubu bulunur.
- Ester grubu bulunur.

5. Aşağıdaki moleküllerin hangisi esterdir?

- Yağlar
- Karbonhidratlar
- Proteinler
- Amino asitler
- Alkoller

6. Proteinlerin yapısındaki peptid bağında bulunan grup aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- Amino
- Eter
- Ester
- Amid
- Keton

7. Enzimlerin katalitik aktivitesinde yer alan gruplar aşağıdakilerden hangisidir?

- Alkol
- Keton
- Sülfhidril
- Aldehid
- Ester

8. Disülfid köprüleri hangi reaksiyonlarda yer alırlar?

- Ester
- Oksidasyon-redüksiyon
- Dehidrasyon
- Hidroliz
- Kondenzasyon

9. Sekonder alkollerin oksidasyonu sonucu ne oluşur?

- Esterler
- Alkanlar
- Aldehidler
- Asitler
- Ketonlar

10. Alkollerden **alken** oluşumu hangi reaksiyonla olur?

- Esterleşme
- Oksidasyon
- Redüksiyon
- Dehidratasyon
- Kondenzasyon

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlış ise “Amin ve amidler” konusunu gözden geçiriniz.
2. d Yanıtınız yanlış ise “Organik asitler” konusunu gözden geçiriniz
3. a Yanıtınız yanlış ise “Ketonlar” konusunu gözden geçiriniz.
4. b Yanıtınız yanlış ise “Alkoller” konusunu gözden geçiriniz
5. a Yanıtınız yanlış ise “Esterler” konusunu gözden geçiriniz
6. d Yanıtınız yanlış ise “Amidler” konusunu gözden geçiriniz
7. c Yanıtınız yanlış ise “Sülfhidril” konusunu gözden geçiriniz
8. b Yanıtınız yanlış ise “Disülfidler” konusunu gözden geçiriniz
9. e Yanıtınız yanlış ise “Alkollerin” reaksiyonları konusunu gözden geçiriniz
10. d Yanıtınız yanlış ise “Alkollerin reaksiyonları” konusunu gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Şekil 6.3 ve Şekil 6.4. incelenecek olursa, glukozda aldehyd ve alkol grupları vardır. Fruktoz da ise keton ve alkol grupları vardır.

Sıra Sizde 2

Triiyodotironin (T_3) hormonunda hidroksil ($-OH$), karboksil ($-COOH$) ve amino ($-NH_2$) grupları vardır.

Sıra Sizde 3

Kortikosteron ve Androsteron bir ketondur. Kortizol, Östradiol ve Pregnandiol ise bir alkoldür.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akpoyraz M.(1981): Organik kimya. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayını, Sayı: 413. Yargıçoğlu Matbaası, Ankara.
- Chang R. (2009): Genel kimya temel kavramlar. Çeviri ed. Uyar T., Aksoy S., İnam R. 4. Baskıdan çeviri, Palme yayıncılık, Ankara.
- Hein M., Best L.R., Pattison S., Arena S. (2005): Introduction to general organic and biochemistry. 8th ed. John Wiley and Sons, Inc. USA.
- Sackheim G.I. (1999): An introduction to chemistry for biology students. 6th ed. The Benjamin/Cummings Publishing company, Inc. Menlo Park..

7

Amaçlarımız

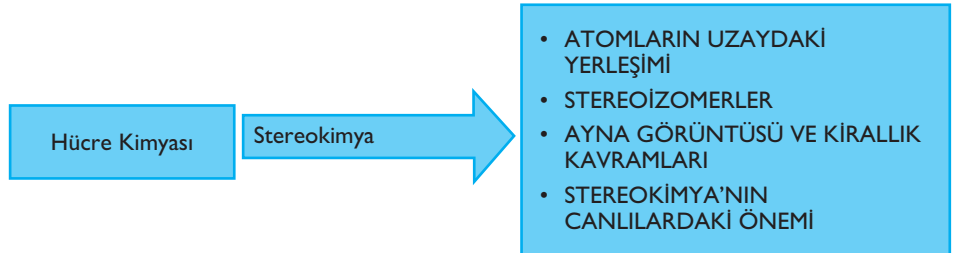
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- 👁 Stereokimyanın önemini açıklayabilecek,
- 👁 İzomerizm kavramını tanımlayabilecek,
- 👁 İzomerizm sınıflandırmasını yapabilecek,
- 👁 Kirallık ve akirallık tanımlarını yorumlayabilecek,
- 👁 Asimetrik karbon atomunun molekül içerisinde yerleşimini bulup molekülün izomerlerinin neler olabileceğini yazabilecek,
- 👁 Stereokimyanın canlılardaki önemi hakkında yorum yapabilecek bilgi ve beceriler kazanabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Stereokimya
- İzomerizm
- Konformasyonel izomerizm
- Konfigürasyonel izomerizm
- Kiral - Akiral kavramları
- Enantiomerizm
- Cis-trans izomerizmi
- Asimetrik karbon atomu
- Optikçe aktiflik

İçindekiler



Stereokimya

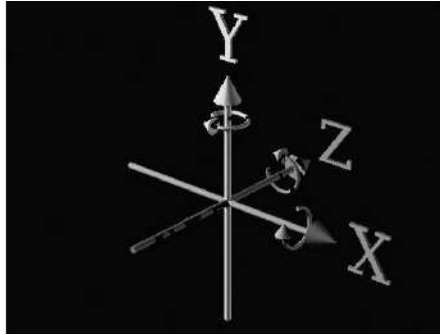
ATOMLARIN UZAYDAKİ YERLEŞİMİ

Moleküllerin Üç Boyutlu Uzaydaki Yapıları

Üç boyutlu uzay; en, boy ve derinlik tanımlarının hepsinin birden var olduğu durumlara verilen addır. Cisimler uzunluk, genişlik ve derinliği ile gösterebiliyorsa bu durumda üç boyuttan söz edilebilir. Moleküllerin üç boyut içerisindeki yapılarının incelenmesi stereokimya olarak adlandırılır. Nasıl ki her canlının üç boyutlu yapısı varsa onları oluşturan moleküllerin de üç boyutlu yapıları vardır (Resim 7.1).

Resim 7.1

Üç boyut;En,Boy ve Derinlik.



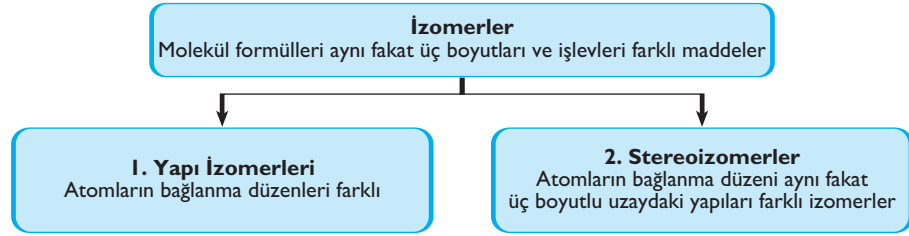
Biyolojik yapılarda gerçekleşen biyokimyasal olayların mekanizmalarını ve ilaç etkileşimlerini anlayabilmek için moleküllerin üç boyutlu yapılarının bilinmesi ve bu yapıların birbirleri ile olan ilişkilerinin kavranması gerekir.

Moleküllerin uzaydaki yerleşimleri incelendiğinde karşımıza çıkan ilk kavram izomerizm'dir. İzomer moleküller, kimyasal formülleri aynı fakat kendilerini oluşturan atomların uzaydaki yerleşimleri farklı olan maddelerdir. Aynı molekül formülüne sahip farklı bileşikler olan izomerler, organizmada farklı görev alabilmektedirler.

İzomerler iki ana alt sınıfa ayrılır: Yapı İzomerleri ve Stereoizomerler (Tablo 7.1).

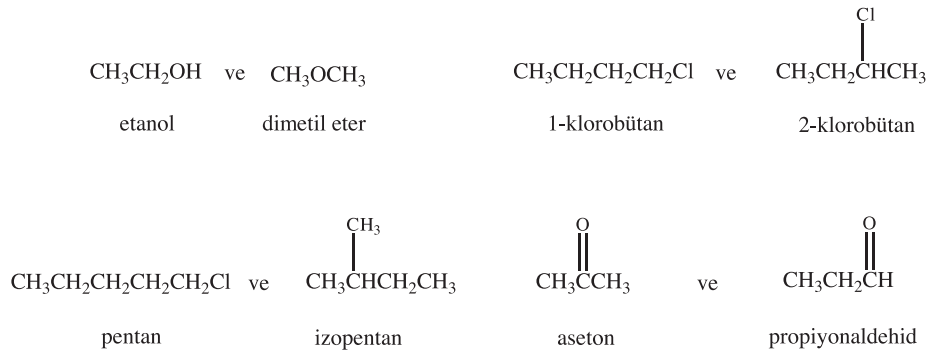
Tablo 7.1

İzomerlerin sınıflandırılması. İzomerler iki ana alt sınıfa ayrılır. Bunlar yapı izomerleri ve stereoizomerlerdir. Yapı izomerlerinde atomların bağlanma düzenleri farklıdır fakat stereoizomerlerde atomların bağlanma düzenleri aynıdır.



Yapı İzomerleri

Aynı molekül formülü ile gösterildikleri halde atomlarının bağlanma düzeni farklı olan bileşiklere yapı izomerleri denir. Bu bileşikler aynı zamanda zincir izomeri olarak da adlandırılırlar. Yapı izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirlerinden farklıdır.

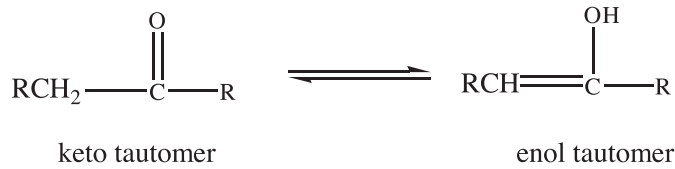


Örneğin; dimetileter oda sıcaklığında gaz halde bulunurken yapı izomeri olan etanol sıvı haldedir.

Tautomerizm : Özel Bir Yapı İzomerizmi

Asidik alfa hidrojeni taşıyan karbonil bileşikler tautomerizm olarak adlandırılan iki yapıda bulunabilirler. Tautomer, birbirine dönüşebilen özel bir yapı izomeridir. İki yapının birbirine göre farkı yalnızca çift bağın ve alfa (∞) hidrojeninin yerinden kaynaklanır. Örnek olarak basit bir **ketonun** iki tautomeri vardır; keto tautomer ve enol tautomer.

Keton: Ketonlar kapalı olarak $\text{R}^1(\text{CO})\text{R}^2$ şeklinde gösterilen merkezdeki karbon atomuna çift bağla bağlanmış bir oksijen (karbonil) ve aynı karbona bağlanmış iki karbon atomundan oluşurlar.



tautomerizasyon

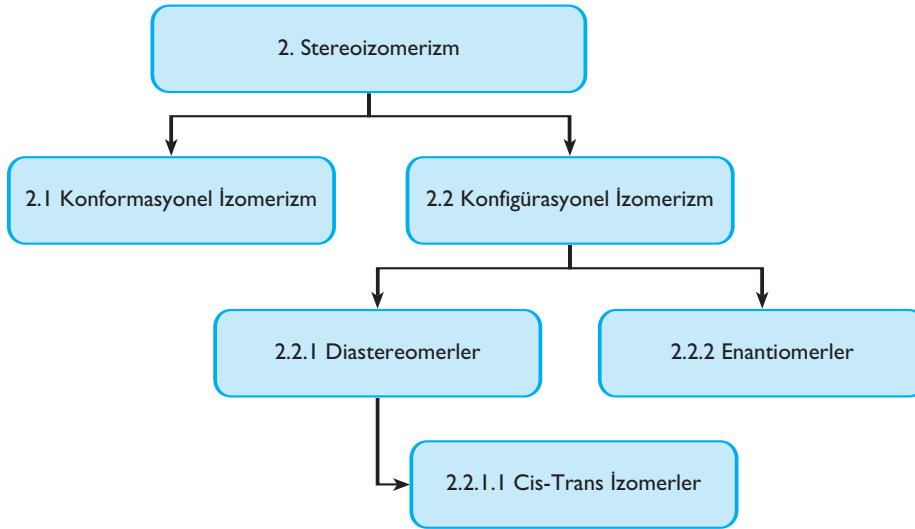
STEREOİZOMERLER

Atomların bağlanma sırası aynı, ancak atomlarının üç boyutlu uzaydaki yerleşimleri farklı olan izomerler stereoizomerler olarak adlandırılır. Stereoizomerler iki ana gruba ayrılır:

Konformasyon: Biçim, şekil

Konfigürasyon: Yapılanış

Konformasyonel İzomerler ve Konfigürasyonel İzomerler



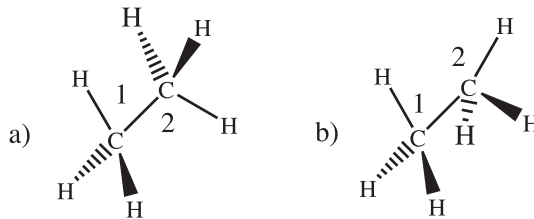
Tablo 7.2

Stereoizomerizm iki alt gruba ayrılır. Bunlar konformasyonel ve konfigürasyonel izomerizmdir.

Konformasyonel İzomerizm

Konformasyonel izomerler aynı molekülün farklı şekilleridir. Molekülün yapısında yer alan C-C tekli bağın kendi etrafında dönmesi ile oluşurlar. Bu dönme hareketi kolaylıkla oda sıcaklığında meydana gelebilmektedir. Konformasyonel izomerler farklı bileşikler değildir ve birbirlerine dönüşümleri oldukça kolaydır. Yapısal ve konfigürasyonel izomerle kimyasal ve fizikokimyasal yollarla birbirlerinden ayrılabilirken, konformasyonel izomerler ayrılamaz. Bağ çevresinde dönme sonucu oluşan yapılara konformerler adı verilir (Tablo 7.2).

Şekil 7.1



Etan'ın konformasyonel izomerleri. 2 numaralı karbon atomuna bağlı hidrojen atomları yer değiştirmiştir.

Konfigürasyonel İzomerizm

Konfigürasyonel izomerler, aynı molekül formülüne ve aynı zamanda aynı moleküler yapıya sahip maddelerdir. Diğer bir deyişle, aynı atomlara ve aynı kimyasal bağlara sahiptirler fakat bu atomlardan bazılarının üç boyutlu uzaydaki yerleri

farklıdır. Bu izomerleri birbirine dönüştürebilmek için, kovalent bağların kırılması ve yeniden kurulması gerekmektedir (Tablo 7.2).

Diastereomerler

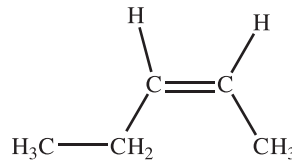
Birbirinin ayna görüntüsü olmayan stereoizomerler birbirlerinin diastereomerleridir (diastereizomer). Diastereomerlerin kaynama noktaları ve erime noktaları gibi fiziksel özellikleri ve **reaktivite** özellikleri farklıdır. Birbirlerinden kolaylıkla ayrıştırılabilirler. Birden fazla stereojenik merkez bulundurmaları ve birbirlerinin ayna görüntüsü olmamaları ile enantiomerlerden ayrılırlar.

Reaktivite: Tepkime
oluşturabilme özelliği

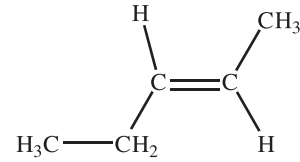
Cis-Trans İzomerizm

Geometrik izomerler olarak ta bilinen cis-trans izomerler, molekülü oluşturan atomların birbirleri etrafında dönmeleri sırasında meydana gelen kısıtlamalar sonucu oluşurlar. Bu kısıtlamaların sebebi molekülün yapısında yer alan halkasal yapılar ya da çift bağlar olabilir. Kimyasal özellikleri birbirlerine benzer olabilir fakat fiziksel özellikleri birbirinden farklı moleküllerdir.

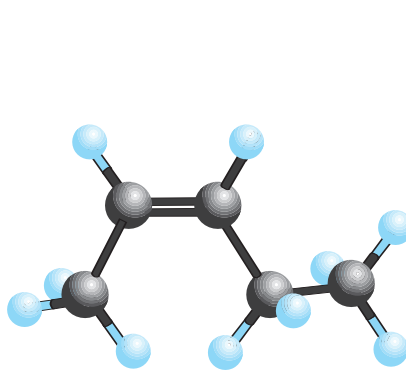
Cis- izomerinde, hidrojen atomu çift bağın aynı tarafında yer alırken, trans- izomerinde hidrojen atomları ters yönlerdedir. Bu duruma örnek olarak cis-2-penten ve trans-2-penten verilebilir. Bu moleküller birbirlerinin ayna izomerleri değildir.



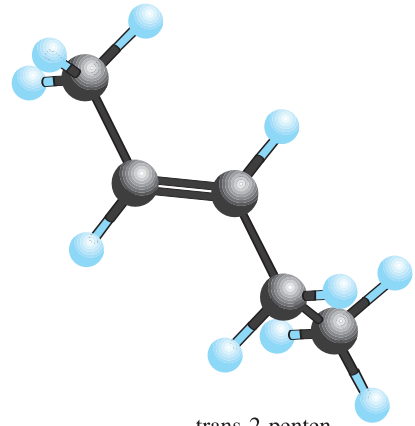
cis-2-penten



trans-2-penten

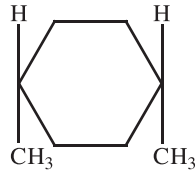


cis-2-penten

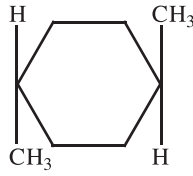


trans-2-penten

Halkalı yapıya sahip moleküllerde de cis-trans izomerizmi görülebilir. Cis izomerinde hidrojen atomları halkanın aynı tarafında yer alırken Trans izomerinde hidrojen atomları halkanın zıt yönlerindedir. Bu duruma cis-1,4-dimetilsikloheksan ve trans-1,4-dimetilsikloheksan verilebilir.



cis-1,4-dimetilsikloheksan

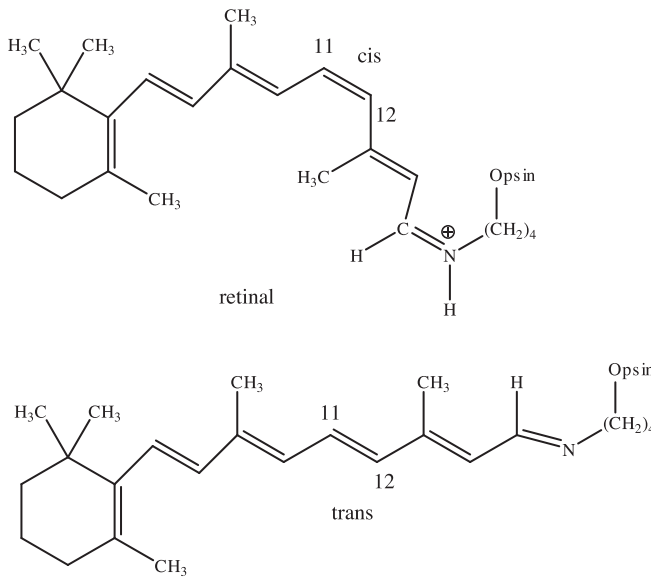


trans-1,4-dimetilsikloheksan

Cis -trans izomerizminin canlılardaki önemi için görme fizyolojisi (görmenin fotokimyası) örnek verilebilir. Görme Mekanizması;

Rodopsin $\xrightarrow{\text{ışık}}$ Skotopsin + 11-cis-retinal

İşık $\xrightarrow{\text{ışık}}$ Rodopsin $\xrightarrow{\text{ışık}}$ 11-cis-retinal $\xrightarrow{\text{ışık}}$ all-trans-retinal'e çevrilir.



Enantiomerler

Birbirinin ayna görüntüsü olan izomerler enantiomer olarak adlandırılır. Enantiomer kavramı konfigürasyonel izomerizmdir.

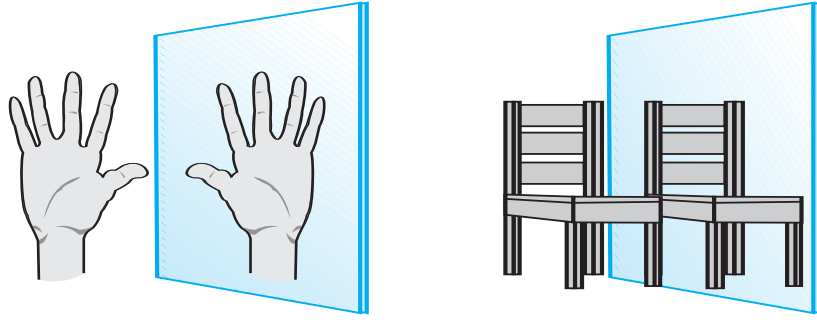
AYNA GÖRÜNTÜSÜ VE KİRALLIK KAVRAMLARI

Dünya üzerindeki her nesnenin mutlaka bir ayna görüntüsü vardır. Bazı nesneler kendi ayna görüntüleri ile birebir çakışır (Şekil 7.2). Örneğin; sandalye, tabak, çatal, sehpa'nın ayna görüntüleri kendileri ile birebir çakışır. Fakat bazı nesnelerin ayna görüntüleri kendileri ile çakışmaz. Bu nedenle sağ eldivenimizi sol elimize ya da sağ ayakkabımızı sol ayağımıza giyemeyiz. Kendi ayna görüntüleri ile çakışmayan maddelere **kiral** denir. Kiral kelimesi yunanca el anlamına gelen cheir'den türemiştir. Üç boyutlu uzayda bir molekülün ayna görüntüsü kendisi ile noktasına çakışmıyorsa o moleküle kiral molekül denir. Dünyadaki tüm moleküller kiral ve kiral olmayan (akiral) olarak sınıflandırılabilir. İlk kez Lord Kelvin tarafından 1894 yılında tanımlanmış olan bu kavram günümüzde halen kullanılmaktadır.

Lord Kelvin: 1824 İrlanda doğumlu William Thomson 1892 yılında Lord ünvanı alarak Lord Kelvin olarak anılmaya başlamıştır. Glasgow Üniversitesi'nde 22 yaşındayken ilk önce doğa felsefesi, sonra fizik kürsüsü profesörlüğüne seçilmiştir. Bu görevini 1899 yılına kadar 53 yıl sürdürmüştür. Bütün bilimsel çalışmalarını da Glasgow'da gerçekleştirmiş ve İngiltere'nin ilk fizik laboratuvarını kurmuştur.

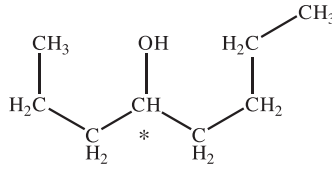
Şekil 7.2

Doğadaki bütün cisimlerin ayna görüntüsü vardır. Bazılarının ayna görüntüleri kendileri ile bire bir örtüşürken bazılarınınki örtüşmez. Bu nedenle kiralık ya da akiralık kavramları tanımlanmıştır.

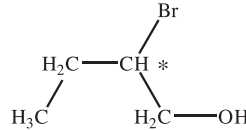


Kirallık Merkezi, Kiral Karbon Atomu ya da Asimetrik Karbon Atomu

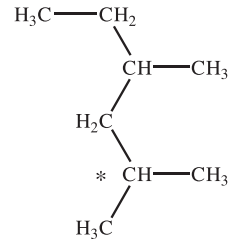
Nesneler kiral ya da akiral olarak nitelendirilebileceği gibi moleküller de aynı şekilde nitelendirilebilir. Asimetrik karbon atomu ya da stereojenik merkez olarak adlandırılan karbon atomu her bağını farklı bir grupta yapar. Stereojenik merkez genellikle “*” işareti ile gösterilir. Stereojenik merkezin belirlenmesi bir molekülün kiral olduğuna karar vermenin en kolay yoludur. İkili ya da üçlü bağın parçası olan karbon atomları stereojenik merkez olamazlar. Sadece sp^3 hibridi içeren hidrokarbonlarda stereojenik merkez belirlenebilir.



4-oktanol



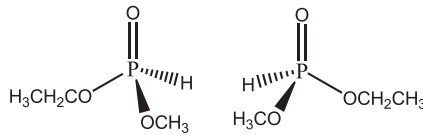
2-bromobütanol



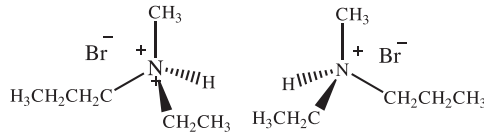
2,4-dimetilhekzan

Tetrahedral: Dört tane üç köşeli yanı olan

Stereojenik merkezini genellikle karbon atomu oluşturmalarına rağmen fosfor ve azot atomları da stereojenik merkez olabilmektedir. Eğer **tetrahedral** geometri içinde azot ya da fosfor atomlarına dört farklı grup bağlanmışsa kirallık merkezi olabilirler.



enantiyomerler

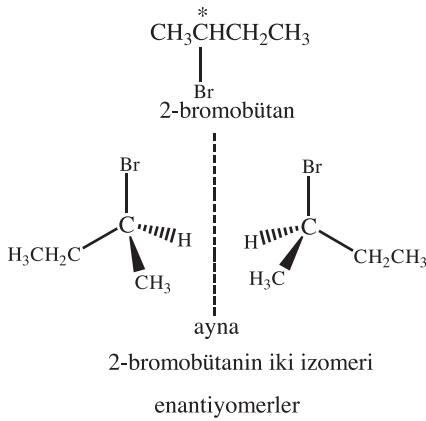


enantiyomerler

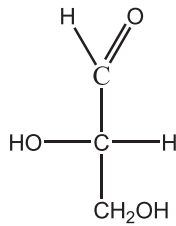
Simetri düzlemi, bir molekülü iki eşit parçaya böldüğü varsayılan düzlemdir. Kiral moleküller simetri düzlemine sahip olamazlar fakat akiral moleküller simetri düzlemine sahiptirler. Simetri düzleminin belirlenmesi, birden fazla stereojenik merkez bulunduran moleküllerin kiral ya da akiral olduklarının belirlenmesinde önemlidir.

Bir Asimetrik Karbon Atomu (Stereojenik Merkez) İçeren Moleküller

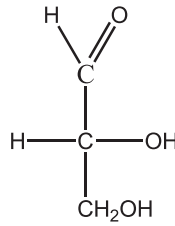
Tek bir asimetrik karbon atomu içeren moleküllerin iki tane stereoizomeri vardır. Bu izomerler sağ ve sol el biçimlenmesini gösterirler. Bu izomerler üst üste konulduklarında noktası noktasına çakışmazlar. Bu duruma 2-bromobütan verilebilir.



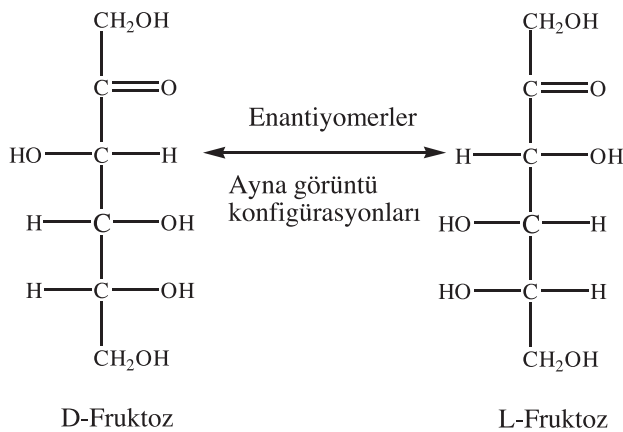
Birbirinin ayna hayali olan ve bu ayna görüntüleri ile çakışmayan moleküllere enantiomerler denir. Enantiomer sözcüğüne etimolojik olarak bakıldığında yunanca Enantion (karşıtlık-zıtlık) kelimesinden türediği görülmektedir. Yanda görülen 2-bromobütan molekülleri enantiomerdir. Daha önce bahsedildiği gibi kendi ayna görüntüsü ile çakışmayan maddelere kiral maddeler denir, şekle bakıldığında enantiomerlerin de kiral moleküller olduğu görülmektedir. Akiral moleküllerin ayna görüntüleri tamamen aynı moleküllerdir fakat kiral moleküller olan enantiomerler kimyasal özellikleri farklı moleküllerdir.



L-Gliseralehid



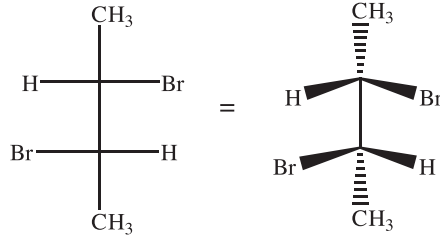
D-Gliseralehid



Enantiomerlerin Çiziminde Fischer İzdüşüm Formüllerinin Kullanılması

İzdüşüm: Uzaydaki bir cisim, bir düzlem önünde tutulup bu cisme karşıdan bakılacak olursa, cismin düzlem üzerine bir görüntüsü düşer, bu görüntüsüne izdüşümü denir.

1880 sonlarında alman kimyacı Emil Fischer'in önerdiği formül çizimi, kiral karbon atomu çevresindeki grupların üç boyutlu uzaydaki düzenini gösteren izdüşümleridir. Emil Fischer 1852 yılında Almanya'da doğmuş ve 1902 yılında şekerler üzerine yaptığı çalışmalar ile **Nobel ödülünü** almaya hak kazanmış kimya bilim adamıdır.

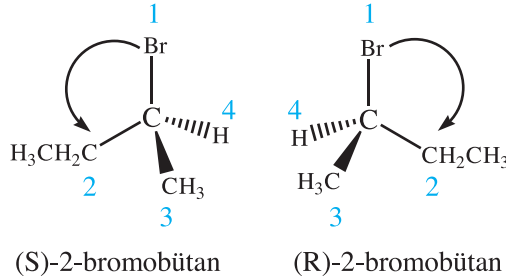


Stereokimya'yı daha iyi anlayabilmek için formüller kesikli çizgilerle ya da üç boyutlu yapıları bilgisayar programları ile çizilerek gösterilir. Fischer **izdüşümü** formülleri ise yatay ve dikey çizgilerden oluşur. Bu gösterimde yatay çizgiler sayfadan dışarı doğru yönelmiş bağları, dikey çizgiler ise sayfanın içine yönelmiş olan bağları temsil eder. Özellikle karbonhid-

ratların incelenmesinde bu formüller oldukça yararlıdır.

Chan-Ingold-Prelog R-S Adlandırması

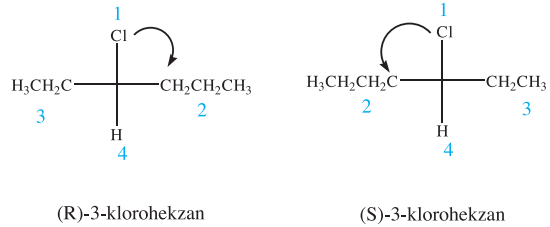
Bir molekülün stereoisomerlerinin birbirinden farklı isimlendirilmesi gerekir. Molekülün kimyasal yapısını çizmek yerine kelimelerle ifade edebileceğimiz şekilde isimlendirmek izomerlerin tanınması açısından önemlidir. Diğer bir deyişle asimetric karbon atomu etrafındaki atomların dizilişlerini isimlendirmek gereklidir. İsim-



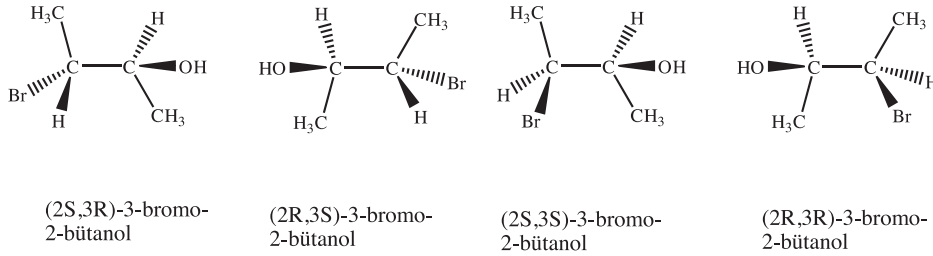
lendirme sırasında kimyacılar R ve S harflerini kullanırlar. Bu adlandırma ilk kez araştırmacılar Robert Sidney Cahn, Sir Christopher Ingold ve Vladimir Prelog tarafından ortaya konulmuştur. Tek bir asimetric karbon atomu bulunan molekülün 2 tane enantiomeri vardır ki bunlardan bir tanesi R diğeri S formundadır. Bu formların belirlenmesinde kullanılan yöntem, asimetric karbon ato-

mu etrafındaki atom ya da moleküllerin asimetric karbon atomuna bağlanma sırasıdır. Örneğin yukarıda bahsettiğimiz gibi 2-bromobütanın iki enantiomeri vardır, bu enantiomerlerin isimlendirilmesi aşağıda gösterilmiştir.

Chan-Ingold-Prelog isimlendirmesinde önemli olan asimetric karbon atomuna bağlanan atomların bağlanma sırasıdır ve ilk bağlanan 1 numara ile numaralandırılır. Sonra bağlananlar sırasıyla numaralandırılır. İsimlendirmeye geçildiğinde, 1 numaradan 2 numaraya doğru yay çizilir. Bu yayın yönü saat yönü ile aynı ise R ters ise S olarak isimlendirilir. Burada en önemli konu hangi grubun önce bağlandığının bilinmesidir.



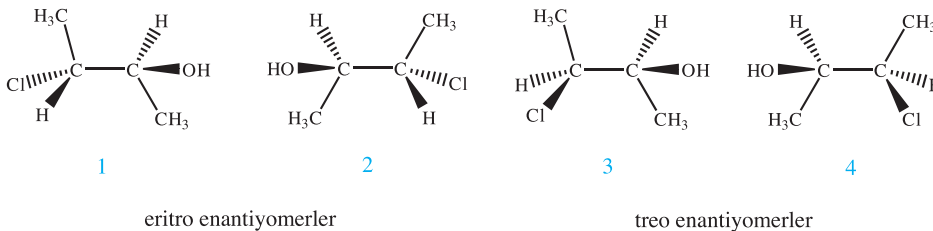
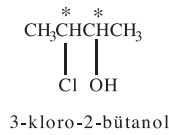
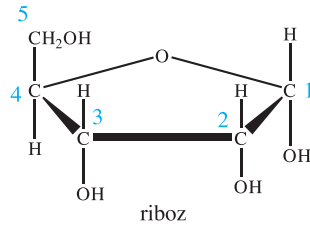
Eğer bileşik birden fazla asimetric karbon atomu içeriyorsa, her bir asimetric karbon atomuna bağlanan yan ünitelerin bağlanması sırası önem kazanır ve ayrı ayrı adlandırılır. Örneğin, 3-bromo-2-bütanolün 4 tane stereoizomeri vardır. Bunların isimlendirilmesinde her bir karbon atomu kendi içerisinde değerlendirilir.



İki ya da Daha Fazla Sayıda Asimetric Karbon Atomu (Stereojenik Merkez) İçeren Moleküller

Canlılarda bulunan bileşiklerin çoğu birden fazla asimetric karbon içerirler. Örneğin karbonhidratlardan beş karbonlu pentozlardan riboz **RNA**'nın omurgasını oluşturan moleküldür. Birden fazla asimetric karbon içeren bileşiklerin kaç tane izomerinin olduğunu bulmak için 2^n formülü kullanılır. Örneğin 4 tane asimetric karbon atomu içeren ribozun $2^4 = 16$ tane izomeri vardır. Bunun nedeni her bir asimetric karbon atomu çevresine yerleşmiş atom ya da moleküllerin farklı farklı diziliş gösterebilmesidir. Yalnızca bir asimetric karbonun yani stereojenik merkezin yapılandırmasını değiştirmek, molekülü diastomerik yapıya dönüştürür.

RNA: Ribonükleik asit bir nükleik asittir ve nükleotitlerden oluşan bir polimerdir. Her nükleotit bir azotlu baz, bir riboz şeker ve bir fosfattan oluşur. RNA önemli çok sayıda biyolojik rol oynar, bunların arasında DNA'da taşınan genetik bilginin proteine çevirisi (translasyon) ile ilişkili çeşitli süreçlerde de yer alır.



Enantiomerlerin Fiziksel Özellikleri ve Optikçe Aktiflik

Optikçe aktiflik kavramı molekül yapısı asimetric olan yani kiral bileşiklerin kendilerinden veya çözeltilerinden geçen düzlem polarize ışığı, titreşim düzlemini sağa veya sola çevirmeleridir. Polarize ışığın titreşim düzlemini sağa çeviren molekül-

le sağ şekli denir ve bu molekül sağa çeviren anlamına gelen dekstrorotator denir ve D harfiyle veya (+) işaretiyle gösterilir. Sola çeviren moleküle ise levorotator denir ve L harfi ya da (-) işaretiyle gösterilir. D ve L izomerlerine o bileşiğin antipodları veya enantiomerleri denir. Optikçe aktif olan her bileşiğin optik çevirme açısı, o madde için karakteristiktir ve önceden tanımlanmıştır. Erime noktası ve kaynama noktası gibi fiziksel bir özellik olan optikçe aktiflik polarimetre denilen bir cihazla ölçülür ve sonuç özgül çevirme açısı $[\alpha]$ olarak ifade edilir.

Enantiomerlerin erime ve kaynama noktaları, yoğunlukları gibi tüm fiziksel özellikleri birbirleri ile aynıdır. Klasik yöntemlerle enantiomerleri ayırmak mümkün değildir. Optikçe aktif özelliğe sahip yardımcı etken kullanılarak ayrılabilir.

Optikçe aktif maddenin her iki enantiomeri de bir karışımda aynı miktarlarda bulunuyorsa bu karışıma **rasemik karışım** denir. Bu karışımlar optikçe aktif değildirler. Aslında polarize ışığın açısını değiştirirler fakat her iki enantiomer de aynı miktarda ama zıt yönlerde çevirdikleri için toplam etki sıfır olmaktadır.

Rasemi: Fransızca kökenli kelime enantiyomerik molekülün eşit miktarlarının birlikte bulunduğunu belirtir.

STEREOKİMYA'NIN VE CANLILARDAKİ ÖNEMİ

Doğada bulunan elementlerden yaklaşık 30 tanesinin canlılar için gerekli olduğu bilinmektedir. Bu 30 elementten dördü (C, H, O ve N) çok yaygındır ve hücrenin kuru ağırlığının %99'unu oluşturur. Moleküller, elementlerin kimyasal bağlarla birbirlerine bağlanmasıyla oluştururlar ve oluşan her molekülün kendine özgü üç boyutlu yapısı vardır. Organizmanın üç boyutlu yapısı moleküler düzeyde başlar. Bu yapı o kadar önemlidir ki moleküllerin üç boyutlu yapısı hücrede katılacağı tüm tepkimelerdeki işlevini belirler.

Karbonhidratlar, canlılarda bulunan organik moleküllerin üçüncü büyük grubunu oluşturur. C, H ve O elementlerinin $C_n(H_2O)_n$ formülüne göre kurulmasıyla meydana gelirler. Ancak bu genel formüle uyduğu halde karbonhidrat olmayan (Asetik asit $C_2H_4O_2$; Laktik Asit - $C_3H_6O_3$; gibi) veya genel formüle uymadığı halde karbonhidrat olan (Deoksiriboz - $C_5H_{10}O_4$; Ramnoz - $C_6H_{12}O_5$) bileşikler de vardır. Glikoz, galaktoz ve mannoz altı karbonlu monosakkaritlerdir. Aldehit grubu taşıyan bu moleküllerin kapalı formülleri aynı olduğu halde asimetric karbon atomu etrafındaki grupların konfigürasyonunun farklı olmasından dolayı birbirlerinin izomerleridir. Karbonhidratlarda enantiomerlerin adlandırılmasında referans molekül olarak gliseraldehit kullanılır. Hidroksil grubu D-gliseraldehit ile aynı yönde olan basit şekerlere D-, L-gliseraldehit ile aynı yönde olanlara da L- takısı eklenir.

Heteropolisakkaritlerden kondroitin sülfat hyaluronik asitle birlikte bağlayıcı dokunun kurulmasına katılırlar. Özellikle kırık dokun kondroitin sülfürik asitler bakımından zengindir. Kondroitin sülfat'ın A, B ve C olmak üzere tanımlanan üç farklı tipi bulunmaktadır. Kondroitin sülfat C (Kondroitin-6-sülfat) glukuronik asit ve N-asetil-galaktozamin-6-sülfat'tan kurulmuştur. A tipinde, sülfürik asit 4 numaralı karbondan bulunur. Yani glukuronik asit ve N-asetilgalaktozamin-4-sülfattır. Kondroitin sülfat B'de ise sülfat kondroitin sülfat A'daki gibi 4. pozisyonadadır. Ancak glukuronik asit yerine bunun stereoizomeri olan L-iduronik asit bulunur. Iduronik asit, glukuronik asidin 5-epimeridir.

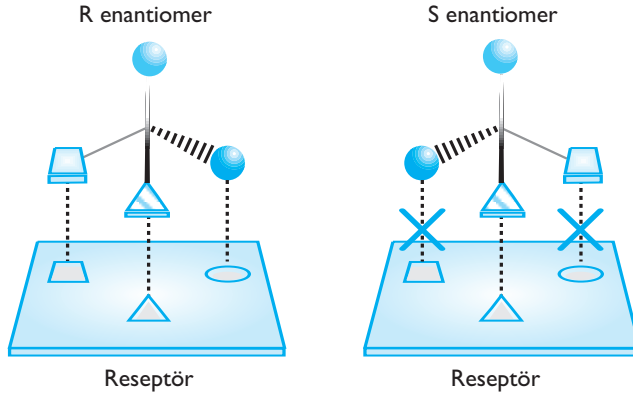
Reseptörler protein-glikoprotein yapısında maddelerdir ve kendilerine özgü molekülleri tanıyıp bağlayabilme özelliğine sahiptirler. Reseptörler kiral moleküllerdir ve kendilerine bağlanacak olan molekülün sadece bir enantiomerine bağlanırlar. Bu nedenle her enantiomerin kendilerine özgü resptörü vardır (Şekil 7.4). ve bu reseptörlere bağlandıklarında kendi enantiomerlerinden çok farklı aktivite gösterebilirler.

Heteropolisakkarit: İki veya daha fazla farklı monosakkarit monomerlerinden meydana gelmiş olan polisakkaritler, heteroglikan.

Reseptör: Hücre içinde ya da üzerinde hormon ya da ilaçların özel olarak bağlandığı ve bazı durumlarda özel bir hücre cevabının verilmesine yol açan veya bunların hücreye girmesini sağlayan yapı.

Şekil 7.4

Her reseptöre kendine özgü enantiomer bağlanabilir.



Günümüzde kullanılan pek çok ilaç fizyolojik etkilerini kendilerine özgü reseptörlerine bağlanarak gösterir. Eğer ilaç molekülü asimetrik karbon atomu içeriyorsa en az iki enantiomeri vardır ve bu enantiomerler aynı aktiviteyi gösterebilecekleri gibi birbirlerinden tamamen farklı aktivite de gösterebilirler.

Örneğin, prostat kanseri tedavisinde kullanılan Bicalutamid başka endokrin aktivitesi olmayan non-steroidal bir antiandrojendir. Hücrede androjen reseptörlerine bağlanır ve androjen uyarımını inhibe eder. Bicalutamid rasemiktir ve antiandrogen aktivitesinin büyük bir kısmı (R) enantiomere aittir. (S) enantiomer (R) enantiomere göre çok daha hızlı bir şekilde atılır. Bicalutamid'in (R) enantiomeri yarı ömrünün uzun olması sonucu bu rasemik karışımın etki süresi uzundur.

Enantiomerlerin canlılarda farklı etki gösterebileceğine dair en sık kullanılan örnek Talidomit'tir. 1950'li yılların sonunda piyasaya çıkan ve hamilelikte bulantı kusmanın engellenmesi amacıyla kullanılan ilacın iki enantiomeri bulunmaktadır. Yararlı etkileri (R)-talidomit göstermektedir fakat (S)-talidomit **konjenital anomali** çocukların doğmasına neden olmaktadır. İlacın gebelerde kullanımı sonucunda fokameli adı verilen, kısa kol ve bacaklarıyla foka benzeyen bebeklerin doğmasına neden olmuş ve ilaç kullanımdan kaldırılmıştır.

Konjenital: Doğuştan, doğumsal.

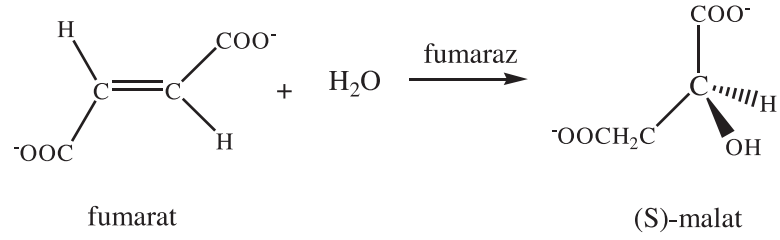
Anomali: Normalden belirgin durumda sapma gösterme durumu.

2-fenilamino-1-propanol doğada farklı diastereomerleri şeklinde bulunan bir maddedir. Doğada 1S,2R ve 1S,2S diastereomerlerinin her ikisi de bulunmaktadır. Bileşiklerin her ikisi de farklı erime noktalarına ve fiziksel özelliklere sahiptirler ve her ikisi de tıbbi amaçlı kullanılırlar. İlk defa *Genus efedra* isimli bir Asya bitkisinden izole edilmiş olan 1S,2R izomeri, (L)-efedrin olarak adlandırılır ve astım ilacı olarak kullanılmış sonraları karsinojenik etkileri nedeniyle kullanımdan kaldırılmıştır. 1S,2S izomeri (R)-pseudoefedrin ise kan basıncını düşürücü ilaç olarak kullanılmaktadır.

Stereoizomerizmin ilaç tasarlama ve canlılar üzerindeki önemine bir örnek de Fluoksetin maddesidir. Günümüzde yaygın olarak depresyon tedavisinde kullanılan maddenin yapısına baktığımızda, kiral bir karbonu olduğu görülür. Her iki enantiomerin de ilaç olarak aktif olması nedeniyle, ilaç rasemik bir karışım olarak kullanılmaktadır.

Canlılarda meydana gelen reaksiyonlar enzimler tarafından katalizlenir. Enzimler tarafından katalizlenen reaksiyonların hemen hemen tamamı stereoselektiftir yani sadece kendilerine özgü izomer ile reaksiyona girerler ve kendilerine özgü

son ürün oluştururlar. Örneğin fumaraz enzimi fumarat molekülüne 1 mol su katılması ile malat oluşumunu katalizler. Sonuçta oluşan son ürün her zaman (S)-malat'tır, hiçbir zaman R formu oluşmaz.



Özet



Stereokimyanın önemini açıklamak.

Canlılarda gerçekleşen biyokimyasal olayların mekanizmalarını ve ilaç etkileşimlerini anlayabilmek için moleküllerin üç boyutlu yapılarının bilinmesi önemlidir. Biyokimyasal olayların gerçekleşebilmesi için hücre içerisindeki moleküllerin birbirleri ile etkileşime girmesi gerekir. Bu etkileşim ancak moleküllerin birbirlerini tanıyabilmesi ile meydana gelir. Moleküllerin birbirleri ile iletişimlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için üç boyutlu yapılarının aydınlatılması ve incelenmesine stereokimya denir.



İzomerizm kavramını tanımlamak.

İzomer moleküller, kimyasal formülleri aynı fakat kendilerini oluşturan atomların uzaydaki yerleşimleri farklı olan maddelerdir. Moleküllerin üç boyutlu yapıları incelendiğinde karşımıza çıkan ilk kavram izomerizm'dir. Aynı molekül formülüne sahip faklı bileşikler olan izomerler, organizmada farklı görev alabilmektedirler.



İzomerizm sınıflandırmasını yapmak.

İzomerler ana hatlarıyla iki alt sınıfta toplanabilir, bunlar; yapısal izomerler ve stereoisomerlerdir. Stereoizomerler ise kendi içinde iki alt gruba ayrılır. Bunlar konformasyonel ve konfigürasyonel izomerizmdir.



Kirallık ve akirallık tanımlarını yorumlamak.

Kendi ayna görüntüleri ile çakışmayan maddelere kiral maddeler denir. Doğadaki tüm maddelerin mutlaka ayna görüntüleri vardır. Önemli olan bu görüntünün kendisi ile birebir örtüşmesi ya da örtüşmemesidir. Üç boyutlu uzayda bir molekülün ayna görüntüsü kendisi ile noktası noktasına çakışmıyorsa o moleküle kiral molekül denir. Dünyadaki tüm moleküller kiral ve akiral (kiral olmayan) olarak sınıflandırılabilir. Kiral olmayan maddeler (akiral), kendi ayna görüntüleri ile bire bir örtüşen maddelerdir



Asimetrik karbon atomunun molekül içerisinde yerleşimini bulabilmek ve molekülün izomerlerinin neler olabileceğini yazmak.

Asimetrik karbon atomu olarak adlandırılan karbon atomu her bağını farklı bir grupta yapar. Stereojenik merkez olarak ta adlandırılan asimetrik karbon atomu genellikle karbon atomu üzerine konulan “ * ” işareti ile gösterilir. Asimetrik karbon atomunun ya da atomlarının belirlenmesi bir molekülün kiral olduğuna karar vermenin en kolay yoludur. İkili ya da üçlü bağın parçası olan karbon atomları stereojenik merkez olamazlar. Tek bir asimetrik karbon atomu içeren bileşiklerin iki tane izomeri vardır. Birden fazla asimetrik karbon içeren bileşiklerin kaç tane izomerinin olduğunu bulmak için 2^n formülü kullanılır.

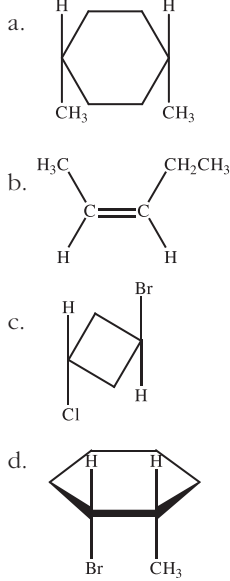


Stereokimyanın canlılardaki önemi hakkında yorum yapmak.

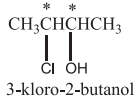
Canlılığın devamı için gerekli olan bileşikler, atomların kimyasal bağlarla birbirlerine bağlanmasıyla oluştururlar ve oluşan her molekülün kendine özgü üç boyutlu yapısı vardır. Organizmanın üç boyutlu yapısı moleküler düzeyde başlar. Bu yapı o kadar önemlidir ki moleküllerin üç boyutlu yapısı hücrede katılacağı tüm reaksiyonlardaki işlevini belirler. Canlılarda meydana gelen reaksiyonlar enzimler tarafından katalizlenir. Enzimler tarafından katalizlenen reaksiyonların hemen hemen tamamı stereoselektiftir yani sadece kendilerine özgü moleküllerle gerçekleşir. Ayrıca günümüzde kullanılan ve geliştirilmekte olan pek çok enantiomer ilaç fizyolojik etkilerini kendilerine özgü reseptörlerine bağlanarak gösterirler.

Kendimizi Sınyalım

1. Aşağıda formülleri verilmiş maddelerden hangisi trans- izomeridir?



2. Yanda formülü çizilmiş olan 3-kloro 2-butanol' ün iki adet asimetrik karbon atomu bulunmaktadır. Bu bileşiğin kaç stereoizomeri vardır?



- 2
- 4
- 6
- 8
- 10

3. Aşağıdaki tanımlamalardan hangisi yanlıştır?

- Chan-Ingold-Prelog isimlendirmesinde önemli olan asimetrik karbon atomuna bağlanan atomların bağlanma sırasıdır.
- Cis- izomerinde, hidrojen atomu çift bağın ters tarafında yer alırken, trans- izomerinde hidrojen atomları aynı yönlerdedir.
- Birbirinin ayna hayali olan ve bu ayna görüntüleri ile çakışmayan moleküllere enantiomerler denir.
- Enantiomerlerin erime ve kaynama noktaları, yoğunlukları gibi tüm fiziksel özellikleri birbirleri ile aynıdır.
- Halkalı yapıya sahip moleküllerde de cis-trans izomerizmi görülebilir.

4. Rasemik karışım nedir?

- İki farklı enzimin karışımıdır.
- Asimetrik karbon sayıları eşit iki bileşiğin karışımıdır.
- Birbirinin tautomeri olan iki bileşiğin karışımıdır.
- Simetri düzlemleri kesişen iki bileşiğin karışımıdır.
- Optikçe aktif maddenin her iki enantiomerinin eşit miktardaki karışımıdır.

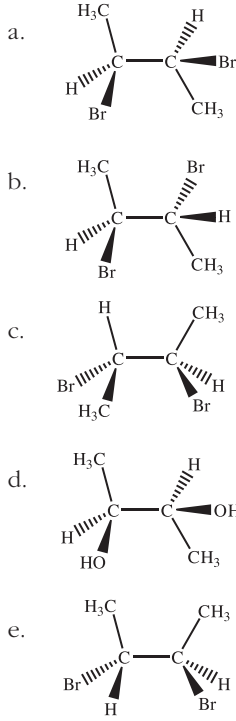
5. Optikçe aktiflik ve enantiomerlerin fiziksel özellikleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- Optikçe aktiflik, kiral bileşiklerin kendilerinden veya çözeltilerinden geçen düzlem polarize ışığı, titreşim düzlemini sağa veya sola çevirmelelidir.
- Polarize ışığın titreşim düzlemini sağa çeviren moleküle sağ şekli denir ve bu molekül sağa çeviren anlamına gelen dekstrorotator denir.
- Polarize ışığın titreşim düzlemini sola çeviren moleküle rotor denir ve R harfi ile gösterilir.
- Optikçe aktif olan her bileşiğin optik çevirme açısı, o madde için karakteristiktir ve önceden tanımlanmıştır.
- Optikçe aktiflik polarimetre ile ölçülür ve sonuç özgül çevirme açısı $[\alpha]$ olarak ifade edilir.

6. Aşağıdaki tanımlamalardan yanlı olan hangisidir?

- Simetri düzlemi, bir molekülü iki eşit parçaya böldüğü varsayılan düzlemdir.
- Kiral moleküller, simetri düzlemine sahip olamazlar fakat akiral moleküller simetri düzlemine sahiptirler.
- Simetri düzleminin belirlenmesi, birden fazla stereojenik merkez bulunduran moleküllerin kiral ya da akiral olduklarının belirlenmesinde önemlidir.
- Rasemik karışımlar optikçe aktif değildirlir.
- Asimetrik karbon atomu olarak adlandırılan karbon atomu her bağını aynı atomla ya da grupla yapar.

7. Aşağıdaki formüllerden hangisi 2-3dibromobütan'ın stereoizomeri **değildir**?



8. Bir alkolün farklı izomerlerinin kaynama sıcaklıkları da farklıdır.

Bu alkolün farklı izomerleri ile ilgili,

- Bu izomerlerin oda sıcaklığında fiziksel yapıları aynıdır.
- Bu izomerlerin her ikisi de oda sıcaklığında gaz halindedir.
- Bu izomerlerin her ikisinin de molekül ağırlığı aynıdır.

İfadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- Yalnız I
- Yalnız II
- Yalnız III
- II ve III
- I ve III

9. Aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- Her molekülün mutlaka bir ayna görüntüsü vardır.
- Sandalye, tabak, çatal gibi bazı nesneler kendi ayna görüntüleri ile birebir çakışırlar.
- Kendi ayna görüntüleri ile çakışmayan maddelere kiral denir.
- Üç boyutlu uzayda bir molekülün ayna görüntüsü kendisi ile noktası noktasına çakışıyorsa o moleküle kiral molekül denir.
- Tüm moleküller kiral ve akiral olarak sınıflandırılabilir.

10. Aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- Asimetrik karbon atomunun ya da atomlarının belirlenmesi bir molekülün kiral olduğuna karar vermenin en kolay yoludur.
 - Enzimler tarafından katalizlenen reaksiyonların çoğu stereoselektiftir.
 - Karbonhidratlarda enantiomerlerin adlandırılmasında referans molekül olarak gliseraldehit kullanılır.
 - Moleküller, elementlerin kimyasal bağlarla birbirlerine bağlanmasıyla oluştururlar ve oluşan her molekülün kendine özgü üç boyutlu yapısı vardır.
- Yalnız I
 - I ve II
 - II ve IV
 - I ve III
 - Hepsi

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlış ise, “ Cis- Trans- izomerizm” konusunu gözden geçiriniz.
2. b Yanıtınız yanlış ise, “İki ya da Daha Fazla Sayıda Asimetrik Karbon Atomu (Stereojenik Merkez) İçeren Moleküller” konusunu gözden geçiriniz.
3. b Yanıtınız yanlış ise, “İki ya da Daha Fazla Sayıda Asimetrik Karbon Atomu (Stereojenik Merkez) İçeren Moleküller” konusunu gözden geçiriniz.
4. d Yanıtınız yanlış ise, “Enantiomerlerin Fiziksel Özellikleri ve Optikçe Aktivlik” konusunu gözden geçiriniz.
5. c Yanıtınız yanlış ise, “ Optikçe Aktivlik” konusunu gözden geçiriniz.
6. e Yanıtınız yanlış ise, “Kirallik Merkezi, Kiral Karbon Atomu ya da Asimetrik Karbon Atomu” konusunu gözden geçiriniz.
7. d Yanıtınız yanlış ise, “İki ya da Daha Fazla Sayıda Asimetrik Karbon Atomu (Stereojenik Merkez) İçeren Moleküller” konusunu gözden geçiriniz.
8. c Yanıtınız yanlış ise, “Enantiomerlerin Fiziksel Özellikleri ve Optikçe Aktivlik” konusunu gözden geçiriniz.
9. d Yanıtınız yanlış ise, “Ayna Görüntüsü ve Kirallık Kavramları” konusunu gözden geçiriniz.
10. e Yanıtınız yanlış ise, “Stereokimya’nın ve Canlılardaki Önemi” konusunu gözden geçiriniz.

Yararlanılan Kaynaklar

- G.L.Patric (2004)**, Instant Notes Organic Chemistry, 2nd ed., Bios scientific publishers, New York
- Moris Hein (2005)**, Introduction to General, Organic and Biochemistry, 8th Ed., John Wiley Inc., New Jersey
- Paula Yurkanis Bruice (2010)**, Organic Chemistry, 4th Ed., Prentice Hall, New Jersey
- Robert C. Atkins (2002)**, Organic Chemistry: A Brief Course, 3th Ed., Mc-Graw-Hill, New York

8

Amaçlarımız

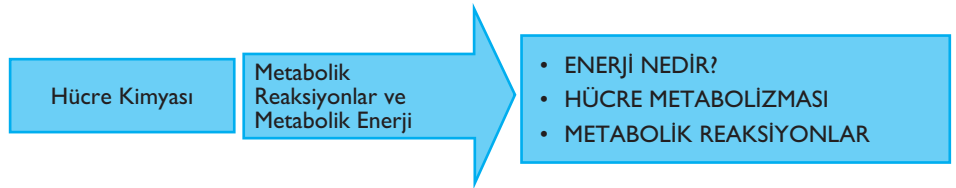
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- 👁 Enerji kavramını tanımlayabilecek,
- 👁 Enerji türlerini sınıflandırabilecek,
- 👁 Metabolizma kavramını açıklayabilecek,
- 👁 Hücre solunumu çeşitleri hakkında yorum yapabilecek,
- 👁 Aerobik ve anaerobik hücre solunumu sırasında oluşan enerji miktarlarını açıklayabilecek,
- 👁 Başlıca metabolik reaksiyonlar hakkında kısaca açıklama yapabilecek bilgi ve beceriler kazanabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Enerji
- Metabolik enerji
- Hücre metabolizması
- ATP ve önemi
- Aerobik solunum
- Anaerobik solunum
- Hücrede meydana gelen başlıca metabolik reaksiyonlar
- Anabolizma - Katabolizma kavramları

İçindekiler



Metabolik Reaksiyonlar ve Metabolik Enerji

ENERJİ NEDİR?

Bir hareketi yapan ya da yapmaya hazır olan yeteneğe **enerji** denir. Enerji kısaca iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Enerji ne yeniden yaratılabilir ne de yok olur, yalnız bir şekilden diğerine dönüşebilir. Enerjinin bir şekilden diğerine dönüşmesi sırasında enerjinin miktarında bir miktar azalma olur. Bu azalmanın nedeni ısı oluşumu ve ısının çevreye yayılmasıdır. Isı da bir çeşit enerji olduğu için evrendeki genel enerji miktarı sabittir.

Enerji çeşitli şekillerde görülür;

- Kinetik Enerji:** Bir hareket sonucu ortaya çıkan enerjidir.
- Hidrolik Enerji:** Bir sıvının hareketinden elde edilen enerjidir.
- Nükleer Enerji:** Atom çekirdeklerinin bölünmesi sonucu açığa çıkan enerjidir.
- Termal Enerji:** Atom çekirdeklerinin birleşmesi sonucu ortaya çıkan bir çeşit nükleer enerji olup termonükleer enerji olarak ta isimlendirilir.
- Elektrik Enerjisi:** Serbest elektronların hareketinden kaynaklanan enerjidir.
- Kimyasal Enerji:** Bir maddenin moleküllerinin başka moleküller ile yaptığı reaksiyon sonucu ortaya çıkan enerjidir. Doğada bulunan pek çok molekül ile havadaki oksijen molekülünün birleşerek ortaya çıkardığı ısı enerjisi örnek olarak verilebilir.

Yaşamın devamlılığı için en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneş tarafından üretilen enerji radiant enerji (güneş enerjisi) olarak tanımlanır. Radiant enerji yeşil renkli bitkilerdeki klorofil aracılığıyla fotosentez olayı sonucu karbonhidratlardaki kimyasal bağ enerjisine dönüşür. Karbonhidratlardaki kimyasal bağ enerjisi oksijenli ya da oksijensiz solunum sonucu canlıların kullanabileceği ve enerji bakımından çok zengin fosfat bağları kapsayan başka bir kimyasal enerjiye yani adenozin trifosfat'a (ATP) dönüşür. ATP içerisinde depolanan bu kimyasal bağ enerjisi de hücrelerde metabolizmanın devamlılığı için gerekli olan biyokimyasal olaylarda kullanılmak üzere kimyasal enerjiye çevrilir.

Albert Einstein kütle ile enerjinin eşdeğer olduğunu çok bilinen $E=mc^2$ formülü ile göstermiştir. Enerji korunumludur, sadece biçim değiştirebilir. Buna örnek olarak hidroelektrik santrallerinde elektrik enerjisine dönüştürülen, suyun potansiyel enerjisi verilebilir. Enerjinin korunduğunu ilk gösteren bilim adamı James Prescott Joule'dur (Resim 8.1).

Resim 8.1**James Prescott Joule:**

1818-1889 yılları arasında yaşamış İngiliz bilim adamıdır. Salford'ta doğan ünlü fizikçi, ısı ve enerji konularında çalışmalar yapmıştır. Enerjinin korunumu teorisi ve termodinamikler hakkındaki teorileri ile bilinir. Lord Kelvin ile birlikte çalışmalar yapmış ve Joule yasası olarak bilinen teoremi bulmuştur.



HÜCRE METABOLİZMASI

Canlıların özellikleri sıralanırken bunlardan bir tanesi de metabolizmadır. Organizmaların yaşama, büyüme ve çoğalmaları için hücrelerde gerçekleşen kimyasal reaksiyonların tümüne metabolizma denir. Metabolizma reaksiyonlarının gerçekleşebilmesi için önce canlıya enerji ve yeni sentezlemelerde ham madde sağlayacak olan besin maddelerinin verilmesi gerekir. Canlılara enerji sağlayan aynı zamanda da yapı maddesi olarak görev alıp yaşamsal olayları düzenli şekilde gerçekleştirmesinde kullanılan bütün maddelere besin denir. Besin maddeleri; protein, karbonhidrat, lipid, vitamin, su ve minerallerdir. Bunlardan protein, karbonhidrat ve lipidler organizmada hem yapı maddesi hem de enerji kaynağı olarak görev alırlar.

Hücrelerdeki kimyasal reaksiyonların büyük bölümü hücrelerdeki fizyolojik sistemler için gerekli enerjinin besinlerden sağlanması için gereklidir. Örneğin kasların kasılması, endokrin bezlerin sekresyonu, kas ve sinir liflerinin membran potansiyelinin devamı, gastrointestinal kanaldan besinlerin emilmesi ve birçok başka fonksiyonlar için gerekir.

Hücre içinde bulunan ve dışarıdan besinler yoluyla alınmış olan organik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisinin, metabolizma olaylarında kullanılan diğer bir kimyasal bağ enerjisine dönüşmesine **hücre solunumu** adı verilmektedir. Bu reaksiyonlar oksijenli ortamda gerçekleşirse buna **aerobik solunum**, oksijensiz ortamda gerçekleşirse **anaerobik solunum** ya da fermentasyon denir.

Vücut için gerekli olan oksijen dış solunum ile sağlanabilir. Kan dolaşımı ile dış ortam arasındaki solunuma dış solunum kan ile doku hücreleri arasındaki oksijen alışverişine ise iç solunum adı verilir. Her iki tip solunumda da gaz alışverişi **difüzyonla** gerçekleşir. Hücrelere ulaşan oksijen hücre içerisindeki reaksiyonlarda kullanılmak üzere hücre zarından geçerek sitoplazmaya girer.

Hücrelerde oksijenli solunum merkezi mitokondrilerdir. Mitokondriye hücrenin enerji üretim merkezi adı verilmektedir. Sitrik asit döngüsü enzimleri mitokondrinin matriksinde, elektron transport zinciri enzimleri ise mitokondrinin iç membranında lokalize olmuştur.

Mitokondrinin en önemli görevi ATP üretimidir. Bu amaçla mitokondri iç membranında çeşitli proteinler bulunur. Bu işlemin yapılabilmesi için sitozolde üretilen

Sekresyon: Salgı maddesinin salgı hücresinden depo yerine akması olayı.

Membran: Hücre zarı.

Gastrointestinal sistem: Sindirim sistemi, mid-barsak sistemi.

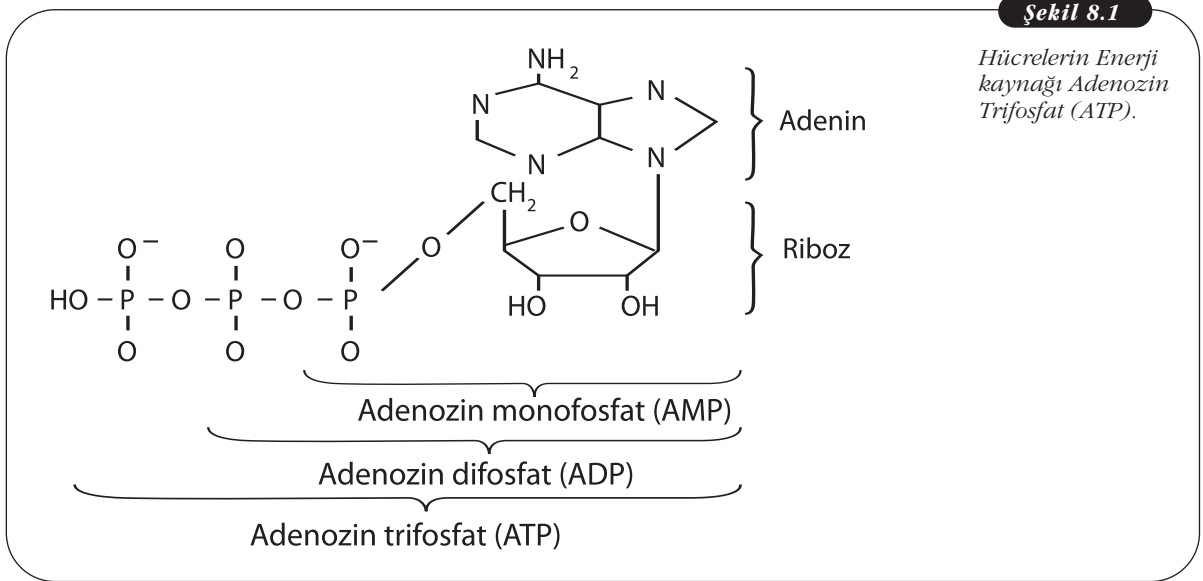
Difüzyon: Moleküllerin kinetik enerjileri sebebiyle çok yoğun bir bölgeden az yoğun bir bölgeye hareketleri.

piruvat ve NADH' ın oksitlenmesi gerekir. Bu işlemin tamamı hücre solunum ya da aerobik solunum olarak bilinir ve oksijen varlığında gerçekleşir. Oksijen miktarının sınırlı olduğu durumlarda glikolitik ürünler anaerobik solunum ile metabolize edilir. Aneerobik solunum mitokondriden bağımsız olarak gerçekleşen bir işlemdir. Glikozdan ATP üretimi oksijenli solunum ile gerçekleştiğinde ortaya çıkan enerji oksijensiz solunumun 13 katı kadardır.

Metabolizmada Adenozin Trifosfat'ın (ATP) Önemi

Adenozin Trifosfat(ATP) hücre içerisinde bulunan bir nükleotiddir ve en önemli işlevi hücre içi biyokimyasal reaksiyonlar için gerekli olan kimyasal enerjiyi sağlamaktır. Bunun yanında RNA sentezinde gerekli olan yapı taşlarından biridir.

ATP'nin yapısına bakıldığında adenin nükleotidi, riboz şekeri ve üç fosfat molekülünün birleşmesinden oluştuğu görülebilir. Yapıya katılan fosfatlardan son iki tanesi yüksek enerji bağları ile molekülünün geri kalanına bağlanır. Bu her iki fosfat kökünün birbirinden ayrılması 12.000 kalorilik enerji açığa çıkmasına neden olur. ATP den bir fosfat ayrılması ile ADP (adenozindifosfat), ADP den bir fosfat ayrılmasıyla AMP (adenozinmonofosfat) oluşur (Şekil 8.1).



ATP tüm hücrelerde bulunan enerji gerektiren biyokimyasal mekanizmalarda kullanılan bir maddedir. ATP çeşitli yollarla sentezlenebilir. Aerobik şartlarda ATP sentezi mitokondride oksidatif fosforilasyon ile gerçekleşir.

ATP sentezinde yakıt olarak başta glikoz ve trigliseridler kullanılır. Trigliseridlerin yıkılması sonucu gliserol ve yağ asitleri oluşur. Hücre sitoplazmasında glikoz ve gliserol glikoliz yoluyla pirüvata dönüştürülür ve pirüvat mitokondride krebs döngüsüne girerek oksitlenmeye devam eder.

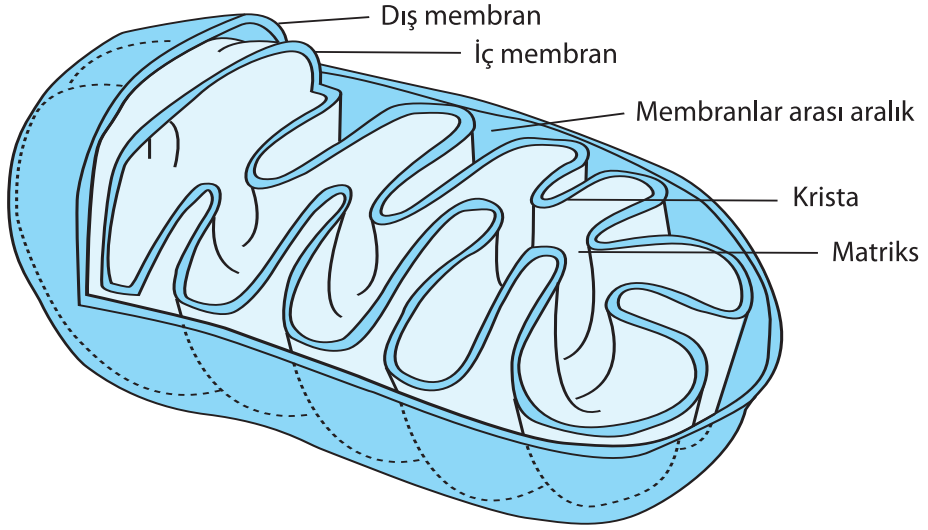
Aerobik Hücre Solunumu

Hücresin oksijenli (aerobik) solunum merkezi hücrelerin enerji üreticisi olarak ta bilinen mitokondridlerdir. Yapısında koparılabilen karbon bağları bulunan bütün organik bileşikler oksijenli solunumda ham madde olarak kullanılabilir.

Oksijenli solunum kısaca, organik besinlerin oksijen yoluyla yıkılarak ATP elde edilmesi işlemi olarak tanımlanabilir. Oksijenli solunumda ilk kullanılan organik bileşik karbonhidratlardır. Sonrasında ise sırayla yağlar ve proteinler yıkılır. Enerji üretiminde kullanılacak bu moleküller hücre içerisine alındıktan sonra öncelikle sitoplazmada enzimler tarafından daha küçük moleküllere ayrılır ve daha sonra mitokondri içerisine girer (Şekil 8.2).

Şekil 8.2

Mitokondrinin yapısında iç membran, dış membran, krista ve matriks bulunur.



Glikozun aerobik hücre solunumu sırasında ATP sentezleninceye kadar geçirdiği aşamalar iki evrede incelenebilir.

1. Glikolitik Evre

2. Sitrik asit(krebs siklusu) Evresi

1. Glikolitik Evre: Bu evre mitokondri dışında yani sitoplazmada gerçekleşir. Glikolitik evrede glikozdan 3 karbonlu pürivik asiti meydana getirecek olan reaksiyonların başlayabilmesi için glikozun aktif hali olan glikoz 1 fosfata dönüşmesi yani ATP den bir fosfat alarak enerji kazanması gerekir. Bir mol glikoz 6 fosfattan birbirini takip eden aşamalar sonucu 2 mol pürivik asit ($C_3H_4O_3$) ve net 2 ATP meydana gelir. Meydana gelen bu pürivik asit koenzim A etkisi ile asetilCoA ya dönüşür.

2. Sitrik asit (Krebs Siklusu) Evresi: Hücrelerin besinleri kullanarak enerji elde etmelerini sağlayan ve tüm yaşam formlarında önemli bir yer tutan biyokimyasal süreçlerin son aşamasıdır. Ökaryotlarda mitokondri içerisinde gerçekleşen krebs döngüsü sitrikasit ile başladığından dolayı sitrik asit döngüsü olarak ta adlandırılmaktadır. Bu reaksiyonlar ilk kez Alman kökenli Britanya'lı biyokimyacı Hans Adolf Krebs (Resim 8.2) tarafından tanımlanmıştır.

Resim 8.2



Hans Adolf Krebs

Alman asıllı Britanya'lı biyokimya uzmanıdır. 1900-1981 yılları arasında yaşamıştır. 1954'te Oxford Üniversitesinde biyokimya profesörü olmuş, 1953 yılında Nobel Tıp ödülünü Krebs döngüsü üzerine yaptığı çalışmalar ile almaya hak kazanmıştır.

Krebs döngüsü oksijenli solunumun glikolitik evreden sonraki ikinci aşamasıdır. Krebs döngüsü reaksiyonlarının başlaması için 2 mol pürivik asitin mitokondriye geçmesi gerekir. Glikolizis ile üretilen her piruvat molekülü mitokondri iç membranını **aktif transport** ile geçip matrikse ulaştıktan sonra burada okside olur ve CoenzimA, asetil CoA ve NADH ile kombine olur.

Asetil CoA sitrik asit döngüsünün birincil substratıdır. Sitrik asit döngüsünde görev alan enzimler mitokondriyal matrikste yer alır. Yalnızca süksinat dehidrojenaz bu gruba dahil değildir ve iç mitokondri membranının da kompleks II'nin bir parçası olarak görev alır. Sitrik asit döngüsünde asetil CoA - CO₂ ye oksitlenir. Bu sırada indirgenmiş Co faktörler (3 molekül NADH ve 1 molekül FADH₂) üretilir. Bu ürünler elektron transport zincirinin kaynağını oluşturur. Bu metabolik yolun son ürünleri 2 CO₂, 3 NADH₂, 1 FADH₂ ve 1 GTP molekülüdür.

Eğer 1 mol glikoz vücut dışında oksijenli ortamda yanarsa glikozdaki toplam bağ enerjisi olan 686 kcal ısı enerjisi ortaya çıkar. Aerobik hücre solunumunda ise 1 mol ATP'nin sentezi için 8 kcal gereklidir. Yani 38 mol ATP sentezlenmesinde 686 kcal yerine 304 kcal kullanılmıştır.

Hücrelerde meydana gelen oksijenli solunumda ilk kullanılan organik bileşik karbonhidratlardır. Yeteri miktarda karbonhidratın bulunmaması halinde enerji üretimi için yağlar ve daha sonrasında da proteinler kullanılır. Enerji üretiminde yağlar kullanılacaksa, yağlar öncelikle sitoplazmada yağ asidi ve gliserole parçalanır. Meydana gelen gliserol 3C lu bir moleküldür ve önce pürivik asite sonra Coenzim A ile asetil CoA ya dönüşür. Yağların parçalanması sonucu meydana gelen yağ asitleri ise 2C'lu üniteler halinde Coenzim A ile birlikte asetilCoAya dönüşür ve krebs siklusuna katılır.

Enerji üretiminde proteinler kullanılacak ise öncelikle yapı taşları olan aminoasitlere parçalanırlar. Daha sonra aminoasitlerden amino grubu (NH₂) deaminasyon denen reaksiyon ile ayrılır. Deaminasyondan sonra bunların 3C'lu ünitelerden oluşanları önce pürivik asite daha sonra Coenzim A ile birlikte, 2C'lu ünitelerden oluşanları ise doğrudan doğruya Coenzim A ile birlikte asetil Coenzim A ya dönüşür ve krebs siklusuna katılmak üzere mitokondri içerisine girer.

Aktif Transport: Hücrenin kullanımına hazır serbest enerjinin bir bölümünün, yönlendirilmiş bir pompalama içinde harcanması ile pasif transporttan ayrılır. Bu şekilde yüksek konsantrasyona karşı da bir transport gerçekleşebilir.

Aerobik solunumun glikolitik evresinde ve krebs döngüsünde doğrudan üretilen ATP miktarı oldukça azdır. Özellikle krebs döngüsünde organik bileşiklerinin parçalanmasıyla açığa çıkan hidrojen atomları yardımıyla NADH_2 ve FADH_2 maddeleri üretilir. Bu moleküllerdeki hidrojen atomlarının elektron transport zincirinden (ETS) geçerek en son O_2 ile birleşerek suyu oluştururlar. Eğer bir çift H atomu ETS'ye NAD tarafından taşınırsa her bir hidrojen atomuna karşılık 3 ATP, FAD ile taşınırsa 2 ATP sentezlenir. Elektron transport zinciri mitokondrinin solunum enzimlerini de taşıyan krista bölgesinde gerçekleşir. ETS' de iç zardaki enzimlere taşınan elektronlar sonunda oksijene bağlanır ve su meydana gelir. Oksijenli solunum sonucunda toplam 40 ATP sentezlenir, glikolizde 2 ATP harcadığı için **net kazanç 38 ATP**'dir (Tablo 8.1).

Tablo 8.1

Oksijenli solunum sırasında her evrede oluşan ATP miktarları ve toplam ATP miktarı.

	ATP (Net)	ADH_2	NADH_2	Net Kazanç
Glikolitik Evre	2 ATP	-	2x3	8 ATP
Privük asit	-	-	2x3	6 ATP
Krebs Döngüsü	2 ATP	2x2	6x3	24 ATP
Toplam	4 ATP	4	30	38 ATP

Anaerobik Hücre Solunumu

Hücrede meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların devam edebilmesi için gerekli olan enerjinin sağlanabilmesi için, karmaşık yapıları organik bileşiklerin yıkımlanarak enerji elde edilmesi olayına hücre solunumu denir. Hücre solunumu genellikle oksijen varlığında gerçekleşir. Fakat bazı durumlarda hücre yeteri miktarda oksijen bulamaz bu durumda organik moleküllerin yıkımı oksijensiz olarak devam eder buna anaerobik solunum denir.

Anaerobik solunum, oksijen yokluğunda enerji üretmek amacıyla organik moleküllerin indirgenme yoluyla ATP üretilmesidir. Hayvanlarda ve yüksek organizasyonlu tüm canlılarda aerobik solunumla birlikte anaerobik solunumda aynı anda görülür. Özellikle fiziksel aktivitenin arttığı durumlarda ya da oksijen oranının düşük olduğu ortamlarda bulunulduğunda dokulara ve dokuları oluşturan hücrelere yeteri kadar oksijen giremez. Bu durumda glikozun yıkımı ve enerji üretilmesi anaerobik olarak gerçekleştirilir.

Anaerobik solunumun verimi aerobik solunumun verimine göre oldukça düşüktür. Çünkü anaerobik solunum sonucunda glikoz tam parçalanmamış ve meydana gelen laktik asit yapısında açığa çıkmamış bağ enerjisi kalmıştır.

Anaerobik solunumda da aerobik solunumda olduğu gibi glikozun 3C'lu pürivik asite dönüşene kadar geçen tüm reaksiyonları aynıdır. Fakat anaerobik solunumun daha sonraki reaksiyonlarında çeşitli enzimlerin kontrolü altında hayvan hücrelerinde laktik asit, mayalarda etilalkol ve karbondioksit ve enerji oluşur.

Anaerobik solunum yapan bakteriler üzüm suyunda bulunan glikozu etil alkol ve karbondioksitde parçalar. Bu yolla yaşamsal etkinliklerini sürdürebilmek ve çoğalabilmek için gerekli enerjiyi elde ederler ve bakterilerin bu özelliğinden yararlanılarak meyve sularından şarap üretilir. Aynı şekilde arpa özütünden bira üretilmesi, hamurun kabarması, süttten yoğurt ve peynir elde edilmesi ve üzüm suyundan sirke elde edilmesi çeşitli anaerobik solunum yapan organizmaların yoluyla gerçekleşir.

METABOLİK REAKSIYONLAR

Metabolizma, oldukça düzenli bir işleyiş içinde olan, biyokimyasal bir reaksiyonun başlangıç maddesinden ürüne dönüşüncüye kadar ki süreçte çeşitli kimyasal reaksiyonların meydana geldiği karmaşık bir olaydır.

Metabolizma da meydana gelen reaksiyonlar iki grupta incelenebilir.

- 1. Anabolik Reaksiyonlar:** Asimilasyon, özümleme veya anabolizma olarak adlandırılan, basit ve küçük moleküllerden daha karmaşık yapıdaki moleküllerin sentezlenmesi olayıdır. Anabolik reaksiyonların meydana gelmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Bu reaksiyonlara metabolizmanın yapım faaliyetleri de denilebilir. Biyosentez, biyolojik bir yapının büyümesi ve daha da kompleks hale gelmesi anlamına gelmektedir. Biyosentez için gerekli olan enerji ATP'den elde edilmektedir. Hücrelerdeki bazı sentez reaksiyonları yüksek enerjili hidrojen atomuna gereksinim gösterir ki bu gereksinim NADPH ya da NADH tarafından karşılanır. Besinlerle alınan aminoasitler metabolizma tarafından vücut için gerekli olan proteinlere, nükleik asitler DNA ve RNA'ya, yağ asitleri lipidlere dönüştürülür. Tüm bu reaksiyonlar anabolik reaksiyonlardır.
- 2. Katabolik Reaksiyonlar:** Metabolizmanın yıkım fazı olup ister dışarıdan alınsın ister hücrede depo edilen büyük biyomoleküller olsun basamak basamak yıkım reaksiyonuna uğrayarak daha küçük ve daha basit olan yapı taşlarına ayrılmasıdır. Katabolik reaksiyonlar sonucu enerji açığa çıkar. Katabolik reaksiyonların sonucunda ortaya çıkan serbest enerjinin büyük bir kısmı kimyasal enerji olarak (ATP) depolanmaktadır. Bir kısmı da NADPH ve $FADH_2$ 'de tutulmaktadır. Katabolizma sonucunda ısı enerjisi de meydana gelmektedir.

Başlıca Metabolik Reaksiyonlar

Organizmayı oluşturan moleküller ya canlının yapısına katılırlar ya da yapının oluşumu ve sürekliliğini sağlayan fonksiyonlara katılırlar. Gıdalarla alınan besin maddeleri sindirim sistemi tarafından sindirilip hücreye girdikten sonra çeşitli biyokimyasal reaksiyonlara katılırlar. Canlılığın devam edebilmesi için metabolizma olarakta adlandırılan bu reaksiyonlar zincirinin kesintisiz devamlılığı gereklidir. Metabolizmada meydana gelen başlıca reaksiyonlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

1. Hidrolitik Yıkılma
2. Kondenzasyon
3. Oksido Redüksiyon
4. Transfosforilasyon
5. Fonksiyonel Grup Transferi
6. Elektron Transferi
7. Yeniden Düzenlenme

Hidrolitik Yıkılma

Bir maddenin suyun H^+ ve OH^- iyonunu ayrı ayrı bağlayarak kendini oluşturan yapı birimlerine ayrılmasıdır. Bu tip metabolik reaksiyon en çok sindirim sisteminde meydana gelir. Besinlerle alınan çoklu şekerler (disakkarit ya da polisakkaritler), yağlar, proteinler sindirim kanalına girdikten sonra özel hidrolitik enzimlerle yıkımlanırlar. Örneğin gıda olarak yenilen et önce sindirim enzimlerince proteinlere, proteinler de kendilerini oluşturan aminoasitlere parçalanarak organizma için

gerekli reaksiyonlarda kullanılırlar. Biyokimyada pek çok biyolojik işleyişin bu reaksiyona dayanarak gerçekleştiği gözlenmektedir. Bu parçalanma sırasında parçalanılan kısımlardan birine H^+ iyonu diğerine ise OH^- grubu bağlanır. Hidrolizde monomer sayısının 1 eksiği kadar su harcanır.

Kondenzasyon

Kondenzasyon ya da kondenzasyon polimerleşmesi olarak bilinen metabolik reaksiyon, iki küçük molekülün birbirine bağlanması sırasında H_2O ya da NH_3 gibi bir molekülün ayrılmasıyla yeni ve daha büyük bir molekülün meydana gelmesidir. Kondenzasyon polimerleşmesine örnek olarak etil alkol ve asetik asitin birleşerek etil asetatı ve yan ürün olarak su oluşumu örnek olarak verilebilir. Metabolizmada ise gıdalar ile alınan amino asitlerin birleşerek karmaşık yapıları proteinleri oluşturması örnek olarak verilebilir. Ayrıca metabolizma için gerekli olan polisakkarit ve disakkaritlerin monosakkaritlerden sentezlenmesi ve gliserol ile yağ asitlerinin birleşerek lipidlerin oluşması organizmada meydana gelen kondenzasyon reaksiyonlarıdır. Kondenzasyon reaksiyonları enerji gerektiren reaksiyonlardır. Son ürün olarak oluşan polimerin yanı sıra su ya da amonyak açığa çıkmaktadır.

Oksido Redüksiyon

Bir elementin, kimyasal reaksiyonda elektron alması olayına indirgenme (redüksiyon) denir. Yükseltgenme olayına yani elektron vermeye de oksidasyon denir. Reaksiyonda elektron vererek yükseltgenen element karşısındakini indirgediği için *indirgen*, elektron alarak indirgenen element karşısındakini yükselttiği için *yükseltgen* olarak tanımlanır. Metabolizmada bu tür reaksiyonların oluşabilmesi için gerekli enzimlere oksidoredüktazlar adı verilir. Primer bir alkolün aldehide yükseltgenmesinde indirgenen hidrojen ve olay bir dehidrojenasyondur. Bir aldehitin karboksilik asite yükseltgenmesinde ise önce aldehide 1 mol su katılarak aldehid hidrat oluşur sonra bundan iki hidrojen atomu ayrılır.

Protein, karbonhidrat ve lipid gibi besin maddelerinin insan ve hayvan dokularında yükseltgenmesi (Biyolojik oksidasyon) canlıların ihtiyaçlarına göre düzenli şekilde ve hızla meydana gelmektedir.

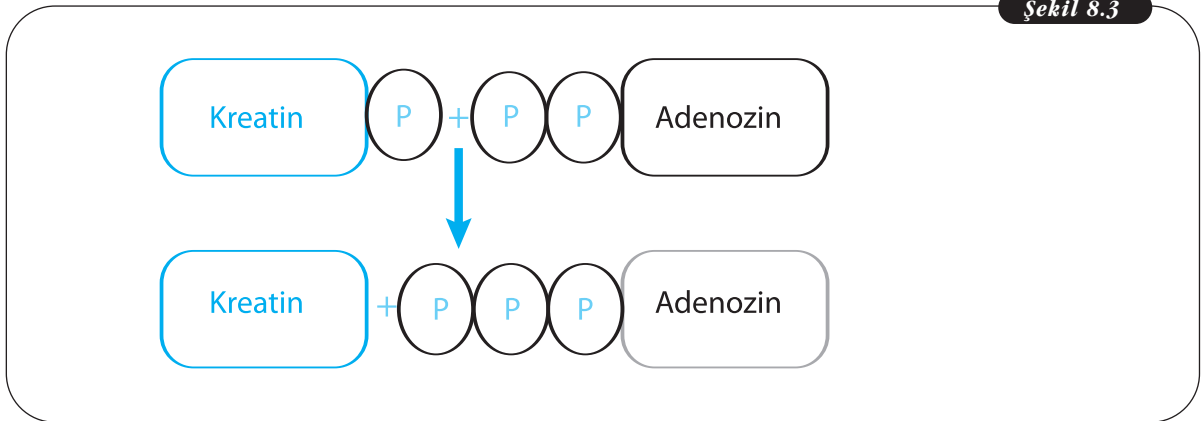
Transfosforilasyon

Bir molekülün yapısında yer alan fosfat grubunun bir bileşikden diğer bir bileşiğe, serbest inorganik fosfat meydana gelmeksizin, aktarılması olayıdır. Bu reaksiyonun meydana gelmesini katalizleyen enzimler fosfokinazlardır. Genel olarak yüksek enerjili bileşikler olan fosfat grubu vericilerine örnek olarak enol fosfat, açıl fosfat, nükleozid trifosfat verilebilir. Glukoz-6-fosfat ve gliserol-1-fosfat ise düşük enerjili fosfat bileşikleridir.

Fonksiyonel Grup Transferi

Bu tip metabolik reaksiyon, molekülün yapısında bulunan fonksiyonel grubun başka bir moleküle aktarılması olayıdır. Bu reaksiyona örnek olarak kas aktivitesi sırasında, kaslarda bulunan kreatin fosfat'ın, fosfat grubunu Adenozin difosfat'a (ADP) aktarması ve sonuç olarak enerji kaynağı olan ATP (Adenozin trifosfat) ve kreatin oluşması verilebilir (Şekil 8.3).

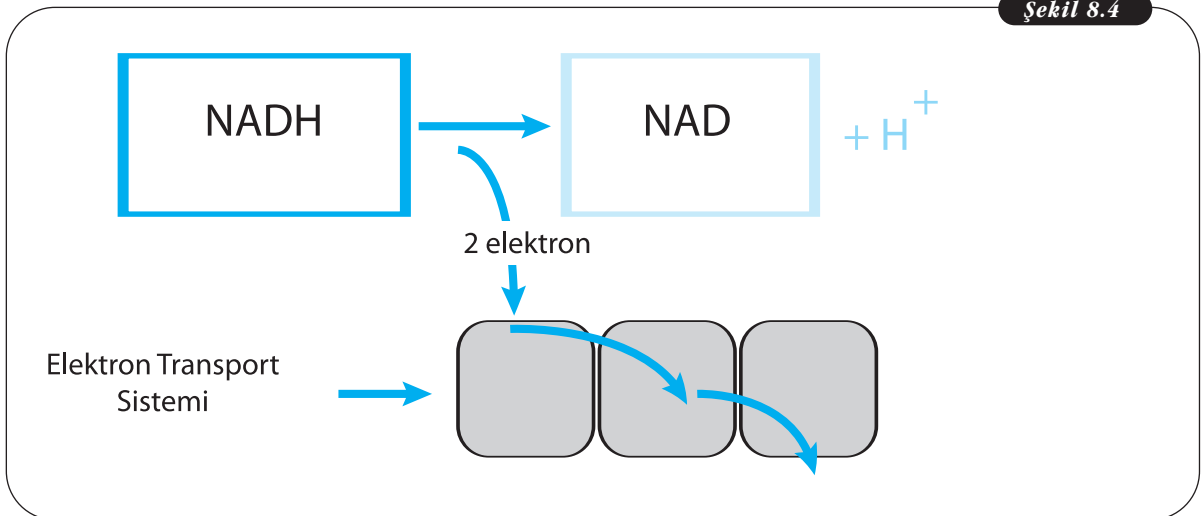
Şekil 8.3



Elektron Transferi

Elektronlar enerji taşıyan atomaltı parçacıklardır ve bu enerjilerini bir molekülden diğerine geçerken ortaya çıkartırlar. Örneğin aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi, elektron taşıyıcısı olan NADH molekülü, NAD^+ ve H^+ iyonlarına 2 elektron vererek dönüşür. Ortaya çıkan bu elektronlar, hücre organellerinin zarlarında özel olarak görevli proteinler tarafından tutulurlar ve enerji üretiminde kullanılırlar (Şekil 8.4).

Şekil 8.4

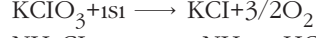


Yeniden Düzenlenme

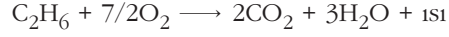
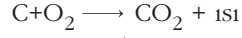
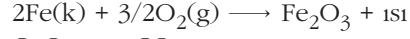
Metabolizmada çoğu zaman moleküllerin kimyasal yapısı yeniden düzenlenerek yani atom sayıları sabit kalmak şartıyla üç boyutlu uzaydaki yapıları değişerek farklı biyokimyasal olaylarda görev alırlar. Bu dönüşüm sırasında molekülün fiziksel ve kimyasal özellikleri ve metabolizmadaki görevi de değişmektedir. Genellikle bu tür reaksiyonlarla önceki formuna göre daha fazla enerji depolayabilen moleküller oluşur.

Metabolik Reaksiyonların Termodinamik Sınıflandırması

Endotermik Reaksiyonlar: Gerçekleşirken dışarıdan ısı alan tepkimelere **Endotermik Tepkime** denir. Bu tepkimelerde maddenin enerjisi artar.



Ekzotermik Reaksiyonlar: Gerçekleşirken dışarıya ısı veren tepkimelere **Ekzotermik Tepkime** denir. Bu tepkimelerde maddenin enerjisi azalır.



Özet



Enerji kavramını tanımlamak.

Enerji, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Enerji yalnız bir şekilden diğerine dönüşebilir, yok olmaz ya da yeniden yaratılamaz. Enerjinin bir şekilden diğerine dönüşmesi sırasında enerjinin bir kısmı kaybolur bunun nedeni ısı oluşumudur.



Enerji türlerini sınıflandırmak.

Enerji temel olarak 6 sınıfa ayrılır. Bunlar; Kinetik Enerji (Hareket enerjisi), Hidrolik Enerji (Sıvının hareket enerjisi), Nükleer Enerji (Atom çekirdeği enerjisi), Termal Enerji (Termonükleer enerji), Elektrik Enerjisi (Elektron enerjisi) ve Kimyasal Enerji (Moleküler enerji)



Metabolizma kavramını açıklamak.

Canlıların özelliklerinden biri olan metabolizma, organizmaların yaşama, büyüme ve çoğalmaları için hücrelerde gerçekleşen kimyasal reaksiyonların tümüdür. Metabolizma reaksiyonlarının gerçekleşebilmesi için önce, canlıya enerji ve yeni sentezlemelerde ham madde sağlayacak olan karbonhidrat, protein, lipid ve vitaminler gibi besin maddelerinin dışarıdan alınması gerekir.



Hücre solunumu çeşitleri hakkında yorum yapmak.

Hücre içinde bulunan ve dışarıdan besinler yoluyla alınmış olan organik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisinin, metabolizma olaylarında kullanılan diğer bir kimyasal bağ enerjisine dönüşmesine **hücre solunumu** adı verilmektedir. Bu reaksiyonlar oksijenli ortamda gerçekleşirse buna **aerobik solunum**, oksijensiz ortamda gerçekleşirse **anaerobik solunum** denir.



Aerobik ve anaerobik hücre solunumu sırasında oluşan enerji miktarlarını açıklamak.

Oksijenli solunum (aerobik solunum) sonucunda toplam 40 ATP sentezlenir, glikolizde 2 ATP harcandığı için net kazanç 38 ATP'dir. Piruvat omurgalıların iskelet kaslarında anaerobik solunumla laktik asit parçalanır. Bu bileşik kaslarda yorgunluğa sebep olur. Dinlenme anında kana geçer, karaciğere gider ve yeniden glikoza dönüştürülür.

Glikoz + 2 ATP = 2 Laktik asit (3 C'lu) + 4 ATP (Net kazanç 2 ATP)



Başlıca metabolik reaksiyonlar hakkında kısaca açıklama yapmak.

Başlıca metabolik reaksiyonlar: Hidrolitik Yıkılma, Kondenzasyon, Oksido Redüksiyon, Transfosforilasyon, Fonksiyonel Grup Transferi, Elektron Transferi, Yeniden Düzenlenme

Kendimizi Sınayalım

- Aşağıdakilerden hangisi bir enerji çeşidi **değildir**?
 - Kinetik Enerji
 - Hidrolik Enerji
 - Nükleer Enerji
 - Termal Enerji
 - Allosterik Enerji
- Aşağıdakilerden hangisi enerjinin özelliklerindendir?
 - Yeniden yaratılabilir.
 - Doğada enerjinin korunumu söz konusudur.
 - Tek enerji kaynağı güneştir.
 - Metabolik enerjinin oluşabilmesi ancak kinetik enerji ile mümkündür.
 - Kimyasal bağ enerjisi, atomların parçalanması ile ortaya çıkar.
- Organik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisinin, metabolizma olaylarında kullanılan diğer bir kimyasal bağ enerjisine dönüşmesine hücre solunumu adı verilmektedir. Aşağıdakilerden hangisi bir solunum çeşididir?
 - Kimyasal solunum
 - Organik solunum
 - Hücresel solunum
 - İç solunum
 - Anaerobik solunum
- Hayvansal hücrelerde oksijenli solunum merkezi yani enerji üretim merkezi hangi organeldir?
 - Mitokondri
 - Golgi aygıtı
 - Hücre çekirdeği
 - Lizozom
 - Hücre zarı
- Aşağıdakilerden hangisi anabolik reaksiyonları tanımlar?
 - Basit ve küçük moleküllerden daha karmaşık yapıdaki moleküllerin sentezlenmesi olayıdır.
 - Gerçekleşirken dışarıdan ısı alan tepkimelerdir.
 - Molekülün yapısında bulunan fonksiyonel grubun başka bir moleküle aktarılması olayıdır.
 - Protein, karbonhidrat ve lipid gibi besin maddelerinin insan ve hayvan dokularında yükseltgenmesi olayıdır.
 - Anaerobik solunumda ya da aerobik solunumda olduğu gibi glikozun 3C'lu pürivik asite dönüşmesi olayıdır.
- Büyük biyomoleküllerin basamak basamak yıkım reaksiyonuna uğrayarak daha küçük ve daha basit olan yapı taşlarına ayrılması metabolik reaksiyonlardan hangisidir?
 - Anabolik Reaksiyonlar
 - Katabolik Reaksiyonlar
 - Kondenzasyon
 - Transformasyon
 - İzomerizasyon
- Aşağıdaki tanımlardan hangisi kondenzasyon ya da kondenzasyon polimerleşmesi olarak bilinen metabolik reaksiyonu tanımlar?
 - İki küçük molekülün birbirine bağlanması sırasında H_2O ya da NH_3 gibi bir molekülün ayrılmasıyla yeni ve daha büyük bir molekülün meydana gelmesidir.
 - Hücre içinde bulunan ve dışarıdan besinler yoluyla alınmış olan organik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisinin, metabolizma olaylarında kullanılan diğer bir kimyasal bağ enerjisine dönüşmesidir.
 - Elektronlar enerji taşıyan atomaltı parçacıklardır ve bu enerjilerinin bir molekülden diğerine geçerken ortaya çıkartmasıdır.
 - Biyosentez için gerekli olan enerjinin ATP'den elde edilmesidir.
 - Bir maddenin moleküllerinin başka moleküller ile yaptığı reaksiyon sonucu ortaya çıkan enerjinin metabolik enerjiye dönüşmesidir.
- Oksijenli solunum sonucu net ATP kazancı ne kadardır?
 - 40
 - 42
 - 38
 - 36
 - 32
- Oksijensiz solunumda son ürün olan laktik asit oluşana kadar elde edilen net ATP kazancı ne kadardır?
 - 2
 - 4
 - 6
 - 8
 - 10

10. Bir elementin, kimyasal reaksiyonda elektron alması olayına redüksiyon, yükseltgenme olayına yani elektron vermeye de oksidasyon denir. Metabolizmada bu reaksiyonları katalizleyen enzimlerin genel adı aşağıdakilerden hangisidir?

- Kinazlar
- Oksidoredüktazlar
- Transaminazlar
- Fosforilazlar
- Redüktazlar

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı

- | | |
|-------|---|
| 1. e | Yanıtınız yanlış ise, “Enerji Nedir?” konusunu gözden geçiriniz. |
| 2. b | Yanıtınız yanlış ise, “Enerji Nedir?” konusunu gözden geçiriniz. |
| 3. e | Yanıtınız yanlış ise, “Hücre Metabolizması” konusunu gözden geçiriniz. |
| 4. a | Yanıtınız yanlış ise, “Hücre Metabolizması” konusunu gözden geçiriniz. |
| 5. a | Yanıtınız yanlış ise, “Metabolik Reaksiyonlar” konusunu gözden geçiriniz. |
| 6. b | Yanıtınız yanlış ise, “Metabolik Reaksiyonlar” konusunu gözden geçiriniz. |
| 7. a | Yanıtınız yanlış ise, “Başlıca Metabolik Reaksiyonlar” konusunu gözden geçiriniz. |
| 8. c | Yanıtınız yanlış ise, “Aerobik Hücre Solunumu” konusunu gözden geçiriniz. |
| 9. a | Yanıtınız yanlış ise, “Aerobik Hücre Solunumu” konusunu gözden geçiriniz. |
| 10. b | Yanıtınız yanlış ise, “Oksido Redüksiyon” konusunu gözden geçiriniz. |

Yararlanılan Kaynaklar

- Arthur C. Guyton, John E. Hall (1996)**, Textbook of Medical Physiology, 9th Ed., Saunders Company, Pennsylvania.
- G.L.Patric (2004)**, Instant Notes Organic Chemistry, 2nd ed., Bios scientific publishers, New York.
- Eşref Deniz (1992)**, Tıbbi Biyoloji, 4.Baskı, Özkan Matbaa, Ankara.
- Moris Hein (2005)**, Introduction to General, Organic and Biochemistry, 8th Ed., John Wiley Inc., New Jersey.
- Paula Yurkanis Bruice (2010)**, Organic Chemistry, 4th., Prentice Hall, New Jersey.
- Robert C. Atkins (2002)**, Organic Chemistry: A Breef Course, 3th Ed., Mc-Graw-Hill, New York.
- Rex Montgomery, Thomas Conway, Arthur Spector, David Chapell (1996)**, Biochemistry0 A case report Apporoach, 6th Ed., Mosby-Year Book, Missouri.