

Karbon ve Yaşamın Moleküler Çeşitliliği

Prof. Dr. Bektaş TEPE

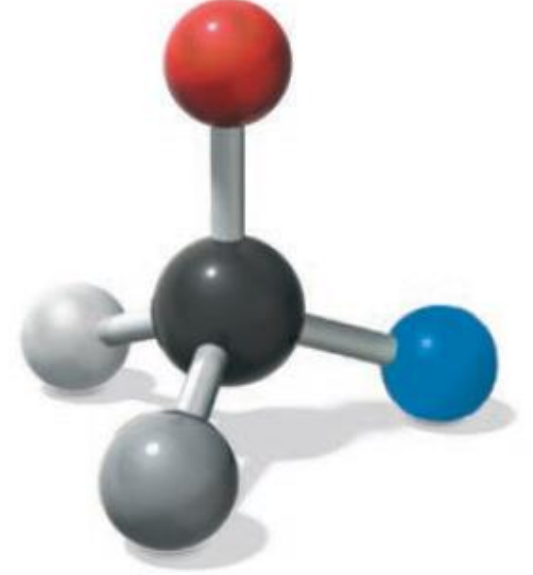
Genel Biyoloji

Bölüm 4



Karbon – Yaşamın Temeli

- Canlı organizmalar, büyük ölçüde karbon elementine dayalı kimyasallardan oluşur.
- Karbon, fotosentetik organizmalar tarafından atmosferik CO₂'nin organik moleküllere dönüştürülmesiyle biyosfere girer.
- Bu karbon bazlı moleküller, diğer organizmaları tüketen tüketiciler tarafından alınır.





Karbonun Benzersiz Özellikleri

- Karbon, büyük, karmaşık ve çeşitli moleküller oluşturma kapasitesi ile benzersizdir.
- Proteinler, DNA, karbonhidratlar gibi biyolojik moleküller karbon atomlarından oluşur.
- Hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), kükürt (S) ve fosfor (P) gibi elementler de biyomoleküllerin bileşenleridir.





Küçük Moleküllerden Büyük Yapılara

- Büyük biyolojik moleküller (örneğin proteinler), yaşamın temel yapı taşlarındandır.
- Küçük moleküllerin yapısal özellikleri, karbonun yaşam için önemini açıklar.
- Maddenin organizasyonu, canlı organizmalarda yeni özelliklerin ortaya çıkmasına neden olur.



İZLE



Organik Kimya – Karbon Bileşiklerinin Bilimi

- Karbon içeren bileşikler organik bileşikler olarak adlandırılır ve bunları inceleyen bilim dalı organik kimyadır.
- 1800'lü yılların başlarında, kimyacılar belirli koşullar altında laboratuvarında basit bileşikler sentezleyebildi.
- Ancak, karmaşık organik moleküllerin yalnızca canlı organizmalarda oluşabileceği düşünülüyordu.

Bi Dünya Biyoloji



Bektaş Tepe
gezimania_tr



Organik Bileşiklerin Laboratuvar Sentezi

- 1828'de Friedrich Wöhler, amonyum siyanat (NH_4^+ ve CNO^- iyonları) sentezlemeye çalışırken üre (hayvan idrarında bulunan bir organik bileşik) elde etti.
- Bu buluş, organik bileşiklerin fiziksel ve kimyasal yasalarla sentezlenebileceğini gösterdi.
- Sonraki yıllarda, laboratuvarda giderek daha karmaşık organik bileşikler sentezlendi.





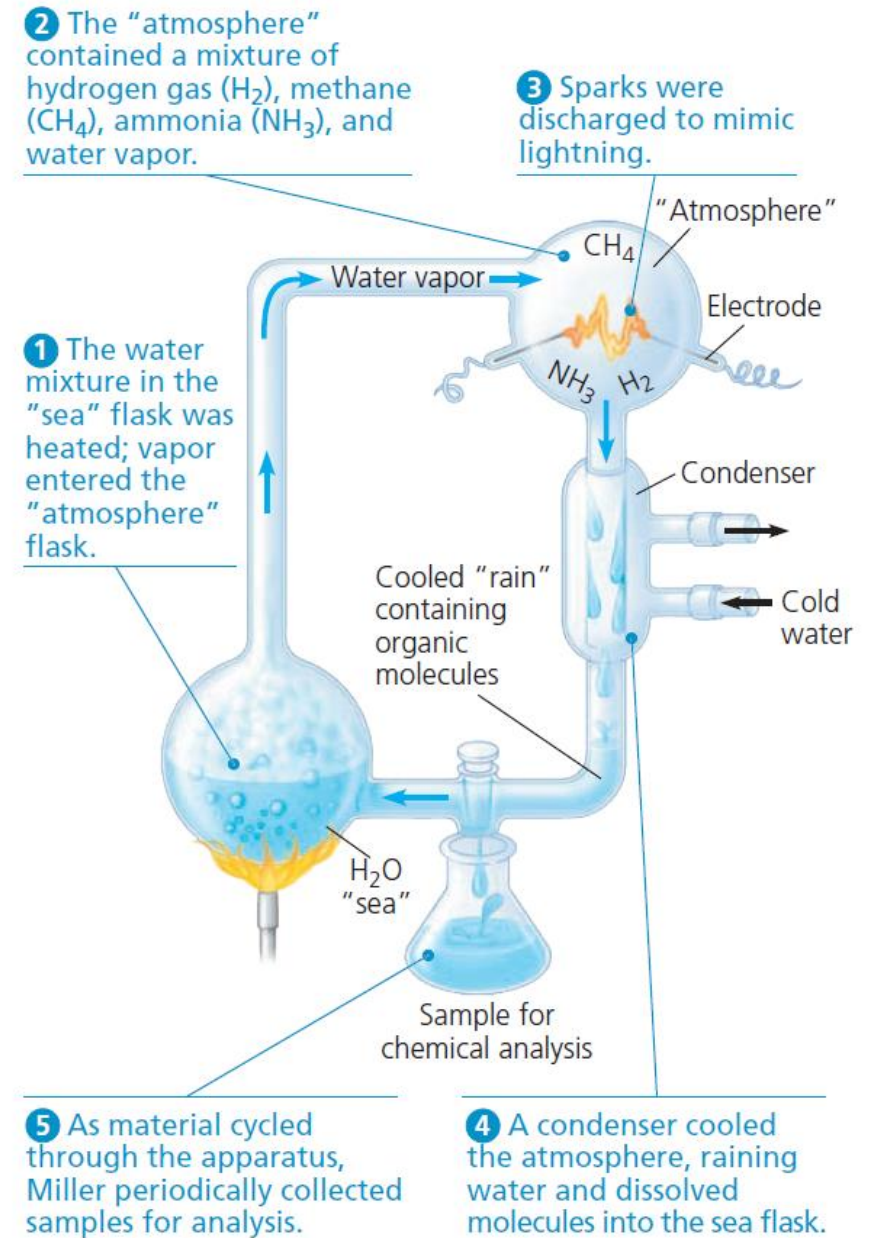
Organik Kimyanın Kapsamı

- Organik kimya, kökeni ne olursa olsun karbon bileşiklerini inceler.
- Organik bileşikler, basit metan (CH_4) molekülünden, binlerce atom içeren dev proteinlere kadar değişiklik gösterir.



Organik Moleküller ve Yaşamın Kökeni

- 1953'te Stanley Miller, hocası Harold Urey ile birlikte organik bileşiklerin abiyotik (cansız) sentezini evrim bağlamında araştırdı.
- Miller'ın deneyleri, erken Dünya koşullarında karmaşık organik moleküllerin kendiliğinden oluşabileceğini gösterdi.
- Bu tür sentezlerin volkanik bölgelerde gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir.



İZLE



Canlılığın Temel Elementleri ve Karbonun Rolü

- Yaşamın temel elementleri olan C, H, O, N, S ve P tüm organizmalarda benzer oranlarda bulunur.
- Bu benzerlik, tüm canlıların ortak evrimsel kökenine işaret eder.
- Karbon, dört bağ yapabilme özelliği sayesinde çok çeşitli organik moleküllerin oluşmasına olanak tanır.

Bi Dünya Biyoloji



Bektaş Tepe
gezimania_tr



Karbonun Kimyasal Esnekliği ve Canlı Çeşitliliği

- Karbonun farklı moleküller oluşturabilme yeteneği, biyolojik çeşitliliğin temelini oluşturur.
- Farklı türler ve aynı tür içindeki bireyler, ürettikleri organik moleküller bakımından farklılık gösterir.
- Karbonun bu kimyasal esnekliği, dünyadaki ve fosil kayıtlarındaki biyolojik çeşitliliği mümkün kılar.





Karbon Atomlarının Bağlanma Kapasitesi

- Bir atomun kimyasal özelliklerini belirleyen en önemli faktör, elektron dizilimidir.
- Valans elektronları, bir atomun başka atomlarla yapabileceği bağların türünü ve sayısını belirler.
- Karbon, dört valans elektronu sayesinde dört farklı atomla bağ kurarak çeşitlilik gösteren organik moleküller oluşturabilir.

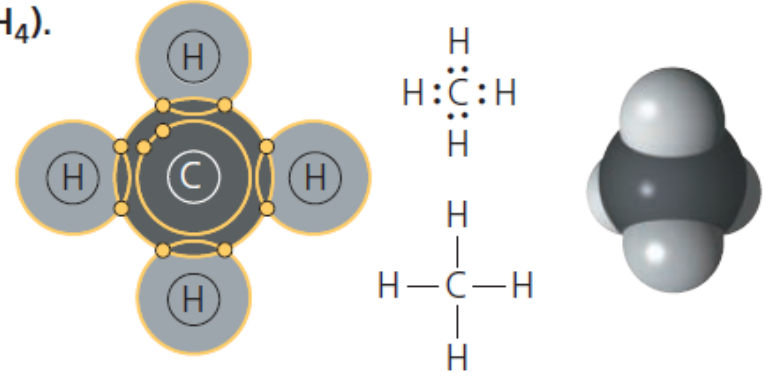




Karbonun Bağ Oluşturma Yeteneği

- Karbon atomu, 6 elektrona sahiptir; bunlardan 2'si birinci kabukta, 4'ü ise ikinci kabuktadır.
- Dış kabuğunda 8 elektrona ulaşmak için 4 değerlik elektronunu diğer atomlarla paylaşarak kovalent bağlar oluşturur.
- Organik moleküllerde karbon genellikle tekli veya ikili kovalent bağlar yapar.
- Bu özelliği sayesinde karbon, büyük ve karmaşık moleküller oluşturabilir.

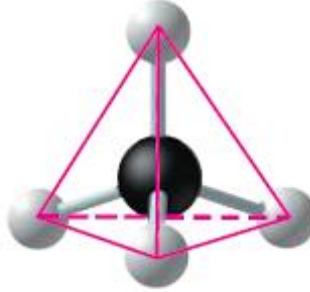
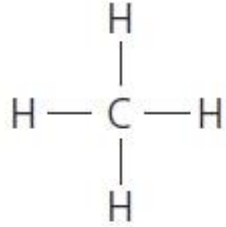
(d) Methane (CH₄).
Four hydrogen atoms can satisfy the valence of one carbon atom, forming methane.





Karbonun Bağ Yapısı ve Molekül Geometrisi

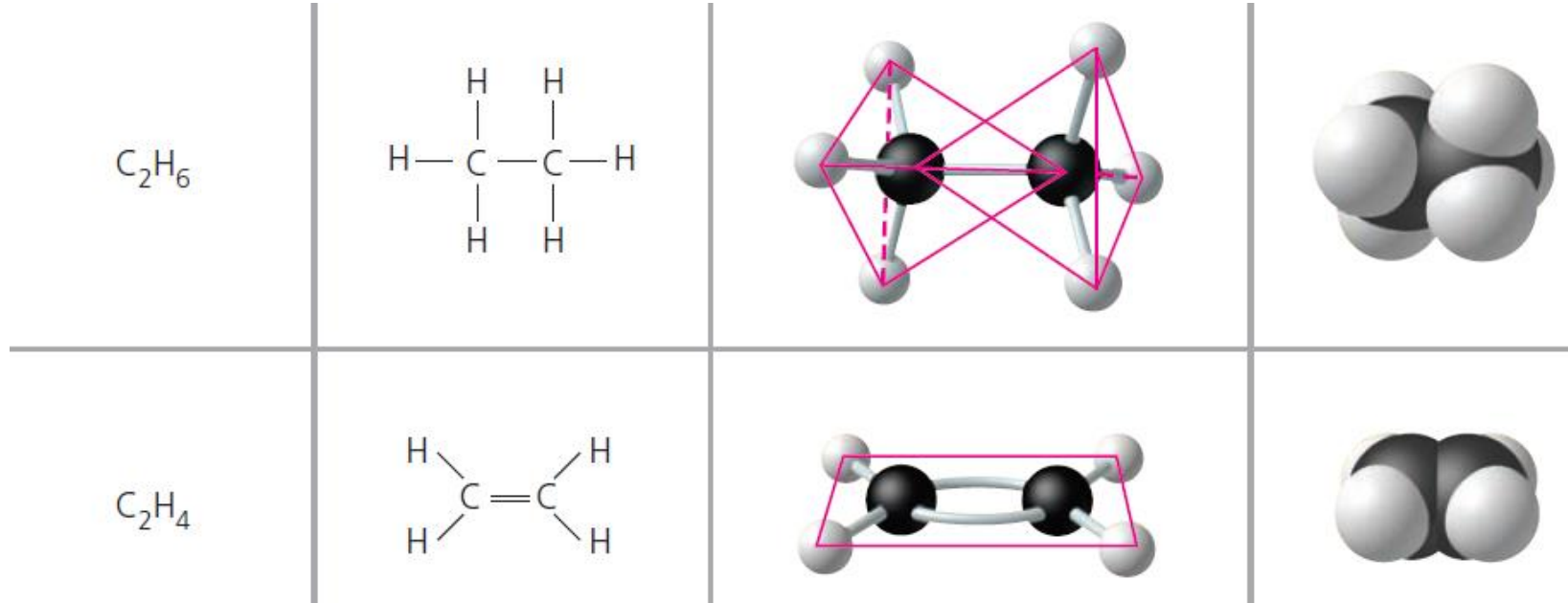
- Karbon, dört tekli kovalent bağ yaptığında bağlar, hayali bir tetrahedronun köşelerine doğru yönelir.
- Metan (CH_4) molekülündeki bağ açıları 109.5° 'dir.





Karbonun Bağ Yapısı ve Molekül Geometrisi

- Etan (C_2H_6) molekülü, birbirine geçmiş iki tetrahedron şeklindedir.
- Çift bağ içeren etilen (C_2H_4) gibi moleküllerde, bağlar aynı düzlemde bulunur.





Karbonun Değerliği ve Bağ Yapabileceği Elementler

- Bir atomun değerliği, değerlik kabuğundaki eşleşmemiş elektron sayısına bağlıdır.
- Karbon genellikle hidrojen, oksijen ve azot ile kovalent bağ yapar.
- Karbonun elektron dizilimi, birçok farklı elementle kovalent bağ yapmasını mümkün kılar.
- Organik moleküllerde karbon iskeletleri, farklı atomlarla birleşerek çeşitli bileşikler oluşturur.

Hydrogen
(valence = 1)



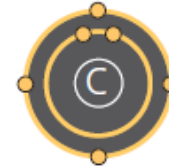
Oxygen
(valence = 2)



Nitrogen
(valence = 3)



Carbon
(valence = 4)





Karbondiyoksit (CO_2) Molekölü

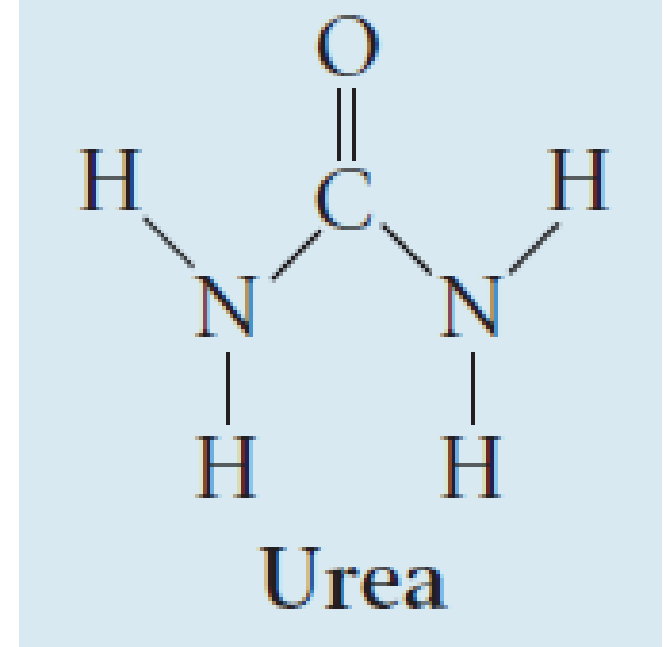
- Karbon, karbondiyoksitte (CO_2) iki oksijen atomuna çift bağlarla bağlıdır.
- CO_2 'nin yapısal formülü: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ şeklindedir.
- İki çift bağ, toplamda dört tekli bağa eşit sayıda elektron paylaşımı sağlar.
- CO_2 basit bir molekül olup hidrojen içermediği için genellikle inorganik kabul edilir, ancak fotosentez yoluyla organik moleküllerin karbon kaynağıdır.





Ürenin $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ ve Karbonun Zincir Yapısı

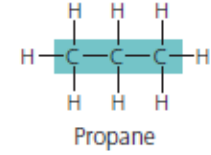
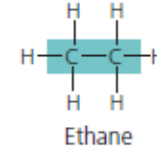
- Üre, idrarda bulunan organik bir bileşiktir ve 1800'lerde Wöhler tarafından sentezlenmiştir.
- Karbon, ürede hem tekli hem de çift bağlar yaparak gerekli bağ sayılarını tamamlar.
- Karbon atomları, birbirleriyle bağlanarak çok çeşitli zincirler ve yapılara sahip moleküller oluşturabilir.
- Bu özellik, organik kimyanın temelini oluşturur ve yaşam için hayati öneme sahiptir.



Karbon İskeletlerinin Çeşitliliği

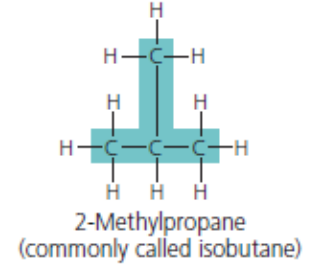
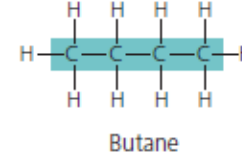
- Karbon zincirleri, çoğu organik molekülün iskeletini oluşturur.
- Bu iskeletler uzunluk bakımından değişebilir ve düz, dallanmış veya halka şeklinde olabilir.
- Karbon iskeletlerinde çift bağlar bulunabilir ve bunların sayısı ile konumu farklılık gösterebilir.
- Karbon iskeletlerindeki çeşitlilik, canlı maddeyi karakterize eden moleküler karmaşıklık ve çeşitliliğin önemli bir kaynağıdır.

(a) Length



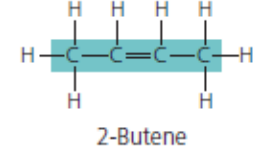
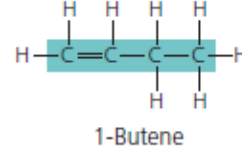
Carbon skeletons vary in length.

(b) Branching



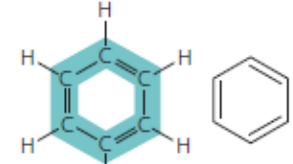
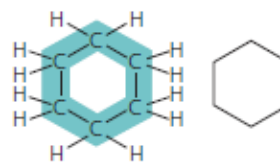
Skeletons may be unbranched or branched.

(c) Double bond position



The skeleton may have double bonds, which can vary in location.

(d) Presence of rings



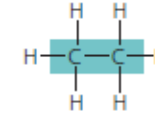
Some carbon skeletons are arranged in rings. In the abbreviated structural formula for each compound (to its right), each corner represents a carbon and its attached hydrogens.



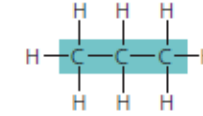
Hidrokarbonlar

- Hidrokarbonlar, yalnızca karbon ve hidrojenden oluşan organik moleküllerdir.
- Hidrojen atomları, kovalent bağlanmaya uygun karbon iskeletine bağlanır.
- Petrol, kısmen ayrılmış organizma kalıntılarından oluşan bir fosil yakıttır.

(a) Length



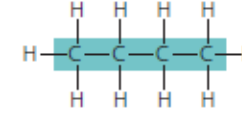
Ethane



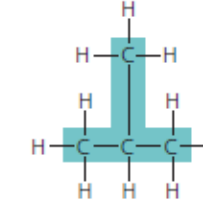
Propane

Carbon skeletons vary in length.

(b) Branching

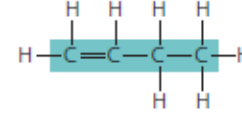


Butane

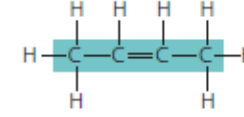
2-Methylpropane
(commonly called isobutane)

Skeletons may be unbranched or branched.

(c) Double bond position



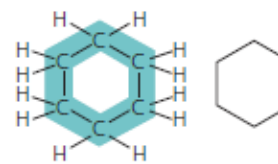
1-Butene



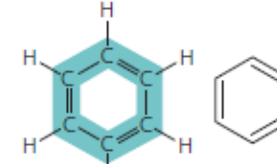
2-Butene

The skeleton may have double bonds, which can vary in location.

(d) Presence of rings



Cyclohexane



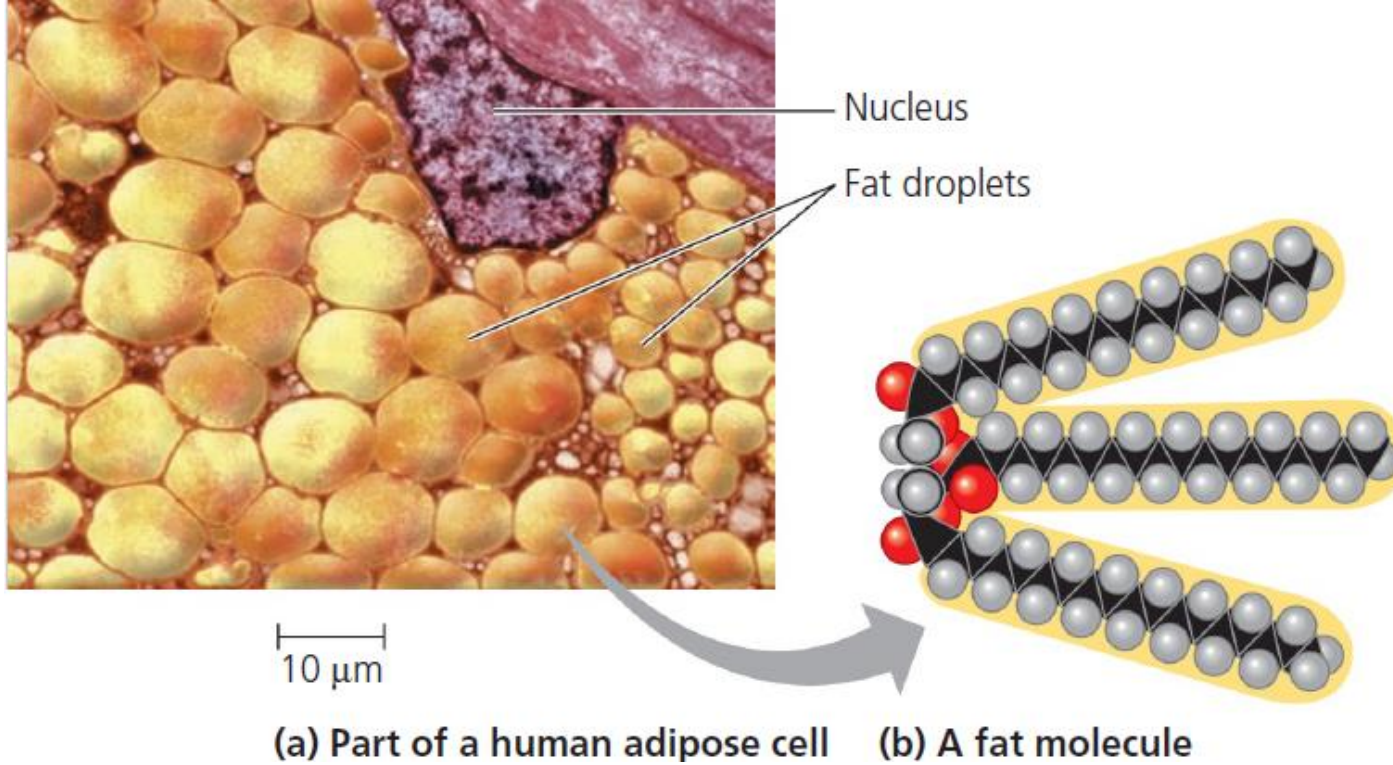
Benzene

Some carbon skeletons are arranged in rings. In the abbreviated structural formula for each compound (to its right), each corner represents a carbon and its attached hydrogens.



Hidrokarbonlar

- Hücresel organik moleküllerin bazı bölümleri sadece karbon ve hidrojenden oluşur; örneğin, yağ moleküllerinin uzun hidrokarbon kuyrukları.





Hidrokarbonların Özellikleri

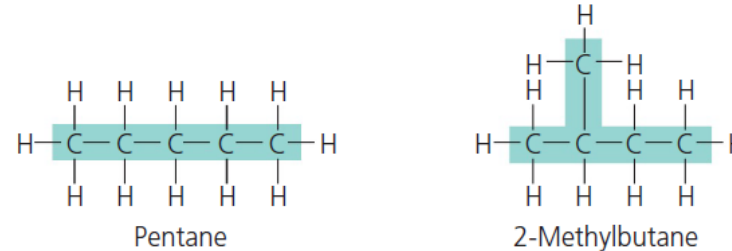
- Hidrokarbonlar, su içinde çözünmezler; çünkü karbon-hidrojen bağları nispeten apolardır.
- Petrol ve yağ, hidrofobik bileşiklerdir ve bu nedenle suda çözünmezler.
- Hidrokarbonlar, yanma reaksiyonları sırasında büyük miktarda enerji açığa çıkarabilir.
- Örneğin, araç yakıtı olarak kullanılan benzin hidrokarbonlardan oluşur.





İzomerlerin Yapısal Çeşitliliği

- Aynı atom sayısına sahip fakat farklı yapıya ve özelliklere sahip bileşikler izomer olarak adlandırılır.
- **Üç ana izomer türü vardır:** yapısal izomerler, *cis-trans* izomerleri ve enantiyomerler.
- Yapısal izomerler, atomların kovalent düzenlemelerindeki farklılıklarla ayırt edilir.
- Karbon iskeleti büyüdükçe, olası izomer sayısı önemli ölçüde artar.

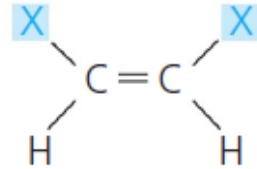


Structural isomers differ in covalent partners, as shown in this example of two isomers of C_5H_{12} .

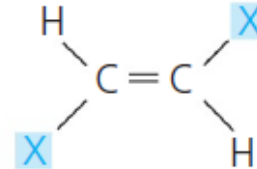


cis-trans İzomerleri

- *Cis-trans* izomerlerinde, karbonlar aynı atomlara bağlıdır; ancak, atomların uzaydaki düzeni farklıdır.
- Tekli bağlar serbest dönme hareketine izin verirken, çift bağlar bu hareketi engeller.
- Çift bağ ile bağlı iki karbon atomu, her biri iki farklı gruba sahipse, *cis-trans* izomerleri oluşur.
- Örneğin, gözde bulunan retinal molekül ışıqla *cis* izomerdan *trans* izomere dönüşerek görme sürecini başlatır.



cis isomer: The two Xs are on the same side.



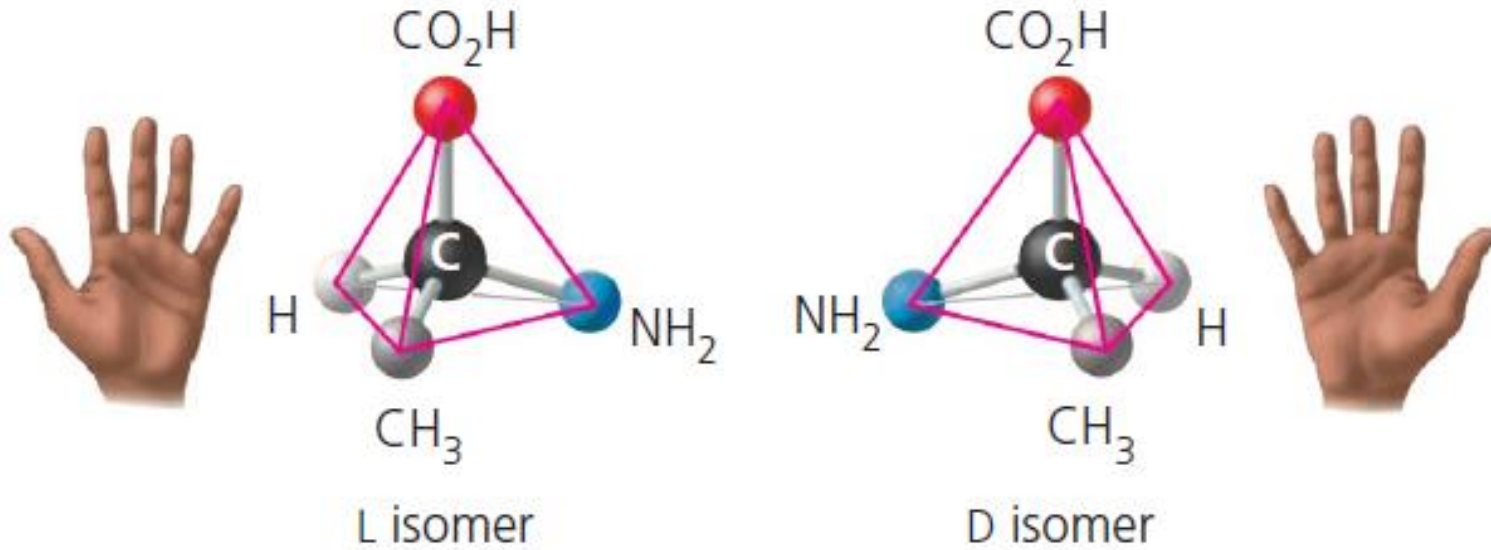
trans isomer: The two Xs are on opposite sides.





Enantiyomerler ve Biyolojik Önemi

- Enantiyomerler, birbirlerinin ayna görüntüsü olan ve asimetric bir karbon içeren izomerlerdir.
- Bir enantiyomer, belirli bir biyolojik reseptöre bağlanabilirken, diğeri etkisiz olabilir.





Enantiyomerler ve Biyolojik Önemi

- İlaç endüstrisinde enantiyomerler büyük önem taşır; çünkü ilaçların farklı enantiyomerleri farklı etkiler gösterebilir.
- Örneğin, ibuprofen ve albuterol gibi ilaçların, yalnızca belirli enantiyomerleri biyolojik olarak aktiftir.

Drug	Effects	Effective Enantiomer	Ineffective Enantiomer
Ibuprofen	Reduces inflammation and pain	 S-Ibuprofen	 R-Ibuprofen
Albuterol	Relaxes bronchial (airway) muscles, improving airflow in asthma patients	 R-Albuterol	 S-Albuterol





Organik Moleküllerin Yapısı ve Fonksiyonel Gruplar

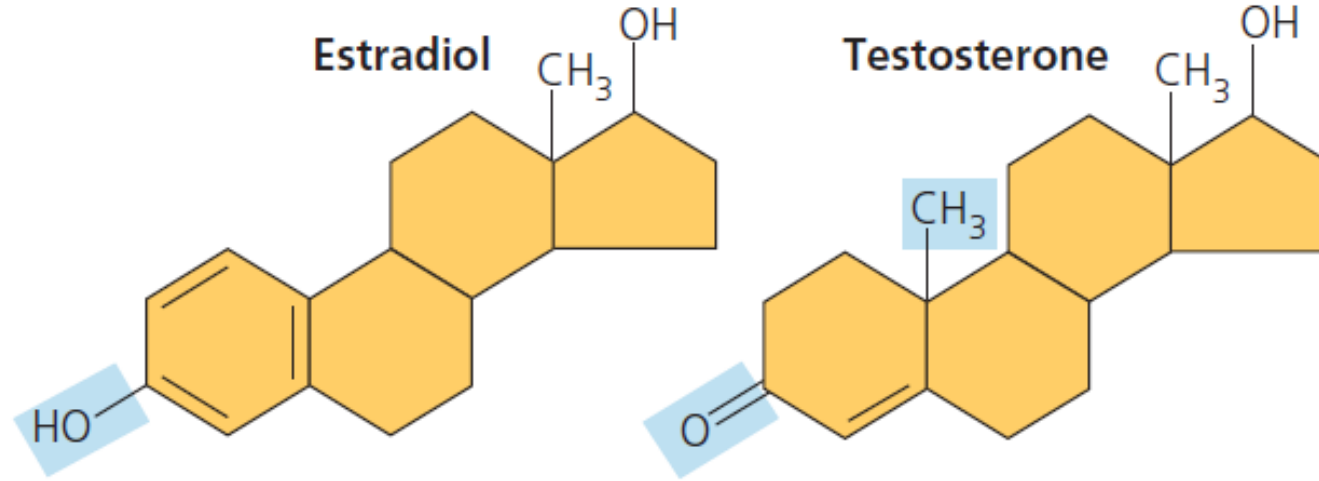
- Organik moleküllerin özellikleri, sadece karbon iskeletinin düzenine değil, ona bağlı kimyasal gruplara da bağlıdır.
- Hidrokarbonlar, daha karmaşık organik moleküller için temel bir çerçeve oluşturur.
- Belirli kimyasal gruplar, hidrokarbonlardaki hidrojenlerin yerini alarak molekülün şeklini ve kimyasal reaksiyonlara katılımını etkiler.





Yaşam Süreçlerinde Önemli Kimyasal Gruplar

- Östrojen türevi olan estradiol ve testosteron, benzer karbon iskeletlerine sahip steroidlerdir.
- Aralarındaki temel fark, bağlı kimyasal gruplardan kaynaklanır ve bu fark, erkek ve dişi bireyler arasındaki biyolojik farklılıkları belirler.
- Kimyasal gruplar, molekülün şeklini etkileyerek biyolojik fonksiyonlarını belirler.





Fonksiyonel Gruplar ve Reaksiyonlardaki Rollerini

- Bazı kimyasal gruplar doğrudan kimyasal reaksiyonlara katılır ve bunlara "fonksiyonel gruplar" denir.
- Her fonksiyonel grup, belirli bir şekle ve yüke sahip olup kendine özgü reaksiyon özellikleri gösterir.
- En önemli yedi biyolojik fonksiyonel grup:** hidroksil, karbonil, karboksil, amino, sülfhidril, fosfat ve metil gruplarıdır.

Chemical Group	Group Properties and Compound Name	Examples
Hydroxyl group ($-\text{OH}$) (may be written $\text{HO}-$)	Is polar due to electronegative oxygen. Forms hydrogen bonds with water, helping dissolve compounds such as sugars. Compound name: Alcohol (specific name usually ends in $-ol$)	 Ethanol , the alcohol present in alcoholic beverages
Carbonyl group ($>\text{C}=\text{O}$) 	Sugars with ketone groups are called ketoses; those with aldehydes are called aldoses. Compound name: Ketone (carbonyl group is within a carbon skeleton) or aldehyde (carbonyl group is at the end of a carbon skeleton)	 Acetone , the simplest ketone Propanal , an aldehyde
Carboxyl group ($-\text{COOH}$) 	Acts as an acid (can donate H^+) because the covalent bond between oxygen and hydrogen is so polar. Compound name: Carboxylic acid , or organic acid	 Acetic acid , which gives vinegar its sour taste Ionized form of $-\text{COOH}$ (carboxylate ion), found in cells
Amino group ($-\text{NH}_2$) 	Acts as a base; can pick up an H^+ from the surrounding solution (water, in living organisms). Compound name: Amine	 Glycine , an amino acid (note its carboxyl group) Ionized form of $-\text{NH}_2$, found in cells
Sulfhydryl group ($-\text{SH}$) (may be written $\text{HS}-$)	Two $-\text{SH}$ groups can react, forming a "cross-link" that helps stabilize protein structure. Hair protein cross-links maintain the straightness or curliness of hair; in hair salons, permanent treatments break cross-links, then re-form them while the hair is in the desired shape. Compound name: Thiol	 Cysteine , a sulfur-containing amino acid
Phosphate group ($-\text{OPO}_3^{2-}$) 	Contributes negative charge (1- when positioned inside a chain of phosphates; 2- when at the end). When attached, confers on a molecule the ability to react with water, releasing energy. Compound name: Organic phosphate	 Glycerol phosphate , which takes part in many important chemical reactions in cells
Methyl group ($-\text{CH}_3$) 	Affects the expression of genes when on DNA or on proteins bound to DNA. Affects the shape and function of male and female sex hormones. Compound name: Methylated compound	 5-Methylcytosine , a component of DNA that has been modified by addition of a methyl group





Hidrofobik ve Hidrofilik Gruplar

- İlk altı fonksiyonel grup kimyasal olarak aktiftir ve sülfhidril hariç hepsi suya karşı yüksek çözünürlük gösterir.
- Metil grubu reaksiyona girmese de biyolojik moleküllerde tanımlayıcı bir etiket görevi görebilir.
- Organik moleküllerin çözünürlüğü, üzerlerindeki fonksiyonel gruplara bağlıdır.

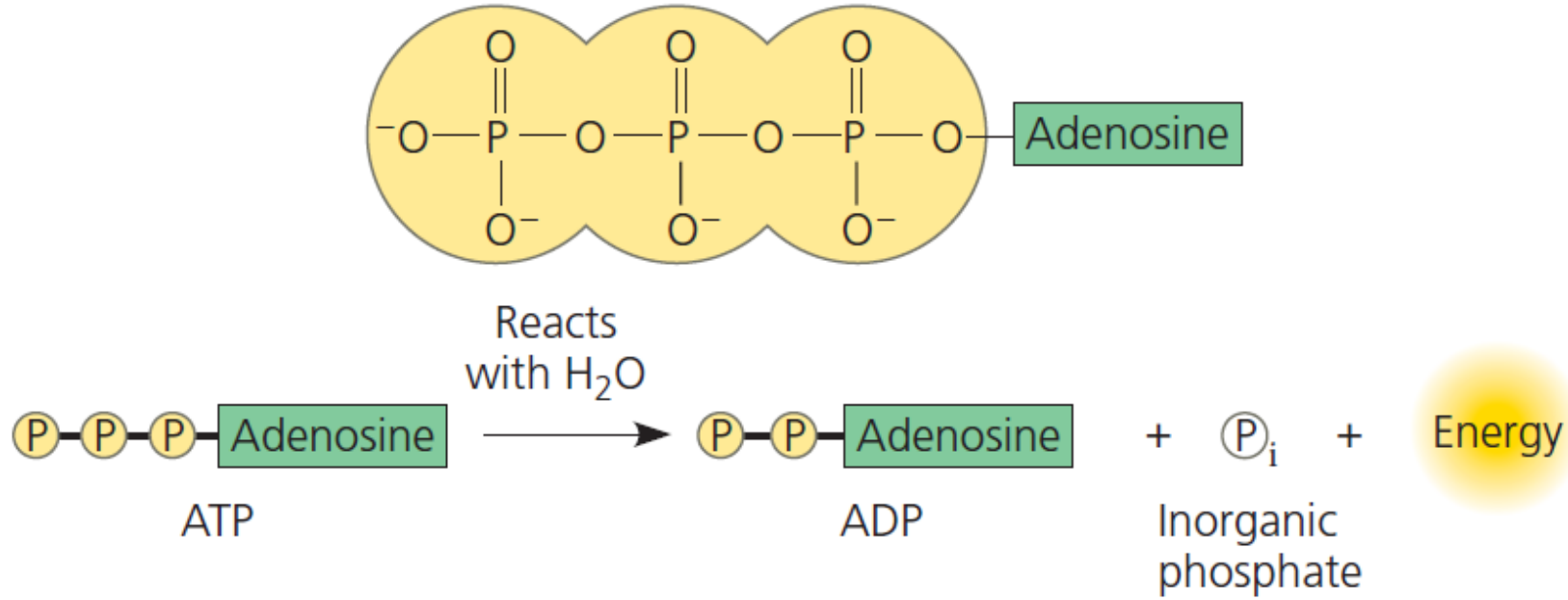
Chemical Group	Group Properties and Compound Name	Examples
Hydroxyl group ($-\text{OH}$) (may be written $\text{HO}-$)	Is polar due to electronegative oxygen. Forms hydrogen bonds with water, helping dissolve compounds such as sugars. Compound name: Alcohol (specific name usually ends in $-ol$)	 Ethanol , the alcohol present in alcoholic beverages
Carbonyl group ($>\text{C}=\text{O}$) 	Sugars with ketone groups are called ketoses; those with aldehydes are called aldoses. Compound name: Ketone (carbonyl group is within a carbon skeleton) or aldehyde (carbonyl group is at the end of a carbon skeleton)	 Acetone , the simplest ketone Propanal , an aldehyde
Carboxyl group ($-\text{COOH}$) 	Acts as an acid (can donate H^+) because the covalent bond between oxygen and hydrogen is so polar. Compound name: Carboxylic acid , or organic acid	 Acetic acid , which gives vinegar its sour taste Ionized form of $-\text{COOH}$ (carboxylate ion), found in cells
Amino group ($-\text{NH}_2$) 	Acts as a base; can pick up an H^+ from the surrounding solution (water, in living organisms). Compound name: Amine	 Glycine , an amino acid (note its carboxyl group) Ionized form of $-\text{NH}_2$, found in cells
Sulfhydryl group ($-\text{SH}$) (may be written $\text{HS}-$)	Two $-\text{SH}$ groups can react, forming a "cross-link" that helps stabilize protein structure. Hair protein cross-links maintain the straightness or curliness of hair; in hair salons, permanent treatments break cross-links, then re-form them while the hair is in the desired shape. Compound name: Thiol	 Cysteine , a sulfur-containing amino acid
Phosphate group ($-\text{OPO}_3^{2-}$) 	Contributes negative charge (1— when positioned inside a chain of phosphates; 2— when at the end). When attached, confers on a molecule the ability to react with water, releasing energy. Compound name: Organic phosphate	 Glycerol phosphate , which takes part in many important chemical reactions in cells
Methyl group ($-\text{CH}_3$) 	Affects the expression of genes when on DNA or on proteins bound to DNA. Affects the shape and function of male and female sex hormones. Compound name: Methylated compound	 5-Methylcytosine , a component of DNA that has been modified by addition of a methyl group





ATP ve Hücresel Enerji

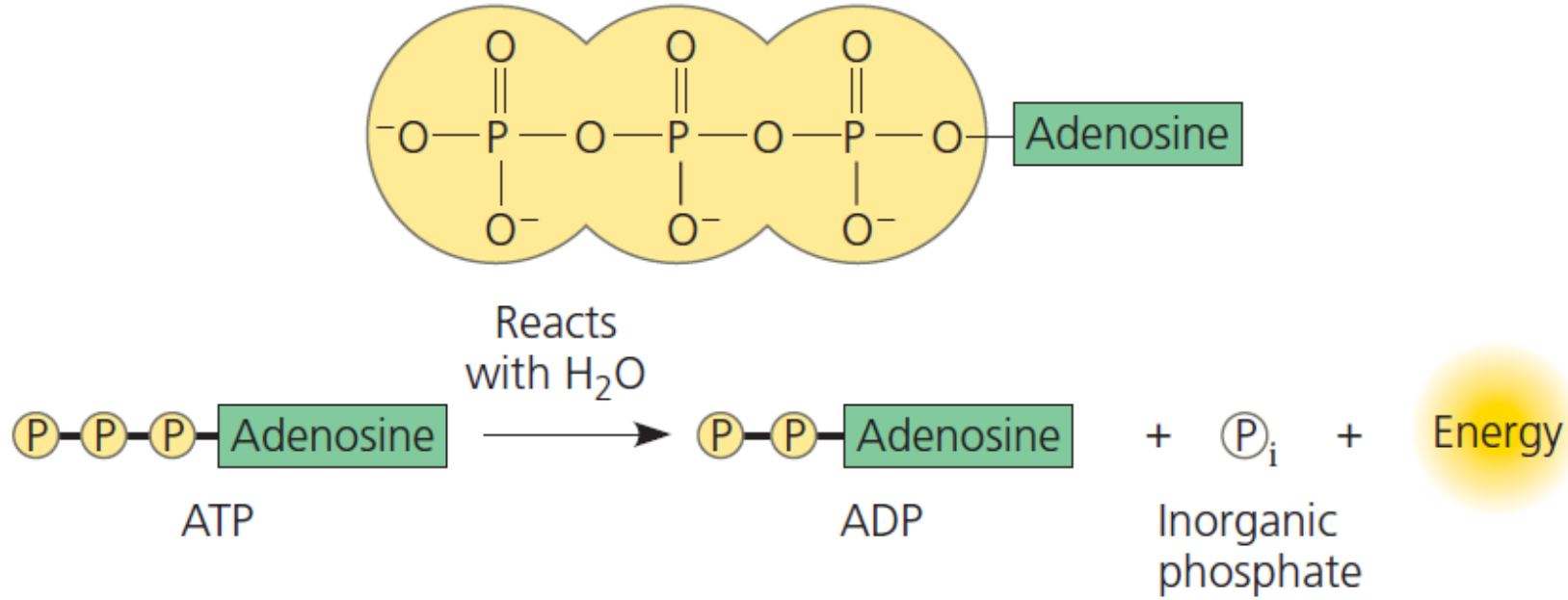
- Adenozin trifosfat (ATP), hücresel enerji süreçlerinde kritik bir rol oynayan organik bir fosfat molekülüdür.
- ATP, adenozin adlı bir moleküle bağlı üç fosfat grubundan oluşur.





ATP ve Hücresel Enerji

- ATP'nin su ile tepkimeye girmesiyle bir fosfat grubu ayrılır ve ATP, adenosin difosfat (ADP) haline gelir.
- Bu reaksiyon sırasında enerji açığa çıkar ve hücre tarafından kullanılır.





Yaşamın Kimyasal Elementleri

- Canlı organizmalar esas olarak karbon, oksijen, hidrojen ve azottan oluşur; ayrıca kükürt ve fosfor gibi elementler de bulunur.
- Bu elementler, organik moleküllerin karmaşık yapısını oluşturan güçlü kovalent bağlar kurar.
- Karbon, kovalent bağ çeşitliliği sayesinde organik molekül çeşitliliğinin temelini oluşturur.
- Karbon iskeletinin düzeni ve ona eklenen kimyasal gruplar, biyolojik çeşitliliğin temel kaynağıdır.

Teşekkür ederim

Prof. Dr. Bektaş TEPE

