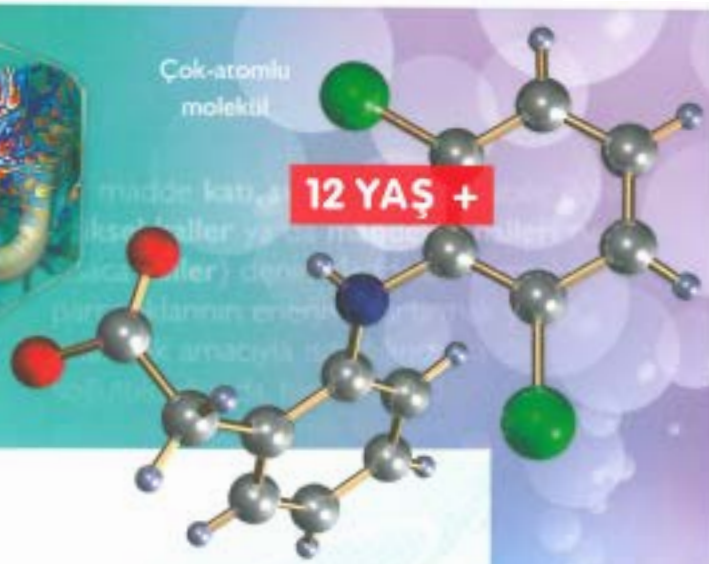




12 YAŞ +

Şekilli Kimya Sözlüğü

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI


Bunsen beki


Kromatografi


Süblimleşme

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 352

Şekilli Kimya Sözlüğü
Illustrated Dictionary of Chemistry

Jane Wertheim - Chris Oxlade - Corinne Stockley
Resimleyen: Fiona Johnson
Tasarım: Karen Tomlins - Verinder Bhachu
İngilizce metnin bilimsel danışmanları: Dr. John Waterhouse - Nick Christou - John Raffan - Rae Michaelis - Alan Alder
Çeviri: Zeynep Gürsoy
Redaksiyon: Fırat Berksun

© Usborne Publishing Ltd, 1986, 2000
© Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2002

Bu yapıtın bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler, izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz.

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayın Kurulu tarafından yapılmaktadır.

ISBN 978 - 975 - 403 - 564 - 3

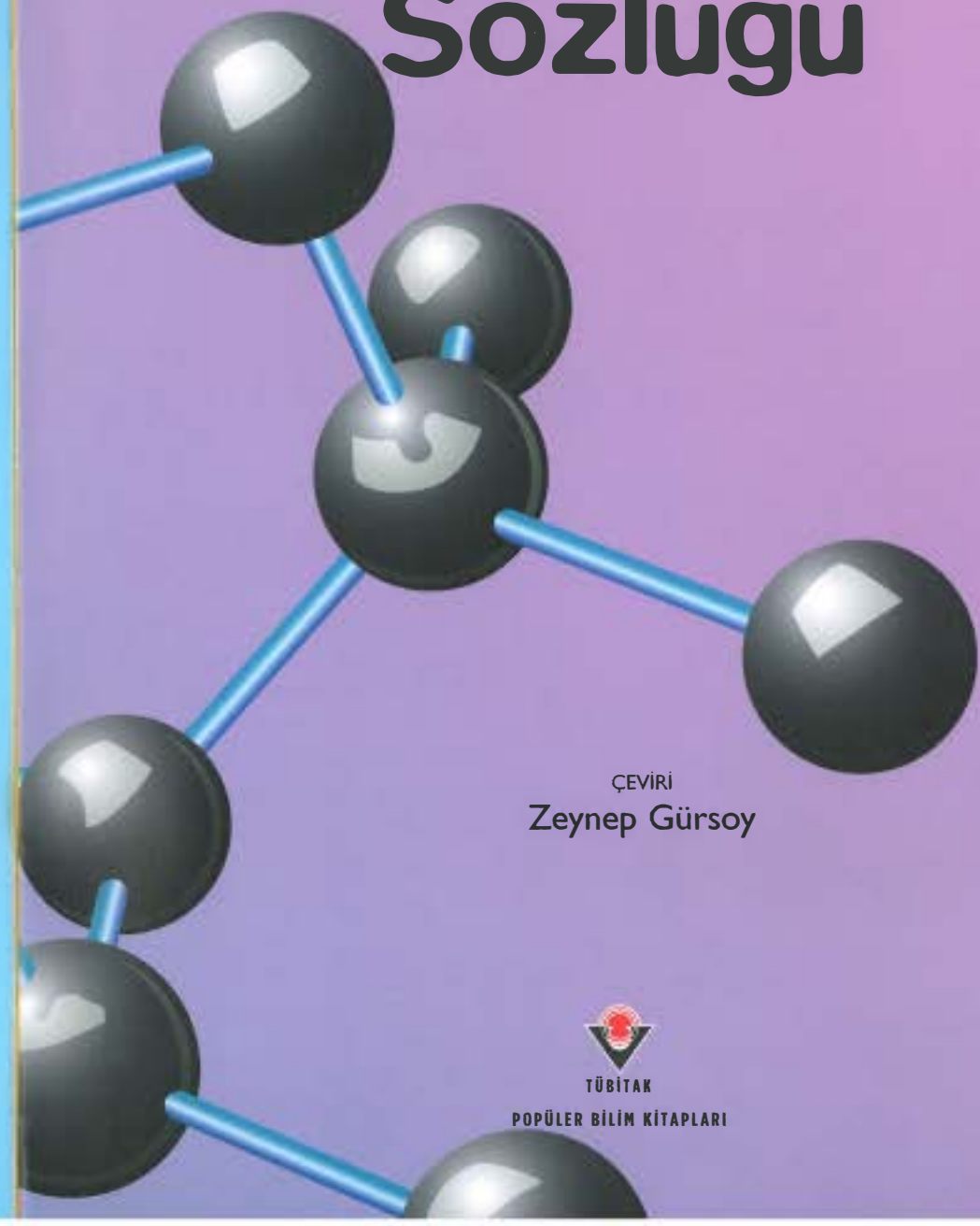
1. Basım Haziran 2011 (10.000 adet)

Yayın Yönetmeni: Duran Akca
Yardımcı Yayın Yönetmeni: Dr. Oğuzhan Vıcıl
Yayıma Hazırlayan: Sevil Kıvan
Sayfa Düzeni: İmran Tok
Basım İzleme: Yılmaz Özben

TÜBİTAK
Popüler Bilim Kitapları
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 427 06 25 Faks: (312) 427 66 77
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
www.kitap.tubitak.gov.tr

Korza Yayıncılık Basım San. ve Tic. Ltd. Şti.
Büyük Sanayi 1. Cadde Arpacıoğlu-2 İşhanı No: 95/1 İskitler 06060 Ankara
Tel: (312) 342 22 08 Faks: (312) 341 14 27

Şekilli Kimya Sözlüğü



ÇEVİRİ
Zeynep Gürsoy

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

KİMYA NEDİR?

Var olan bütün maddeleri oluşturan elementleri inceleyen bilim dalıdır. Elementlerin yapısını, diğer maddeleri oluşturmak için bir araya geliş biçimlerini ve değişik koşullar altında birbiriyle tepkime şekillerini kapsar. Bu kitapta, kimya, her biri ayrı renkte belirtilmiş olan beş ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklar ve kapsadıkları konular özetle aşağıda verilmektedir.

Fiziksel kimya

Maddelerin yapılarını, özelliklerini ve davranışlarını kapsar. Basit kimya yasalarını içerir.

Organik kimya

Karbon zinciri içeren bileşikleri kapsar. Yapılarını ve oluşturdukları grupların özelliklerini ele alır.

İnorganik kimya

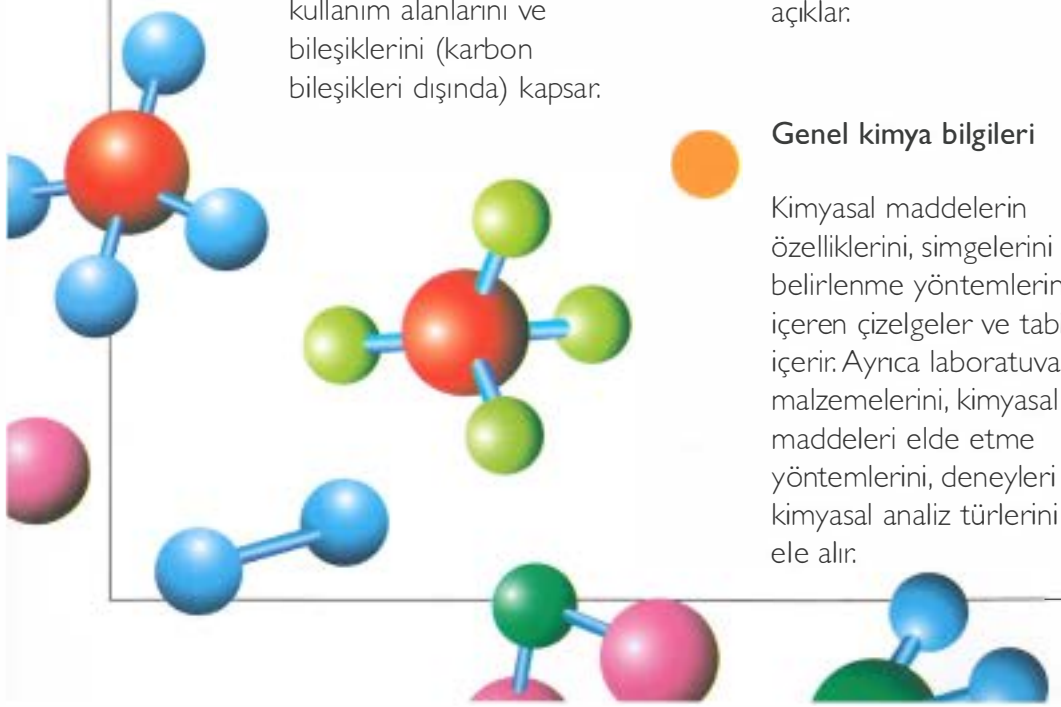
Periyodik tablodaki element gruplarını ele alır. Bunların özelliklerini, kullanım alanlarını ve bileşiklerini (karbon bileşikleri dışında) kapsar.

Çevresel kimya

Doğada bulunan kimyasalların etkileşimini ve çevre kirliliğinin etkilerini açıklar.

Genel kimya bilgileri

Kimyasal maddelerin özelliklerini, simgelerini ve belirlenme yöntemlerini içeren çizelgeler ve tablolar içerir. Ayrıca laboratuvar malzemelerini, kimyasal maddeleri elde etme yöntemlerini, deneyleri ve kimyasal analiz türlerini de ele alır.



İÇİNDEKİLER

Fiziksel kimya

4 Fiziksel kimya
5 Özellikler ve değişiklikler
6 Maddenin halleri
8 Elementler, bileşikler ve karışımlar
10 Atomlar ve moleküller
12 Atom yapısı
14 Radyoaktivite
16 Bağlar
21 Kristaller
24 Atomların ölçülmesi
26 Kimyasalların gösterilmesi
28 Gaz yasaları
30 Çözeltiler ve çözünürlük
32 Enerji ve kimyasal tepkimeler
34 Yükseltgenme ve indirgenme
36 Asitler ve bazlar
39 Tuzlar
42 Elektroliz
44 Tepkinlik
46 Tepkime hızları
48 Tersinir tepkimeler

İnorganik kimya

50 Periyodik tablo
52 İnorganik kimya
53 Hidrojen
54 I. grup, alkali metaller
56 II. grup, toprak alkali metaller
58 Geçiş metalleri
60 Demir, bakır ve çinko
62 III. grup elementleri
63 IV. grup elementleri
64 Karbon
66 V. grup elementleri
69 VI. Grup elementleri
70 Kükürt
72 VII. grup, halojenler
75 VIII. grup, soy gazlar

Organik kimya

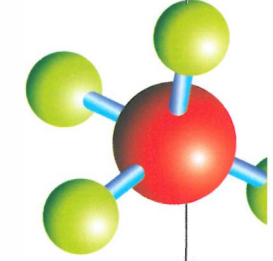
76 Organik kimya
78 Alkanlar
79 Alkenler
80 Alkinler
Diğer benzeşik diziler
82 Alkoller
84 Petrol
86 Polimerler ve plastikler
88 Deterjanlar
90 Besinler

Çevresel kimya

92 Su
94 Hava ve yanma
96 Çevre kirliliği

Genel kimya bilgileri

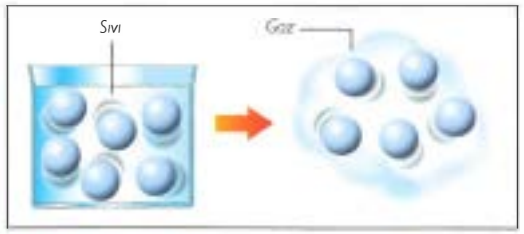
97 Tepkinlik sıralaması
98 Elementlerin özellikleri
100 Basit organik bileşiklerin adlandırılması
102 Altı basit gazın laboratuvarda elde edilmesi
104 Laboratuvar deneyleri
Maddelerin incelenmesi
108 Nitel ve nicel çözümleme
109 Laboratuvar malzemeleri
112 Maddeler, simgeler ve formüller çizelgesi
114 Nicelikler ve birimler
116 Sözlük
118 Dizin



FİZİKSEL KİMYA

Fiziksel kimya, maddelerin farklı koşullar altındaki **kimyasal tepkimeler** sonucunda, **kimyasal** ve **fiziksel özellikler**ine bağlı olarak sergilediği kimyasal davranış biçimlerini inceleyen kimya dalıdır. Fiziksel kimyanın büyük bölümü ölçümlerle ilgilidir. Kitabın bu bölümünde, aşağıdaki konular kapsanmaktadır:

1. Katılar, sıvılar ve gazlar, bu haller arasındaki değişiklikler ve bu değişikliklerin maddenin yapısına bağlı olarak nedenleri (bkz. **maddenin halleri**, s. 6-7, **kinetik kuramı**, s. 9 ve **gaz yasaları**, s. 28-29)



2. Maddelerin fiziksel ve kimyasal bileşimleri – parçacıkları ve oluşturdukları bağlar (bkz. **elementler**, **bileşikler ve karışımlar**, s. 8-9, **atomlar ve moleküller**, s. 10-11, **bağlar**, s. 16-20 ve **kristaller**, s. 21-23)



Kükürt kristalleri iki ayrı biçimde bulunur.

3. Atomun yapısı ve bu yapının maddelerin yapısındaki önemi (bkz. **atom yapısı** ve **radyoaktivite**, s. 12-15)

Bir sodyum atomunun yapısı



4. Niceliklerin ölçülmesi ve gaz, sıvı ve katı miktarları arasındaki ilişki (bkz. **atomların ölçülmesi**, s. 24-25)

Bağıl atom kütlesinin ölçülmesi





Derin sularda yaşayan birçok balığın hücrelerindeki kimyasal tepkimeler ışık üretir ve balığın parıldamasına neden olur.

5. Kimyasalların ve kimyasal tepkimelerin gösterilmesi (bkz. **kimyasalların gösterilmesi**, s. 26-27)



Bir eten molekülünün her iki gösteriliş şeklinden de, iki karbon atomu ve dört hidrojen atomu içerdiği anlaşılır.

C_2H_4 *Etenin molekül formülü*

6. Maddelerin nasıl karıştığı (bkz. **çözeltiler ve çözünürlük**, s. 30-31).



Tuz çözünen bir maddedir – suda çözünür ve berrak bir çözelti oluşturur.

7. Kimyasal tepkimeler sırasındaki değişiklikler (bkz. **enerji ve kimyasal tepkimeler**, s. 32-33 ve **tepkime hızları**, s. 46-47) ve özel tepkimeler (bkz. **yükseltgenme ve indirgenme**, s. 34-35 ve **tersinir tepkimeler**, s. 48-49)



Bir kibritin ucundaki kimyasallar, kutunun kenarındaki fosfor ile tepkiyerek yanar.

8. Özel kimyasal davranış türleri (bkz. **asitler ve bazlar**, s. 36-38 ve **tuzlar**, s. 39-41)

*Hidroklorik asit ile sodyum hidroksit (bir alkalik çözelti) tepkidiğinde, bir tuz olan sodyum klorür meydana gelir. Çözeltiler, asidik, alkalik ya da nötr olduklarını anlayabilmek için **turnusol*** *belirteci ile renklendirilmiştir.*



9. Elektriğin maddeler üzerindeki etkisi ve tepkimelerden elektrik üretilmesi (bkz. **elektroliz**, s. 42-43 ve **tepkinlik**, s. 44-45)

Bakırın elektrolizi



10. Maddelerin gösterdiği farklı tepkinlik düzeyleri ve bunun nedenleri (bkz. **tepkinlik**, s. 44-45)

Sarkıtlar ve dikitler, kireçtaşındaki kalsiyum karbonat ile yağmur suyundaki karbonik asit arasındaki yavaş bir kimyasal tepkime sonucunda, uzun bir süreç içinde oluşur.

*Turnusol, 38.

ÖZELLİKLER VE DEĞİŞİKLİKLER



Dondurma, Güneş'ten gelen ısıyla eriyerek katı halden sıvı hale geçer.

Fiziksel özellikler

Bir maddenin, **kimyasal tepkimeler**deki davranışını etkileyen özellikleri dışında kalan tüm özellikleridir. İki ayrı tür fiziksel özellik vardır – **nitel özellikler** ve **nicel özellikler**.

Nitel özellikler

Bir maddenin, matematiksel değerlerle ölçülemeyen tanımlayıcı özellikleridir. Bunlar koku, tat ve renk gibi özelliklerdir.

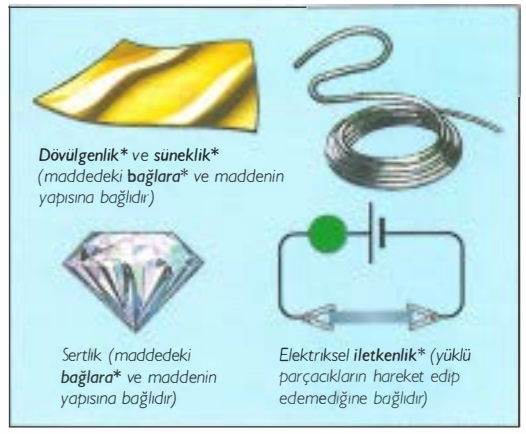
Maddeleri tanımlamak için kullanılan bazı nitel özellikler



Nicel özellikler

Ölçülebilen ve belirli matematiksel değerlerle ifade edilebilen özelliklerdir. Örneğin, erime noktası, kaynama noktası, **kütle***, **çözünürlük*** ve **yoğunluk***. Başka bazı örnekler aşağıda gösterilmiştir:

Maddeleri tanımlamak için kullanılan bazı nicel özellikler



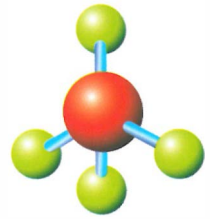
Fiziksel değişiklik

Bir maddenin **fiziksel özelliklerin**den bir veya birkaçı değiştiğinde oluşan değişikliktir. Genellikle eski durumuna kolayca çevrilebilir.

*Katıdan sıvıya geçiş şeklindeki bir **fiziksel değişiklik**, maddenin parçacıklarına enerji katıldığında gerçekleşir (bkz. kinetik kuramı, s. 9).*

Kimyasal özellikler

Kimyasal tepkimeler sırasında, maddelerin belirli davranışlar göstermesine neden olan özelliklerdir.



Kimyasal özellikler, elektron yerleşimi**ne*, **bağlara, yapıya ve enerji değişikliklerine bağlıdır.*

Kimyasal tepkime

Bir maddenin **kimyasal özellikleri**ni değiştiren veya yeni bir madde oluşturan herhangi bir değişikliktir. Bir kimyasal tepkime sırasında, **tepkenler**den **ürünler** elde edilir.

Tepkenler

Bir **kimyasal tepkime**nin başlangıcındaki maddelerdir.

Ürünler

Bir **kimyasal tepkime** sonucunda oluşan maddelerdir.

*Demirin **paslanması*** *bir kimyasal tepkimedir. Bu tepkime hayli yavaştır – tepkimelerin çoğu bundan hızlıdır.*

*Demir, su ve havadaki oksijen **tepkenler**dir.* *Pas* üründür.*



Ayıraç

Bir **kimyasal tepkime**yi başlatmak için kullanılan bir maddedir. Aynı zamanda **tepkenler**den biridir. Laboratuvarlarda en sık kullanılan ayıraçlar hidroklorik asit, sülfürik asit ve sodyum hidroksittir.

* **Bağlar**, 16; **Çözünürlük**, 31; **Dövülgenlik**, 117 (**Dövülgen**); **Elektron yerleşimi**, 13; **İletkenlik**, 116 (**İletken**); **Kütle**, 117; **Pas**, 60; **Paslanma**, 95 (**Korozyon**); **Süneklik**, 116 (**Sünek**); **Yoğunluk**, 116.

MADDENİN HALLERİ

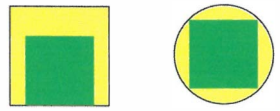
Bir madde **katı, sıvı** ya da **gaz** olabilir. Bunlara **fiziksel haller** ya da **maddenin halleri** (veya kısaca **haller**) denir. Maddeler, normal olarak parçacıklarının enerjisini artırmak ya da azaltmak amacıyla ısıtıldığında ya da soğutulduğunda, bir halden diğer bir hale geçebilir (bkz. **kinetik kuramı,** s. 9).



Buz kristalleri, suyun **katı** halidir.

Katı hal

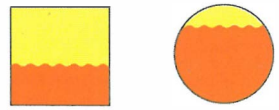
Maddenin belirli bir hacminin ve şeklinin olduğu haldir.



Katı hal - hacim ve şekil aynı kalır.

Sıvı hal

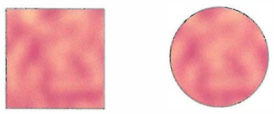
Maddenin belirli bir hacminin olduğu, ama şeklinin değişebileceği haldir:



Sıvı hal - hacim aynı kalır ama şekil değişir.

Gaz hali

Maddenin ne belirli bir hacmi ne de belirli bir şeklinin olduğu haldir. Bu haldeki madde ya bir **buhardır** ya da bir **gaz**dır. Bir buhar, yalnızca basınç uygulanarak sıvı hale dönüştürülebilir; bir gaz ise,sıcaklığı **kritik sıcaklık** denilen seviyenin altına düşürülerek, önce bir buhara dönüştürülmelidir.



Gaz hali – *hacim ve şekil değişebilir.*

Faz

Fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olan maddelerden oluşan bir karışımda, birbirinden ayrı olan kısımlardır. Bir su ve kum karışımı ya da bir yağ ve su karışımı iki fazdan oluşur.



Akışkan

Akma özelliğine sahip olan maddedir. Akışkan ya **gaz** ya da **sıvı hal**dedir:

Hal değişiklikleri

Hal değişikliği, bir maddenin bir halden diğerine geçişindeki **fiziksel değişikliktir***. Genellikle, ısınma ya da soğuma sonucunda, parçacıkların enerjisindeki değişiklik nedeniyle meydana gelir (bkz. **kinetik kuramı**, s. 9).

Erimiş (eriyik)

Oda sıcaklığında **katı** olan bir maddenin ***sıvı*** halini belirtir.



*Katı mum, ısıtıldığında **erimiş** hale dönüşür.*

Katılaşma

Oda sıcaklığında ve atmosferik basınç altında katı olan bir maddenin, **sıvı** halden **katı** hale dönüşmesidir.

Erime

Genellikle ısı nedeniyle **katı** halden **sıvı** hale dönüşümdür. Bir katının eridiği sıcaklığa **erime noktası** denir (ayrıca bkz. s. 98-99). Erime noktası ile **donma noktası** (bkz. **donma**) aynıdır. Erime noktasında hem katı hem de sıvı haller bir aradadır. Basınçtaki bir artış erime noktasını yükseltir. Bir maddenin aynı basınç altındaki her bir saf örneğinin erime noktaları aynıdır.



*Buz (suyun **katı** hali) 0°C yada 273K sıcaklıkta erir. Suya, portakal suyu gibi maddelerin katılması **erime noktasını** düşürebilir.*

*Fiziksel değişiklik, 5.

Donma

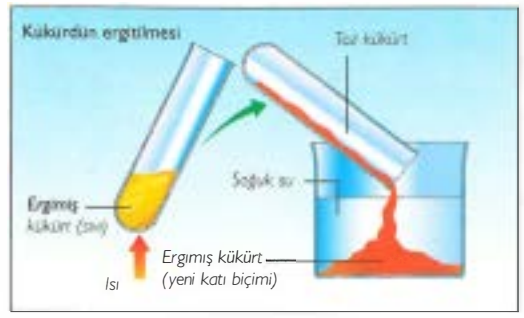
Bir sıvının soğutulma sonucunda **sıvı** halden **katı** hale dönüşmesidir. Bir maddenin donduğu sıcaklığa **donma noktası** denir. Donma noktası ile **erime noktası** (bkz. **erime**) aynıdır.



*Su 0°C ya da 273K'de donar. Suya katılan ek maddeler, örneğin deniz suyundaki tuz, suyun **donma noktasını** düşürebilir.*

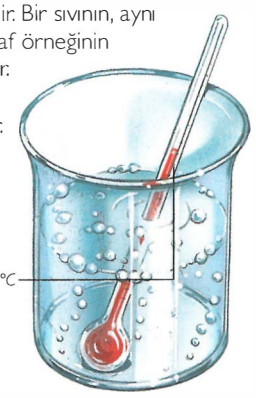
Ergime

Oda sıcaklığı ve basıncında katı olan bir maddenin **katı** halden **sıvı** hale dönüşmesidir. Bu maddeye **ergimiş** (ya da **erimiş**) denir. Ergitilerek sıvılaştırıldıktan sonra değişik bir biçimde yeniden katılaştırılan maddelere de ergimiş denir.



Kaynama

Bir maddenin **kaynama noktası** denilen sıcaklıkta, sıvı halden gaz (buhar) haline geçmesidir (ayrıca bkz. s. 98-99). Sıvının içinde hava kabarcıklarının oluşmasıyla meydana gelir. Bir sıvının, aynı basınç altındaki her bir saf örneğinin kaynama noktaları aynıdır. Basınç artırıldığında kaynama noktası yükselir. Basınç azaltıldığında ise kaynama noktası düşer.



Su 100°C ya da 373K'de kaynar.

*Uçucu, 117.

Buharlaşma

Bir maddenin, yüzeydeki moleküllerinin dışarı kaçması sonucunda **sıvı** halden **gaz (buhar)** haline dönüşmesidir. Çok hızlı bir şekilde buharlaşan maddelere **uçucu*** denir.



*Çevredeki hava ne kadar sıcaksa, sıvının **buharlaşması** o kadar fazla olur. Sıcak bölgelerdeki yağmur ormanlarında yağmur damlaları çok çabuk buharlaşarak su buharı haline dönüşür.*

Sıvılaşma

Oda sıcaklığı ve basıncında gaz olan bir maddenin, **gaz** halinden **sıvı** hale dönüşmesidir. Gaz önce soğutularak **buhar** haline dönüştürülür, daha sonra basıncı artırılarak sıvılaştırılır.

*Bazı **gazlar**, bir yerden diğerine taşınabilmek amacıyla **sıvılaştırılır**.*



Yoğunlaşma

Oda sıcaklığı ve basıncında **sıvı** olan bir maddenin, **gaz** (ya da **buhar**) halden **sıvı** hale dönüşmesidir. Genellikle gazın soğutulmasıyla gerçekleşir.



Süblimleşme

Bir katı maddenin ısıtılma sonucunda **katı** halden **gaz** (ya da buhar) haline veya bir gazın soğutulma sonucunda gaz halden doğrudan katı hale dönüşmesidir. Süblimleşmenin hiçbir aşamasında **sıvı** oluşmaz. Bkz. şekil s. 48.

Gazlaşma

Bir maddenin herhangi bir şekilde **gaz** haline dönüşmesidir. Bu terim, **kaynama**, **buharlaşma** ve **süblimleşme** adı verilen tüm değişiklikleri kapsar:

ELEMENTLER, BİLEŞİKLER VE KARIŞIMLAR



*Kuvars bir silisyum ve oksijen **bileşiğ**idir. **Bireşim** sürecindeki sıcaklık ve basınç, oluşan mineralin yapısını etkiler.*

Elementler, **bileşikler** ve **karışımlar,** kimyasal maddelerin üç ana türüdür. Doğal maddelerin çoğu birkaç bileşikten oluşur.

Element

Bir kimyasal tepkimeyle daha basit bir maddeye dönüştürülemeyen maddeye denir. Günümüzde bilinen ve **periyodik tablo**da* sınıflandırılmış olan 100'ün üzerinde element vardır. Bunların çoğu oda sıcaklığında katı ya da gaz haldedir. Bir elementin tüm atomlarının **çekirdek**lerinde* eşit sayıda **proton*** vardır (bkz. **atom numarası,** s. 13).

*Demir ve kükürt **elementtir** – daha basit maddeler haline bölünemez.*



Toz kükürt

Demir talaşı (eğe tozu)

Bileşik

Herhangi bir şekilde birbiriyle bağ yapmış olan iki ya da daha fazla **element**in bir araya gelmiş halidir. Bileşiğin fiziksel ve kimyasal özellikleri, onu oluşturan elementlerinkinden farklı olur. Bir bileşikteki elementlerin oranları sabittir; örneğin su her zaman iki kısım hidrojen ve bir kısım oksijenden oluşur. Bu oranlar bileşiğin H_2O şeklinde yazılan kimyasal **formül**üyle* belirtilir. Bileşiğin, elementlerine ayrıştırılması genellikle güçtür, ancak ya kimyasal tepkimelerle ya da bir kimyasal değişiklik oluşturmak üzere elektrik akımının kullanıldığı **elektroliz*** yöntemiyle yapılabilir.



İkili bileşik

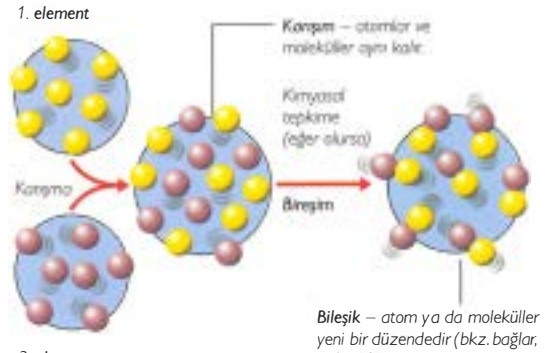
Yalnızca iki **element**ten oluşan **bileşik**leri tanımlamak için kullanılır; örneğin karbonmonoksit yalnızca karbon ve oksijenden oluşur.

Bireşim (sentez)

Bir **bileşiğin,** bir dizi kimyasal tepkime yoluyla, onu meydana getiren **element**lerden ya da daha basit bileşiklerden elde edilmesine denir; örneğin demir(III) klorür ısıtılmış demirin üzerinden klor gazı geçirilerek elde edilir.

Karışım

Birbirine kimyasal olarak bağlı olmayan iki ya da daha fazla **element** ve/veya **bileşik**ten oluşan maddeye denir. Karışımdaki elementlerin veya bileşiklerin oranları sabit değildir ve her biri kendi özelliklerini korur. Bu elementler veya bileşikler, fiziksel yöntemlerle genellikle kolayca birbirinden ayrıştırılabilir.



Kimyasal simge

Bir **element**in **formül**lerde ve **denklem**lerde kısaltılmış olarak gösterilme şeklidir (bkz.s 26-27). Simge, bir atomu belirtir ve genellikle elementin adının (bazen de Yunanca veya Latince adının) ilk bir ya da iki harfinden oluşur. Elementlerin listesi ve simgeleri için bkz. s. 98-99 ve s. 112-113.

Kükürt



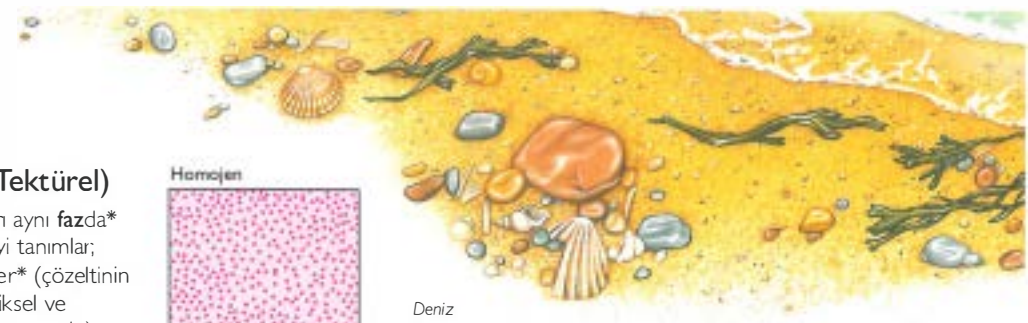
***Kimyasal simge**si S*

Demir



***Kimyasal simge**si Fe – demirin Latince adı ferrum'dur.*

*Çekirdek, 12; Elektroliz, 42; Formüller, 26; Periyodik tablo, 50; Proton, 12.



*Deniz kenarlarındaki kum, küçük kuvars, deniz kabuğu ve organik madde parçacıklarından oluşan **heterojen** bir karışımdır.*

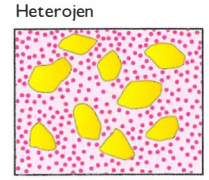
Homojen (Tektürel)

Tüm parçacıkları aynı **faz**da* olan bir maddeyi tanımlar; örneğin çözeltiler* (çözeltinin her tarafında fiziksel ve kimyasal özellikler aynıdır).

*Tüm parçacıklar aynı **faz**dadır*.*

Heterojen (Çoktürel)

Parçacıkları birden fazla **faz**da* olan bir maddeyi tanımlar; örneğin **süspansiyonlar*** (katı parçacıkların özellikleri sıvı parçacıklarınkinden farklıdır).



*Parçacıklar farklı **faz**lardadır*.*

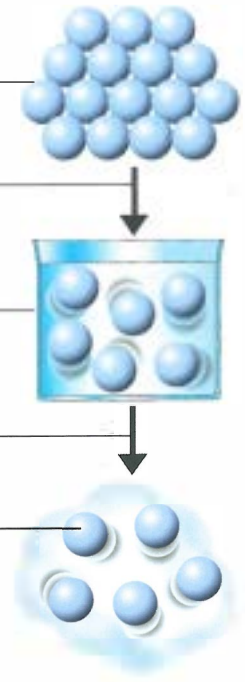
Saf

Yalnızca bir **element** veya **bileşik**ten oluşan bir maddenin örneğini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Hiçbir oranda başka madde içermez. Bir madde, eser miktarda bile olsa başka bir element ya da bileşik içerdiğinde artık **saf olmayan** bir maddedir ve saflığını bozan bu diğer madde **katışkı** (safsızlık) olarak tanımlanır.

Kinetik kuramı

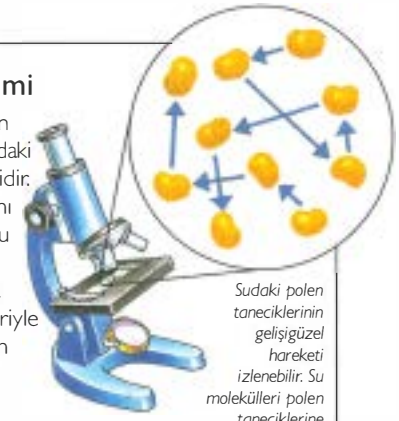
Kinetik kuramı, katıların, sıvıların ve gazların davranışlarını ve aralarındaki **hal değişiklik**lerini*, kendilerini oluşturan parçacıkların hareketleri açısından açıklayan kuramdır (aşağıdaki şemaya bakınız).

*Kinetik kuram*a göre:*



Brown devinimi

Küçük parçacıkların sudaki ya da havadaki gelişigüzel hareketidir. Bu, kinetik kuramını destekler çünkü bu tür devinim, parçacıkların su ya da hava molekülleriyle gözle görülemeyen çarpışması sonucu oluşur.



Sudaki polen taneciklerinin gelişigüzel hareketi izlenebilir. Su molekülleri polen taneciklerine çarpmaktadır.

Yayınım (Difüzyon)

İki **akışkan**ın*, herhangi bir mekanik girişim olmaksızın birbirine karışma sürecidir. Bu süreç kinetik kuramını destekler çünkü hem parçacıkların karışması için hareket etmesi gerekir; hem de görülebilir gazların (örneğin aşağıdaki brom buharı gibi) sıvılardan daha hızlı yayıldıkları gözlenebilir. Yalnızca **karışabilir*** sıvılar yayınabilir.



*Çözelti, 30; Faz, 6; Hal değişikliği, Akışkan, 6; Karışabilir, 31; Süspansiyon, 31.

ATOMLAR VE MOLEKÜLLER

2000 yıldan fazla bir zaman önce Yunanlılar, maddelerin **atom** adını verdikleri küçük parçacıklardan oluştuğuna karar verdiler. Daha sonraki kuramlar bu fikri genişleterek, buna **molekül** (atomların birleşmiş hali) kavramını dahil etti. **İnorganik*** moleküller genellikle yalnızca birkaç atom içerir, oysa **organik*** moleküller yüzlerce atom içerebilir.

Atom

Bir elementin bütün kimyasal özelliklerine sahip olan en küçük parçacığıdır. Birçok elementin atomları gruplar halinde birbirine bağlanarak **molekül** adı verilen daha büyük parçacıkları oluşturur (bkz. **ortaklaşım bağlar,** s. 18). Atomlar, üç ayrı türde daha küçük parçacıktan oluşur (bkz. **atom yapısı,** s. 12).

Molekül

Bir element ya da bileşiğin, kendi başına var olabilen ve tüm özelliklerini koruyabilen en küçük parçacıklarıdır. Moleküller genellikle birbirlerine bağlanmış iki ya da daha fazla **atom**dan oluşur. Bazı moleküller binlerce atom içerir. **İyon bileşik**leri* **iyon**lardan (elektrik yüklü parçacıklar) oluşur ve molekülleri yoktur.



*Tetraklorometan (CCl_4) **molekül**leri bir karbon ve dört klor **atom**undan oluşur.*



*Neon **molekül**leri tek bir neon **atom**undan oluşur.*

Atom içeriği

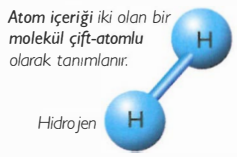
Bir **molekül**ün içerdiği **atom** miktarıdır. Molekül formülünden* hesaplanarak bulunur.

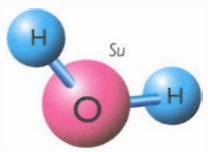
***Atom içeriği** bir olan bir **molekül tek-atomlu** olarak tanımlanır.*



Helyum

***Atom içeriği** iki olan bir **molekül çift-atomlu** olarak tanımlanır.*





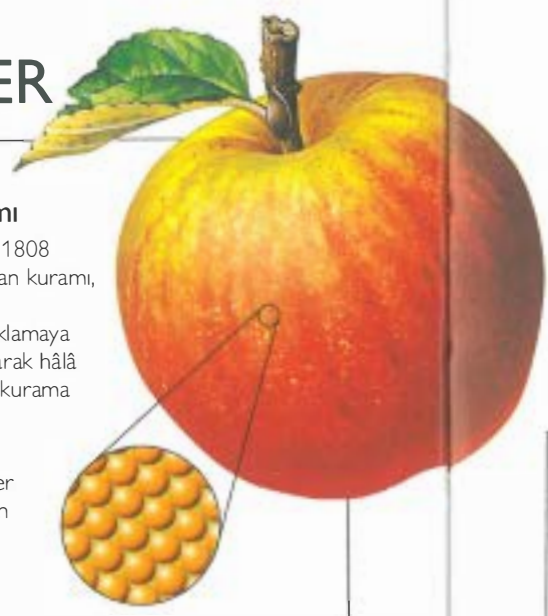
***Atom içeriği** üç olan bir **molekül üç-atomlu** olarak tanımlanır.*

***Atom içeriği** üçten fazla olan **bir molekül çok-atomlu** olarak tanımlanır.*

Dalton atom kuramı

John Dalton'un 1808 yılında yayımlanan kuramı, **atom**ların nasıl davrandığını açıklamaya çalışır. Genel olarak hâlâ geçerli olan bu kurama göre:

1. Tüm maddeler **atom** adı verilen çok küçük parçacıklardan oluşur.



2. Atomlar yapılamaz, yok edilemez ve bölünemez. (Bu artık geçerli değildir – bkz. **radyoaktivite,** s. 14.)

3. Aynı elementin tüm atomları aynı özelliklere sahiptir ve kütleleri aynıdır. (Bu artık geçerli değildir – bkz. **izotop,** s. 13.)



4. Farklı elementlerin **atom**ları farklı özelliklere sahiptir ve kütleleri farklıdır.



5. Bileşikler oluşurken, içerdikleri elementler basit tamsayılar halinde birleşir. (Ancak, artık biliyoruz ki büyük **organik*** moleküller her zaman tamsayılı oranlarda birleşmemektedir.)



*3 hidrojen **atom**u* — *1 azot **atom**u* — *1 amonyak **molekül**ü*

Dimer

Bir **monomer**in* (görece küçük bir molekül) iki molekülünün birleşmesinden oluşan **molekül**ler içeren bir maddedir.

*İki azot dioksit molekülü (**monomer***) birleşerek diazot tetraoksiti oluşturur (**dimer**)*

$$NO_2(g) + NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$$

Azot dioksit — Azot dioksit — Diazot tetraoksit

Trimer

Bir **monomer**in* üç molekülünün birleşmesinden oluşan **molekül**ler içeren bir maddedir.

Makromolekül

Çok sayıda **atom**dan oluşan bir **molekül**dür. Genellikle çok yüksek bir **bağıl molekül kütles**ine* sahip olan bir **organik*** moleküldür.

Temel kimya yasaları

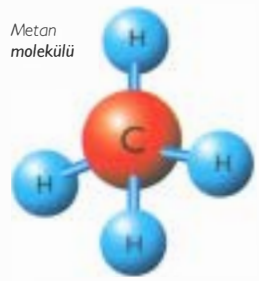
On sekizinci yüzyılın sonları ve on dokuzuncu yüzyılın başlarında üç kimya yasası geliştirildi. Bunlardan ikisi **Dalton atom kuram**ından önce çıktı, üçüncüsü (katlı oranlar yasası) ise bu kuramdan geliştirildi. Bu üç yasa, atom kuramının geliştirilmesinde çok önemli olmuştur.

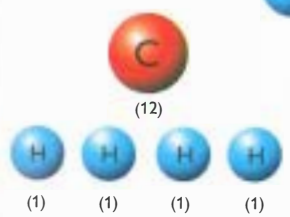
Sabit birleşim yasası

Fransız Joseph Proust tarafından 1799 yılında geliştirilen bu yasaya göre, aynı kimyasal bileşiğin tüm saf örnekleri, kütle olarak aynı oranlarda birleşmiş olan aynı elementleri içerir.

*Metanın bütün **molekül**leri (sağda) dört hidrojen **atom**u (**bağıl atom kütlesi*** 1) ve bir karbon atomu (bağıl atom kütlesi 12) içerir – aşağıda.*

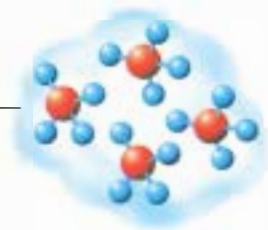
*Metan **molekülü***





Kütle olarak karbonun hidrojene oranı = 12:4 = 3:1

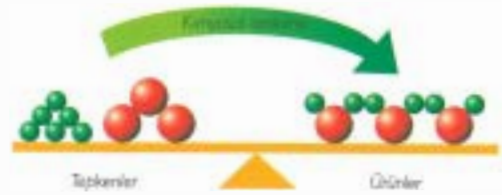
*Bir maddenin bütün saf örnekleri tamsayı adedinde **molekül** içerir (diğer bir deyişle, bileşiklerde moleküller bütün haldedir)*



Bu nedenle metanın bütün örnekleri kütle olarak 3:1 oranında karbon ve hidrojen içerir.

Kütlenin korunumu yasası

Fransız Antoine Lavoisier tarafından 1774 yılında geliştirilen bu yasaya göre madde, bir kimyasal tepkime sırasında yoktan var edilemez ve yok edilemez.

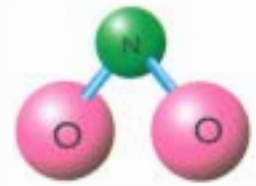


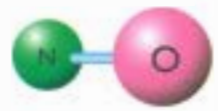
Katlı oranlar yasası

İki farklı element, A ve B, birden fazla bileşik oluşturmak üzere birleşebiliyorsa, her bir bileşikte sabit bir B kütlesiyle birleşen farklı A kütleleri basit bir oran halindedir. Bu yasa **Dalton atom kuram**ının genişletilmiş şeklidir

Bir azot atomu için örnek:

Azot dioksit, NO_2





Azot monoksit, NO

Diazot oksit, N_2O



*Bir azot atomuyla birleşen oksijen **atom**u sayısı, sırasıyla 2, 1 ve ½'dir.*

Oksijen kütlelerinin oranı 4:2: 1'dir.

*İnorganik kimya, 52; İyon, 16; İyon bileşiği, 17; Molekül formülü, 26; Organik kimya, 76.

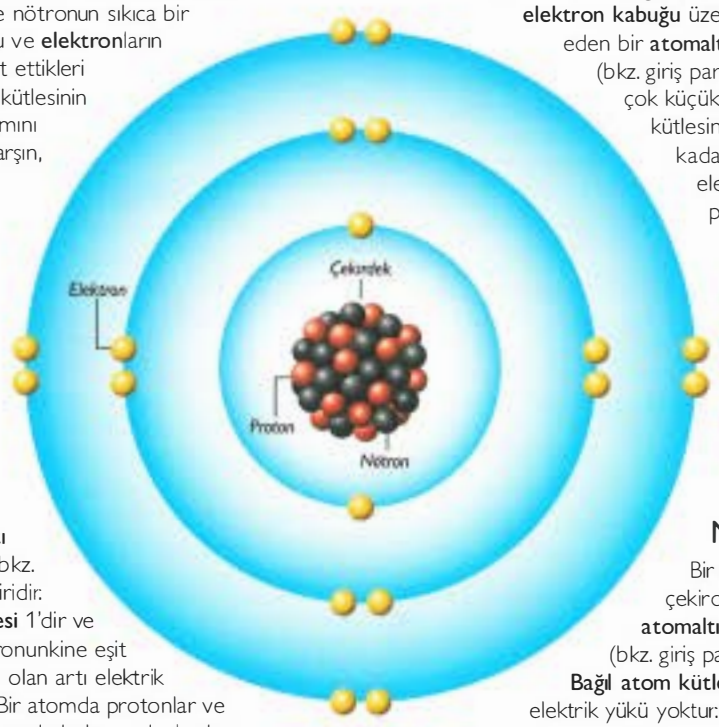
*Bağıl atom kütlesi, Bağıl molekül kütlesi, 24; Monomerler, 86; Organik kimya, 76.

ATOM YAPISI

Dalton atom kuramına (bkz. s. 10) göre atom, var olabilecek en küçük parçacıktır. Oysa deneyler göstermiştir ki atomlar, **atomaltı** (subatomik) **parçacıklar** denilen daha da küçük parçacıklar içermektedir. Üç tür atomaltı parçacık vardır: çekirdeği oluşturan **proton**lar, **nötron**lar ve **çekirdek** etrafında yer alan **elektron**lar.

Çekirdek ya da atom çekirdeği

Atomun ortasında bulunan, genellikle aynı sayıda proton ve nötronun sıkıca bir arada bulunduğu ve **elektron**ların etrafında hareket ettikleri yapıdır. Atomun kütlesinin neredeyse tamamını oluşturmasına karşın, çekirdeğin büyüklüğü atomun toplam büyüklüğüne göre çok küçüktür.



Elektron

Bir atom **çekirdeğ**inin etrafındaki bir **elektron kabuğu** üzerinde hareket eden bir **atomaltı parçacı**ktır (bkz. giriş paragrafı). Kütlesi çok küçüktür, **proton** kütlesinin 1/1836'sı kadardır. Elektronun elektrik yükü protonunkine eşittir ama eksidir. Bir atomdaki elektron ve proton sayısı birbirine eşittir.

Proton

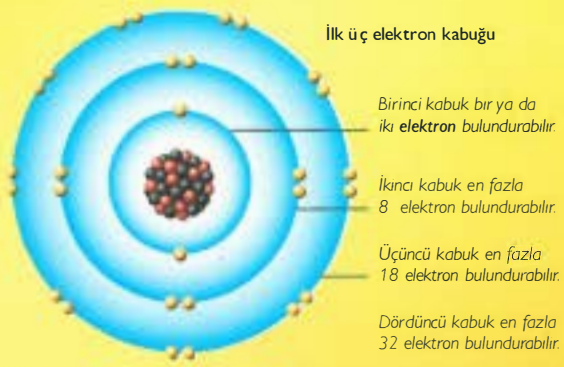
Bir atomun çekirdeğinde bulunan **atomaltı parçacı**klardan (bkz. giriş paragrafı) biridir. **Bağıl atom kütlesi** 1'dir ve büyüklüğü elektronunkine eşit ama onun karşıtı olan artı elektrik yüküne sahiptir. Bir atomda protonlar ve **elektron**lar eşit sayıdadır, bu nedenle de atomlar nötrdür.

Nötron

Bir atomun çekirdeğinde bulunan **atomaltı parçacı**klardan (bkz. giriş paragrafı) biridir. **Bağıl atom kütlesi** 1'dir ve elektrik yükü yoktur. Aynı elementin atomlarındaki nötron sayısı değişebilir (bkz. **izotop**, s. 13).

Elektron kabuğu ya da kabuk

Elektronların, atom **çekirdeğ**inin etrafında hareket ettikleri bölgedir. Bir atomun, yedi adede kadar kabuğu bulunabilir. Bu kabukların çapları çekirdekten uzaklaştıkça büyür ve her biri belirli sayıda elektron barındırabilir. Sağ tarafta basitleştirilmiş bir model gösterilmektedir – aslında elektronların konumu herhangi bir anda kesin olarak belirlenemez ve her kabuk **yörüngemsi**lerden (orbital) oluşur.



*Bağıl atom kütlesi, 24.

Yörüngemsi (orbital)

Bir ya da iki **elektron**un bulunabileceği bir bölgedir. Her **elektron kabuğu,** değişik biçimlere sahip bir veya daha fazla yörüngemsiden oluşur.

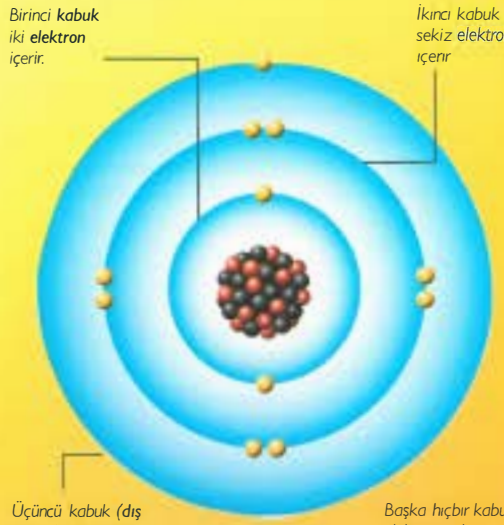
Dış kabuk

Elektronların bulunduğu, en sondaki **elektron kabuğu**dur. Dış kabuktaki elektron sayısı, elementin kimyasal tepkimelerdeki davranışını ve periyodik tabloda yer alacağı **grubu** belirler (bkz. **periyodik tablo,** s. 50-51).

Elektron yerleşimi

Bir atomdaki **elektron**ların dizilişini gösteren bir rakamlar dizisidir. Rakamlar, en içtekinden başlayarak her bir **elektron kabuğu**ndaki elektron adedini gösterir.

Bir sodyum atomu – elektron yerleşimi 2.8.1



Sekizli

Tek bir **elektron kabuğu**nda sekiz **elektron** bulunması durumudur: **Dış kabuğu**nda sekizli bulunan atomlar çok kararlıdır ve tepkimelere girmez. Tüm **soy gazlar*** (helyum dışında) böyle bir sekiziye sahiptir: Diğer atomlar, başka atomlarla elektron paylaşarak (bkz. **ortaklaşım bağlar,** s. 18) ya da elektron vererek veya alarak (bkz. iyon bağları, s. 17) kararlı bir sekizli oluşturabilir ve böylece kendisine en yakın olan soy gazın elektron yerleşimine eşit bir yerleşime sahip olabilir.

*Soy gazlar, 75.

Atom numarası

Bir atomun **çekirdeğ**indeki **proton** sayısıdır. Atom numarası, o elementin ne olduğunu belirler, örneğin altı protonu olan herhangi bir atom, **nötron** ya da **elektron** sayısı ne olursa olsun, karbondur.

Kütle sayısı

Bir elementin bir atomundaki **proton** ve **nötron** sayılarının toplamıdır. Bir elementin kütle sayısı değişebilir, çünkü nötron sayısı değişebilir (bkz. aşağıdaki paragrafta **izotop**). Kütle sayısı genellikle **atom numarası**nın yaklaşık iki katıdır.

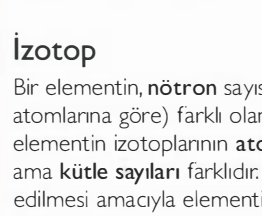
Atom numarası ve ***kütle sayısı*** genellikle elementin simgesiyle birlikte yazılır.



Proton sayısı = *atom numarası* = 6

Elektron sayısı = 6 (*proton* sayısıyla eşit olması için)

Nötron sayısı = *kütle sayısı* – *atom numarası* = 6



Nötron ve *elektron sayısı* = *1 (her ikisi de)*

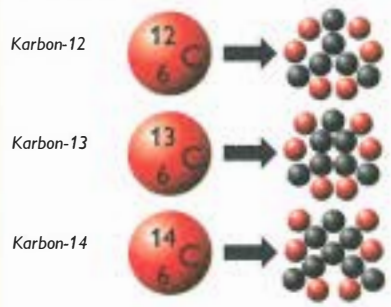
Nötron sayısı = 0

Kütle sayısı ve *atom numarası* aynıdır. Hidrojenin *çekirdeği* tek bir protondur.

İzotop

Bir elementin, **nötron** sayısı (aynı elementin başka atomlarına göre) farklı olan bir atomudur. Bir elementin izotoplarının **atom numaraları** aynıdır ama **kütle sayıları** farklıdır. İzotopların ayırt edilmesi amacıyla elementin adının ya da simgesinin yanına kütle sayısı yazılır.

Karbonun üç izotopu



RADYOAKTİVİTE



Gama ışınları --çok yüksek enerjili ışınlar– salan ***çekirdek****

Radyoaktivite, atom **çekirdek**lerinin **radyoaktif bozunum** denilen bir süreçle başka bir elementin çekirdeklerine dönüşecek şekilde parçalanmasıyla oluşur. Bu süreç sırasında bozunuma uğrayan atomlar, ışın ya da parçacık salar (**radyasyon**). Radyoaktif element, çekirdekleri bu şekilde yavaş yavaş bölünen elementtir. Bu elementlerin çekirdeklerinin bölünmesi, kararlı olmayışlarından kaynaklanır; bunun nedeni de genellikle ya **kütle sayılarının*** çok yüksek olması ya da **proton*** ve **nötron*** sayıları arasındaki dengesizliktir.

Radyoizotop ya da radyoaktif izotop

Radyoaktif maddelerin hepsi **izotop*** olduğundan, bu maddeler için kullanılan genel terimdir. Doğada örneğin karbon-14 ve uranyum-238 gibi birkaç radyoizotop vardır, diğerleri çeşitli şekillerde oluşur.

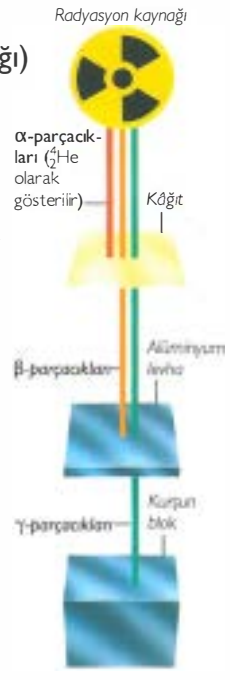
*146 **nötronu** olan uranyum böyle yazılır:* $^{238}_{92}U$ — *Kütle sayısı** / *Atom numarası** — *U-238 ya da Uranyum-238 şeklinde de yazılabilir.*

Alfa parçacığı (α-parçacığı)

Bir radyoaktif atomun **çekirdeğ**inden* salınan parçacık türlerinden biridir. Helyum çekirdeğine benzer, iki **proton**u* ve iki **nötronu*** vardır, **bağıl atom kütlesi*** 4'tür ve yükü artı 2'dir. Yavaş hareket eder ve girim gücü (penetrasyon) zayıftır.

Beta parçacığı (β-parçacığı)

Bir radyoaktif **çekirdek**ten* salınan ve hızlı hareket eden bir parçacıktır. Bu parçacık ya bir **elektron*** ya da bir **pozitron** (elektron gibi olup artı yüke sahip parçacık) olabilir. Beta parçacıkları, yoğunluğu düşük ve/veya kalınlığı az olan (örneğin kâğıt gibi) maddelerin içinden geçebilir



Gama ışınları (γ- ışınları)

Bir radyoaktif **çekirdek**ten*, genellikle **alfa** ya da **beta** parçacıklarının ardından salınan ışınlardır. Dalga biçimini alırlar (ışık ve X-ışınları gibi) ve girim güçleri çok yüksektir, alüminyum levhadan geçebilirler. Kalın bir kurşun blokla durdurulabilirler.

Radyoaktif bozunum

Radyoaktif bir elementin **çekirdeğ**inin*, farklı bir elementin kararlı bir çekirdeği haline gelene dek geçirdiği bir dizi **bölünme** (**bozunum serisi**) sürecidir.

Bölünme

Kararsız bir **çekirdeğin***, genellikle başka bir çekirdek ve bir alfa ya da **beta** parçacığı halinde iki parçaya ayrılmasıdır. **Atom numarası*** değişir, böylece yeni bir elementin atomu oluşur. Bu atom kararlı ise daha fazla bölünmez, kararsız ise yeniden bölünür ve bu süreç kararlı bir atom oluşana kadar **bozunum serisi** halinde devam eder.

Uranyum-238'in bölünerek toryum-234'e dönüşmesi

*Yeni çekirdeğin **kütle sayısı*** = 238 – 4 = 234*

$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$

U-238 atomu — *Salınan **α-parçacığı** (**kütle sayısı*** 4, **atom numarası*** 2)* — *Yeni **atom numarası*** = 92 – 2 = 90, böylece yeni element toryumdur.*

***Bölünme**, bir **çekirdek denklemi**yle gösterilir.*

$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

Bozunum serisi ya da radyoaktif seri

Bir radyoaktif elementin bozunumu boyunca, kararlı atomlara sahip bir elemente ulaşana dek, ürün olarak değişik elementlerin oluştuğu **bölünme** serisidir.

Plütonyum-242'den uranyum-234'e bozunum seri



Plütonyum-242 — *Uranyum-238* — *Toryum-234* — *Protaktinyum-234* — *Uranyum-234*

*Atom numarası, 13; **Bağıl atom kütlesi**, 24; **Elektron**, 12; **İzotop, Kütle sayısı**, 13; **Nötron, Çekirdek, Proton**, 12.

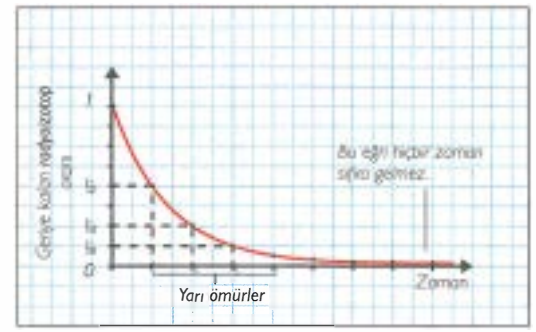
Bekerel

Bir **radyoaktif bozunum** birimidir. Bir bekerel, bir saniyede bir nükleer **bölünme**ye eşittir. Bir **küri**, $3{,}7 \times 10^{10}$ bekerele eşittir.

Yarı ömür

Bir radyoaktif element örneğindeki atomların yarısının, **radyoaktif bozunum**a uğraması için geçmesi gereken süredir. Salınan radyasyon miktarı yarıya düşer. Yarı ömür değerleri çok farklılık gösterir; örneğin, uranyum-238'in yarı ömrü 4,5 milyar yıldır, oysa radyum-221'inki yalnızca 30 saniyedir.

Radyoaktif bozunum eğrisi

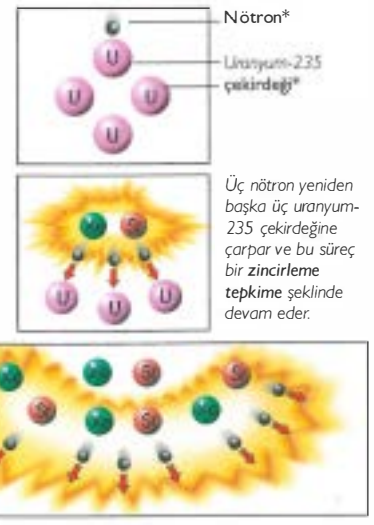


Radyoaktivitenin kullanımı

Çekirdek bölünmesi (Nükleer fisyon)

Bir nötronla bombardıman yapılması sonucunda bir **çekirdeğin*** bölünmesidir. Çekirdek parçalanarak **nötron**lar* salar ve başka elementlerin çekirdeklerini üretir. Bu sırada büyük miktarda enerji açığa çıkar. Salınan serbest nötronlar, yeniden başka atomların bölünmesine sebep olur ve yeni nötronlar salınır; böylece devam eden bu süreç bir **zincirleme tepkime**dir. Çekirdek bölünmesine uğrayabilen elementlere **çekirdekleri bölünebilen** elementler denir. Denetimli çekirdek bölünmesi nükleer enerji santrallerinde kullanılır, ancak denetimsiz olanı, örneğin fisyon bombası çok güçlü bir patlayıcıdır.

Uranyum-235'in çekirdek bölünmesi



*Çekirdek, bir **nötronun*** çarpması sonucunda parçalanır ve iki ayrı element (stronsiyum ve ksenon) ile üç nötron oluşur.*

*Üç nötron yeniden başka üç uranyum-235 çekirdeğine çarpar ve bu süreç bir **zincirleme tepkime** şeklinde devam eder.*

$^{235}_{95}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{90}_{38}Sr + {}^{143}_{54}Xe + 3{}^{1}_{0}n$

Bir nötron (kütle sayısı* 1, atom numarası* 0)*

Çekirdek kaynaşması (Nükleer füzyon)

İki çekirdeğin birleşerek daha büyük bir **çekirdek*** oluşturmasıdır. Bu, yalnızca çok yüksek sıcaklıklarda meydana gelir ve açığa çok büyük miktarda enerji çıkarır. Çekirdek kaynaşması, füzyon bombalarında meydana gelir

Radyoaktif izleme

Bir maddeye bir **radyoizotop** katarak, çıkan radyasyondan o maddeyi takip etme yöntemidir. Bu yöntemde, radyoizotopa **izleyici**, izlenen maddeye ise **işaretli madde** adı verilir.

Karbon-14'le tarihleme ya da radyokarbonla yaş belirleme

Bir canlı organizmanın ölümünden sonra açığa çıkardığı radyasyonu ölçerek, ölümünden itibaren geçen zamanın hesaplanması yöntemidir. Tüm canlılarda az miktarda karbon-14 **radyoizotop**u bulunur. Bu radyoizotop, canlı öldükten sonra yavaş yavaş azalır.

Radyoloji

Radyoaktivitenin özellikle tıptaki kullanımı (**radyoterapi**) ile ilgili bilim dalıdır. Kanser hücreleri radyasyona karşı duyarlıdır, bu nedenle tedavide küçük dozlar halinde radyasyondan yararlanılır.

Işınlama

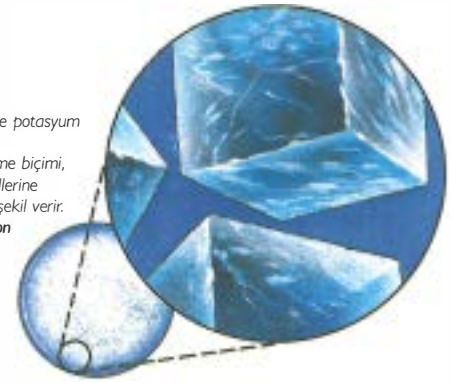
Bazı gıda maddelerine, örneğin meyvelere **gama ışınları** uygulayarak taze kalmalarını sağlama yöntemidir.



*Atom numarası, Kütle sayısı, 13; Nötron, Çekirdek, 12.

BAĞLAR

Birbiriyle tepkimeye giren maddelerin atomları her zaman, kararlı (elektron sayısı açısından dolu) bir **dış kabuğa*** sahip olabilmek için **elektron*** vermek, almak ya da paylaşmak eğilimindedir. Bunu yaparken, atomlar birbirleri arasında bir tür çekim (**bağ**) oluşturur ve bu bağlar onları bir arada tutar. Üç temel bağ çeşidi vardır: **iyon bağları, ortaklaşım bağlar** (bkz. s. 18-19) ve **metal bağları** (bkz. s. 20). Ayrıca bkz. **moleküller arası kuvvetler,** s. 20.



*Sodyum ve potasyum **iyon**larının düzenlenme biçimi, tuz kristallerine kübik bir şekil verir. İyonlar; **iyon bağları** sayesinde bir arada tutulur.*

Değerlik elektronu

Her zaman **dış kabuk**ta* bulunan ve bir bağ oluşturan elektrondur. **İyon bağları**nda ve **metal bağları**nda* kaybedilir, **ortaklaşım bağlar**da* ise diğer atomlarla ortaklaşa kullanılır.

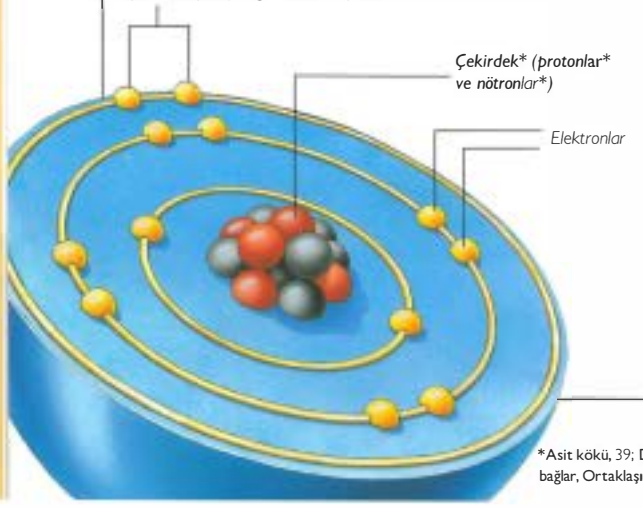
İyonlar

İyon, bir atomun kararlı bir **dış kabuk*** elde etmek üzere, bir ya da birkaç elektron kaybetmesi veya kazanması sonucunda oluşan elektrik yüklü bir parçacıktır. Tüm iyonlar ya **katyon** ya da **anyondur.**

Katyon

Bir atomun, bir tepkime sırasında elektron kaybetmesiyle oluşan artı yüklü **iyon**dur (artık **proton*** sayısı elektron sayısından fazladır). Hidrojen ve metaller katyon oluşturma eğilimindedir. Bunların atomlarının **dış kabuk**larında* bir, iki ya da üç elektronları vardır ve kararlı bir dış kabuk oluşturmak için en az beş tane yeni elektron kazanmaktansa, bunları kaybetmeleri daha kolaydır.

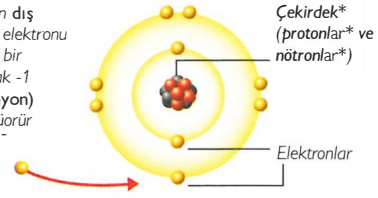
*Magnezyum atomunun **dış kabuğun**da* iki elektron vardır. Bunları kaybettiğinde +2 yüklü bir iyona (katyona) dönüşür. Magnezyum iyonu (katyonu) Mg^{2+} şeklinde yazılır.*



Anyon

Bir atomun, bir tepkime sırasında elektron kazanmasıyla oluşan eksi yüklü **iyon**dur (artık elektron sayısı **proton*** sayısından fazladır). Ametaller anyon oluşturma eğilimindedir. Bunların atomlarının dış kabuklarında* beş, altı ya da yedi elektron vardır ve kararlı bir **dış kabuk** oluşturmak için en az beş tane elektron kaybetmektense elektron kazanmaları daha kolaydır. Bazı anyonlar; örneğin **asit kökleri*** atom gruplarının elektron kazanmasıyla oluşur.

*Bir flüor atomunun **dış kabuğun**da* yedi elektronu vardır, bu nedenle bir elektron kazanarak -1 yüklü bir **iyon (anyon)** haline dönüşür. Flüorür iyonu (**anyonu**) F^- şeklinde yazılır.*



İyonlaşma

İyonların oluşması sürecidir. Bu, ya atomların elektron kaybetmesi veya kazanması ya da bir bileşiğin iyonlara ayrılmasıyla (örneğin hidrojen klorürün bir çözelti haline dönüşmesiyle) oluşur.

*Sudaki hidrojen klorürün **iyonlaşma**sı sonucunda, hidrojen iyonlarının ve klorür iyonlarının oluşması*

$$HCl(g) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

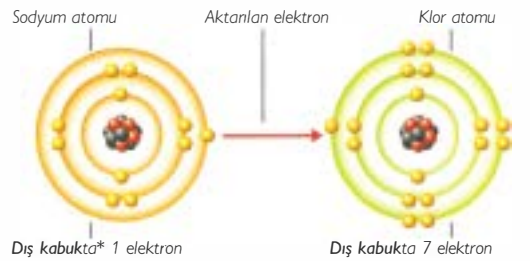
*Hidrojen klorür **ortaklaşım bileşik*** — *Suda oluşan ayrı ayrı iyonlar*

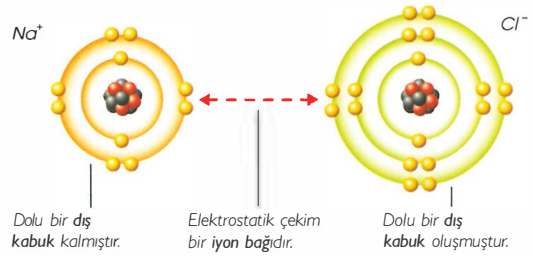
*Asit kökü, 39; Dış kabuk, 13; Elektron, 12; Metal bağları, 20; Nötron, Çekirdek, 12; Ortaklaşım bağlar, Ortaklaşım bileşikler, 18; Proton, 12.

İyon bağları

İki element birbiriyle tepkimeye girerek iyonlar oluşturduğunda, ortaya çıkan karşıt yüklü **katyon**lar ve **anyon**lar birbirlerini çeker ve bu çekim nedeniyle bir arada kalır. Bu tür elektrostatik bağlara **iyon bağları** adı verilir. **Periyodik tablo**nun* sonlarındaki elementler bu tür bağ yapma eğilimindedir, bir araya gelerek **iyon bileşik**leri oluştururlar (örneğin sodyum ve klor; sodyum klorürü, magnezyum ve oksijen ise magnezyum oksidi oluşturur).

*Sodyum ve klor tepkiyerek, bir **iyon bileşiği** olan sodyum klorürü oluşturur.*



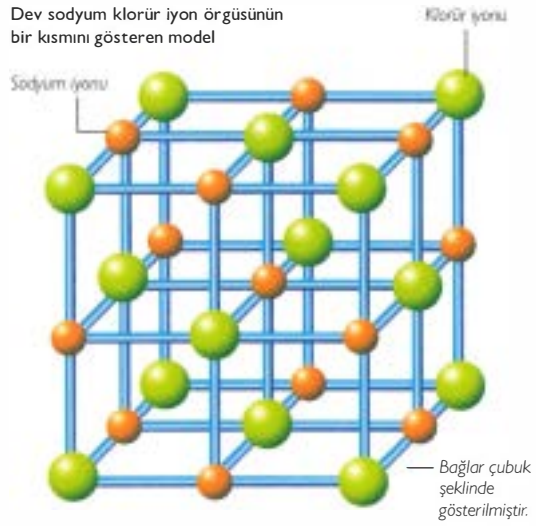


Sodyum klorürün formülü, NaCl ya da Na^+Cl^- şeklinde yazılır.

İyon bileşiği

Bileşenleri **iyon bağları**yla bir arada tutulan bileşiklere denir. Molekülleri yoktur, bunun yerine **katyon**lar ve **anyon**lar birbirlerini çekerek bir **dev iyon örgüsü*** oluşturur. İyon bileşiklerinin erime noktaları ve kaynama noktaları yüksektir (bağlar güçlü olduğundan, onları koparmak için yüksek miktarda enerji gerekir). **Erimiş*** haldeyken ya da **sulu çözelti**lerde* serbestçe hareket edebilen yüklü parçacıklar (iyonlar) içerdiklerinden, elektriği iletirler.

Dev sodyum klorür iyon örgüsünün bir kısmını gösteren model



*Bu yapıda molekül yoktur; formüldeki oranlar her bir iyon türünün **dev iyon örgüsü**ndeki* göreli sayılarını belirtir. Bu örnekte, NaCl formülü sodyum ve klorür iyonlarının birbirlerine göre oranlarının bire bir olduğunu gösterir.*

Elektrovalans

Bir **iyon**un başka bir iyonla **iyon bağı** oluşturarak birleşme gücüdür ve iyonun taşıdığı yüke eşittir. İyonlar; meydana getirdikleri bileşiğin yükünün sıfır olmasını sağlayacak oranlarda birleşir:

***Periyodık tablo**nun* I ve VII. grubundaki elementler **tek değerlik**lidir (**elektrovalans**ları birdir). İyonlarından her birinin yükü +1 ya da -1'dir.*



*II ve VI. gruptaki elementler **iki değerlik**lidir (**elektrovalans**ları ikidir). İyonlarından her birinin yükü +2 ya da -2'dir.*



*III ve V. gruptaki elementlerin bazıları **üç değerlik**lidir (**elektrovalans**ları üçtür). İyonlarından her birinin yükü +3 ya da -3'tür.*



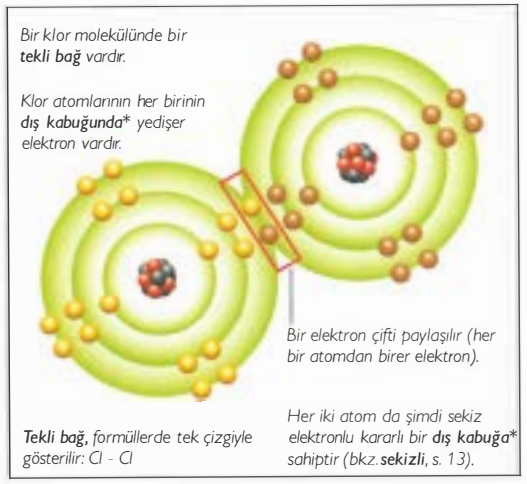
* Dev iyon örgüsü, 23; Dış kabuk, 13; Erimiş, 6; Periyodik tablo, 50; Sulu çözelti, 30.

Ortaklaşım bağlar (Kovalent bağlar)

Ortaklaşım bağlar, elektronların bir moleküldeki atomlar arasında, her bir atomun kararlı bir **dış kabuk*** elde edebileceği şekilde ortaklaşa kullanılmasıdır. Elektronlar, **elektron çiftleri** halinde paylaşılır (her elektron çifti bir **ortaklaşım bağdır**). Bir molekülün içindeki ortaklaşım bağlar güçlüdür. Oysa **ortaklaşım bileşik**ler (molekülleri ortaklaşım bağlara sahip olan bileşikler), genellikle birbirlerine bu kadar güçlü bağlanmamıştır. Bu bileşikler, oda sıcaklığında çoğunlukla sıvı ya da gaz haldedir; çünkü molekülleri arasındaki kuvvetler **van der Waals kuvvetleri*** adı verilen zayıf kuvvetlerdir. Bu kuvvetleri yenebilmek için az enerji gerektiğinden, ortaklaşım bileşiklerin çoğunun erime noktaları ve kaynama noktaları düşüktür. Bunlar **iyon*** içermediklerinden elektriği de iletmez.

Tekli bağ

İki atomun bir elektron çiftini paylaşmasıyla oluşan bir ortaklaşım bağdır.

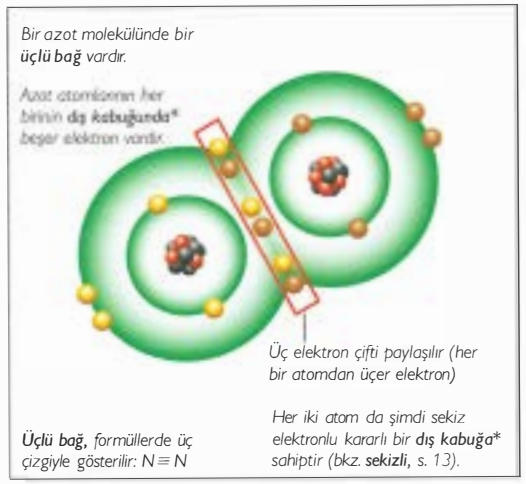


Tekli bağ, *formüllerde tek çizgiyle gösterilir: Cl - Cl*

Her iki atom da şimdi sekiz elektronlu kararlı bir ***dış kabuğa**** *sahiptir (bkz.* ***sekizli****, s. 13).*

Üçlü bağ

İki atomun üç elektron çiftini paylaşmasıyla oluşan bir ortaklaşım bağdır.

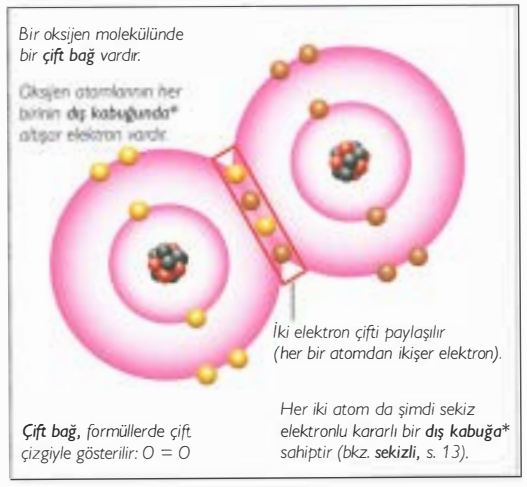


Üçlü bağ, *formüllerde üç çizgiyle gösterilir: N ≡ N*

Her iki atom da şimdi sekiz elektronlu kararlı bir ***dış kabuğa**** *sahiptir (bkz.* ***sekizli****, s. 13).*

Çift bağ

İki atomun iki elektron çiftini paylaşmasıyla oluşan bir ortaklaşım bağdır.

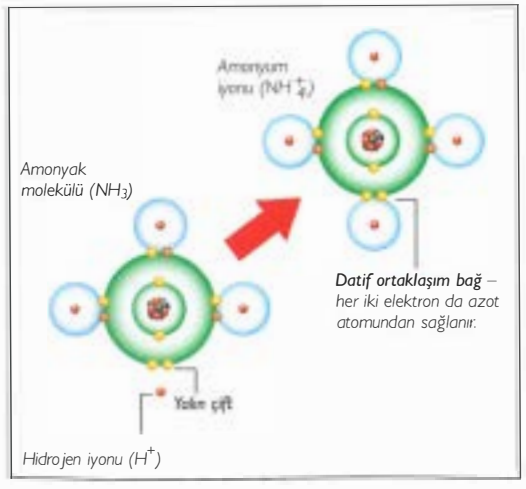


Çift bağ, *formüllerde çift çizgiyle gösterilir: O = O*

Her iki atom da şimdi sekiz elektronlu kararlı bir ***dış kabuğa**** *sahiptir (bkz.* ***sekizli****, s. 13).*

Datif ortaklaşım bağ ya da **koordinat bağ**

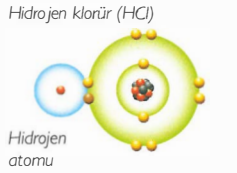
Bağdaki her iki elektronun da aynı atom tarafından sağlandığı ortaklaşım bağ türüdür. Böyle bir bağda, atom bir **yalın çift** verir.



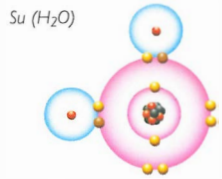
Dış kabuk, 13; İyonlar, 16; van der Waals kuvvetleri, 20.

Ortaklaşımlık (Kovalentlik)

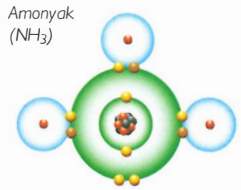
Bir atomun yapabileceği en fazla ortaklaşım bağ sayısıdır ve bu atomla birleşebilecek hidrojen atomu sayısına eşittir. Çoğu elementin ortaklaşımlığı sabittir, ancak **geçiş metalleri**ninki* değişkendir.



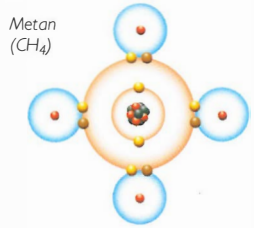
Tek değerlikli *elementlerin* ***dış kabuk****larında* ya bir ya da yedi elektron vardır, örneğin hidrojen.*



İki değerlikli *elementlerin* ***dış kabuk****larında* ya iki ya da altı elektron vardır, örneğin oksijen.*



Üç değerlikli *elementlerin* ***dış kabuk****larında* ya üç ya da beş elektron vardır, örneğin azot.*



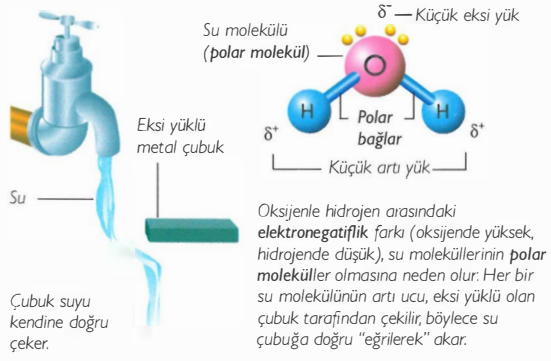
Dört değerlikli *elementlerin* ***dış kabuk****larında* dört elektron vardır, örneğin karbon.*

Yalın çift

Bir atomun **dış kabuğun**da* bulunan ve bir ortaklaşım bağ yapmamış olan elektron çiftine verilen isimdir (önceki sayfadaki amonyak resmine bakınız).

Elektronegatiflik (Eksiçekerlik)

Bir molekülün içindeki bir atomun, elektronları kendine çekebilme gücüdür. Elektonegatiflikleri farklı olan iki atom birleştiğinde bir **polar bağ** oluşur. Elektronegatifliği zayıf olan atomlar (örneğin sodyum) artı yüklü iyonları hayli kolay oluşturabildiğinden, bazen **elektropozitif** (artıçeker) olarak da adlandırılırlar.



Oksijenle hidrojen arasındaki ***elektronegatiflik*** *farkı (oksijende yüksek, hidrojende düşük), su moleküllerinin* ***polar molekül****ler olmasına neden olur. Her bir su molekülünün artı ucu, eksi yüklü olan çubuk tarafından çekilir, böylece su çubuğa doğru "eğrilerek" akar.*

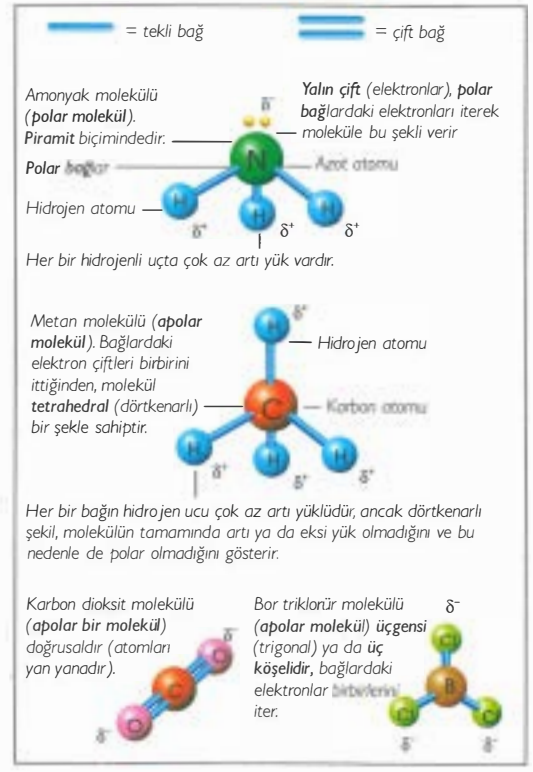
Polar bağ

Elektronların, belli bir atomun **çekirdeğ**inin* etrafında diğerlerinde olduğundan daha çok zaman geçirdiği türden ortaklaşım bağdır. Bu etkiye **polarizasyon** denir. Atomlar arasındaki **elektronegatiflik** farklılıklarından kaynaklanır ve elektronlar atomlardan biri tarafından daha fazla çekilir.

Polar molekül

İki ucu arasında elektrik yükü farklılığı olan bir moleküldür. Bu farklılık, **polar bağ**ların düzgün dağılmamış olmasından, bazen de **yalın çift**lerden kaynaklanır. Polar moleküllü sıvılar iyon bileşiklerini çözen **polar çözücüler*** (solventler) olabilir. **Apolar** (polar olmayan) bir molekülün iki ucu arasında yük farklılığı yoktur.

Bazı polar ve apolar moleküllerin şekilleri



İzomerlik

Aynı atomların, farklı moleküllerde farklı düzenlemeler oluşturması durumudur. Bu düzenlemelere **izomer*** adı verilir. **Molekül formülleri*** aynıdır, ama diğer formülleri farklı olabilir (bkz. s. 26).

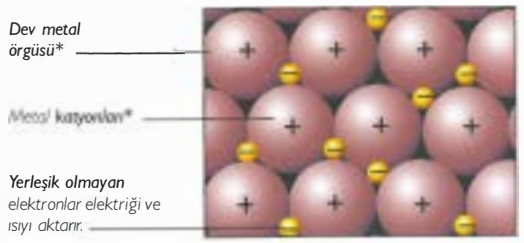
Çekirdek, 12; Dış kabuk, 13; Geçiş metalleri, 58; İyon bileşiği, 17; İzomerler, 77; Molekül formülü, 26; Polar çözücü, 30.

Metal bağları

Metal bağları, bir **dev metal örgüsü*** (örneğin metallerde) içinde bulunan parçacıkların arasındaki çekimdir. Örgü, metalin artı **iyon**larından* ve bunların arasında serbestçe hareket edebilen **değerlik elektronları**ndan* oluşur. **Yerleşik olmayan** (serbestçe hareket edebilen) elektronlar, iyonlar arasındaki bağları oluşturur. Bunlar hareket edebildiğinden, metalin içinden ısı ve elektrik iletilebilir. Elektronlarla iyonlar arasındaki kuvvetler güçlüdür. Bu güçlü kuvvetleri yenebilmek için hayli yüksek miktarda enerji gerektiğinden, metallerin erime noktaları ve kaynama noktaları yüksektir. (Diğer türdeki bağlarla ilgili bilgiler için bkz. s. 16-19.)

Yerleşik olmama (Delokalizasyon)

Değerlik elektronlarının* bir moleküldeki ya da **dev metal örgüsü**ndeki* bütün atomlar tarafından paylaşılmasıdır. Yerleşik olmayan elektronlar, örgüdeki herhangi bir atoma ait olabilir ve örgünün içinde rahatça hareket edebilir, böylece metalin elektriği ve ısıyı iletmesini sağlar.



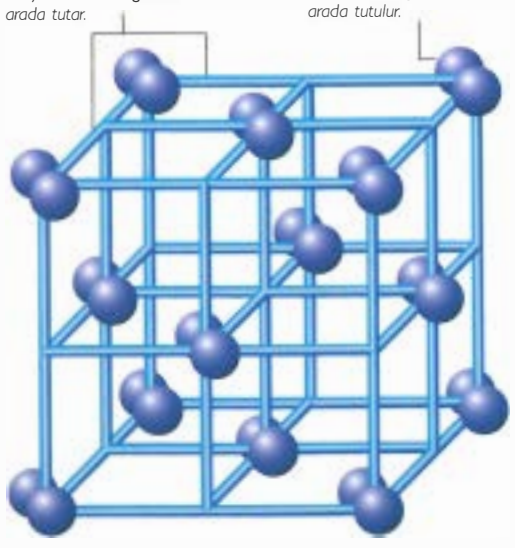
Moleküllerarası kuvvetler

van der Waals kuvvetleri

Moleküllerin atomlarında bulunan elektronların düzensiz dağılımından ve hareketinden kaynaklanan, moleküller arasındaki zayıf kuvvetlerdir (**moleküller-arası kuvvetler**). Çekim kuvveti, **iyon bağları**nkinin* yirmide biri kadardır. **Molekül örgüleri**ni* bir arada tutan bu kuvvettir (örneğin, iyot ve katı karbon dioksit).

*Zayıf **van der Waals*** kuvvetleri, bu iyot **molekül örgüsü**nü* bir arada tutar.*

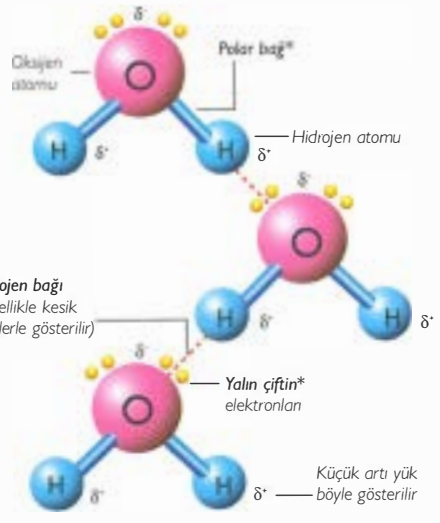
*İyot atomları, moleküllerde **ortaklaşım bağ**la* bir arada tutulur.*



Hidrojen bağı

Hidrojen içeren bir **polar molekül*** ile başka bir moleküldeki **yalın çift*** elektronları arasındaki bir çekimdir. **Polar bağlar*** nedeniyle her bir hidrojen atomu küçük bir artı yüke sahip olduğundan, bunlar elektronlar tarafından çekilir. Hidrojen bağları, küçük ama **apolar molekül**lere* sahip diğer maddelere kıyasla suyun erime ve kaynama noktalarının daha yüksek olmasının nedenidir. Moleküllerin ayrılması için hem hidrojen bağlarını hem de **van der Waals kuvvetleri**ni yenmek gerekir:

*Su molekülü (**polar molekül***)*



* Apolar molekül, 19 (Polar molekül); Değerlik elektronu, 16; Dev metal örgüsü, 23; İyon, 16; İyon bağlar, 17; Katyon, 16; Molekül örgüsü, 23; Ortaklaşım bağlar, 18; Polar bağ, 19; Yalın çift, 19.

KRİSTALLER

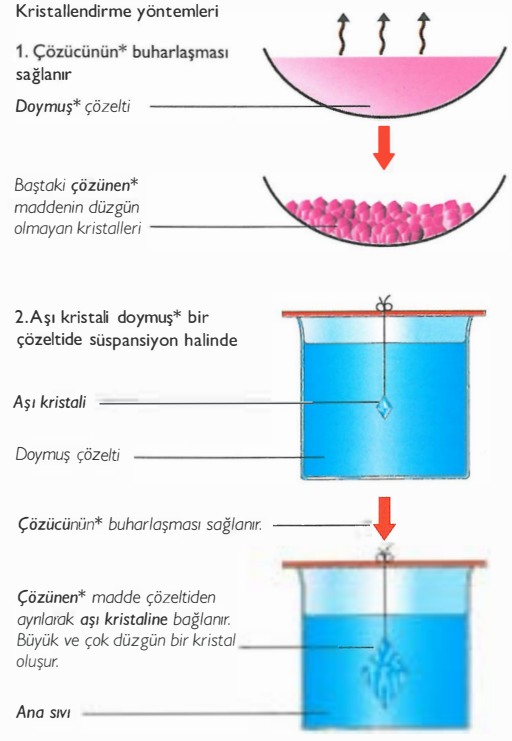
Kristaller, parçacıkların düzenli bir biçimde yerleşmesinden oluşan düzgün geometrik şekillere sahip katılardır. Bu parçacıklar atom, **iyon*** ya da molekül olabilir. Bunların arasındaki bağlar ise herhangi bir tür olabilir ya da türlerin karışımı olabilir. Kristallerin kenarları ve yüzeyleri düzdür. Kristalleri oluşturan maddeler **kristalin** olarak tanımlanır. Düzgün bir şekli olmayan (kristaller oluşturmayan) katılara **biçimsiz** (amorf) denir.

*Değerli taşlar **yarılma düzlemleri*** boyunca kesilmiş kristallerdir.*

Kristallendirme

Kristaller oluşturma sürecidir. Birkaç farklı şekilde yapılabilir, örneğin, **erimiş*** katıları soğutarak, katıları **süblimleştir**erek* (katıyı önce gaz sonra tekrar katı hale dönüştürme), **aşırı doymuş*** bir çözeltiye bir **aşı kristali** (bkz. yandaki paragraf) yerleştirerek ya da **doymuş*** bir çözeltiye bir aşı kristali yerleştirdikten sonra çözeltiyi soğutarak ya da buharlaştırarak. En yaygın kullanılan yöntem sonuncusudur. Soğutma ya da buharlaştırma sonucunda, çözünme özelliğine sahip olan **çözünen*** maddenin miktarı azalır ve parçacıklar çözeltiden ayrılarak çözeltinin içinde süspansiyon halindeki aşı kristaline bağlanır. Kristallendirme, maddeleri saflaştırma amacıyla kullanılabilir – bkz. s. 107.

Kristallendirme yöntemleri



Aşı kristali

Bir maddenin çözeltisine yerleştirilen, aynı maddeye ait bir kristaldir. **Kristallendirme** sırasında oluşan kristaller için bir temel yapı görevi yapar. Büyüyen kristal, üzerinde bulunduğu aşı kristalinin şeklini alır.

Ana sıvı

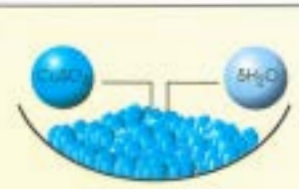
Bir çözeltide kristallenme süreci tamamlandıktan sonra geriye kalan çözeltidir.

Kristal suyu

Bazı **tuz**ların* kristallerinde bulunan suya denir. Her **iyon*** çiftine bağlı olan su moleküllerinin sayısı, çoğunlukla sabittir ve genellikle tuzun kimyasal **formül**ünde* belirtilir. Bu su, ısıtma yoluyla alınabilir. Kristal suyu içeren kristallere **hidratlı*** denir.

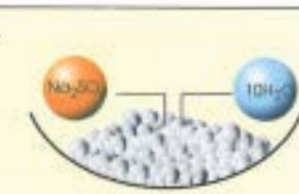
Hidratlı bakır(II) sülfat*

*Bakır(II) sülfatta, her bir **iyon*** çiftinin beş moleküllük suyu vardır.*



Hidratlı sodyum sülfat*

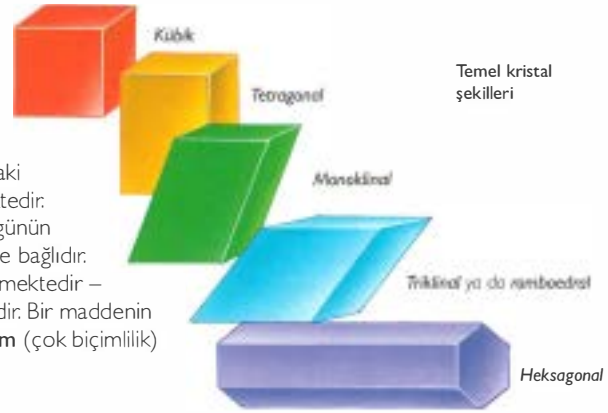
*Sodyum sülfatta, her **iyon*** çiftinin on moleküllük suyu vardır.*



* Aşırı doymuş, 31; Çözünen, Çözücü, 30; Doymuş, 31; Erimiş, 6; Formül, 26; Hidratlı, 40 (Hidrat); İyon, 16; Süblimleşme, 7; Tuzlar, 39; Yarılma düzlemi, 22.

Kristaller (devamı) – şekiller ve yapılar

Kristaller (bkz. s. 21) çok farklı şekillerde ve büyüklüklerde olur. Bu, parçacıkların (atom, molekül ya da **iyonlar**ın*) yerleşimlerindeki ve bağlarındaki farklılıklardan kaynaklanır. Parçacıkların uzayda diziliş şekline ve bağlanma biçimlerine **kristal örgüsü** denir. Yandaki sayfada değişik kristal örgüsü örnekleri verilmektedir. Belli bir kristalin şekli, kristal örgüsüne ve bu örgünün **yarılma düzlemleri** boyunca nasıl ayrılabileceğine bağlıdır. Kristallerin alabileceği başlıca şekiller yanda verilmektedir – bunlar büyük kristallerin oluştuğu temel şekillerdir. Bir maddenin birden fazla kristal şekli olabilir. Buna **polimorfizm** (çok biçimlilik) denir (bkz. altta).



Temel kristal şekilleri

Polimorfizm (Çok biçimlilik)

Bir maddenin, şekil ve görünüm açısından farklı iki ya da daha çok kristalinin bulunmasıdır. Bu, farklı türlerdeki değişik yerleşimlerden kaynaklanır. Türler arasındaki değişiklikler, genellikle **geçiş sıcaklığı** denilen belli bir sıcaklıkta oluşur. Elementlerdeki polimorfizme **alotropi** (ayrı biçimlenme) adı verilir.

Alotropi (Ayrı biçimlenme)

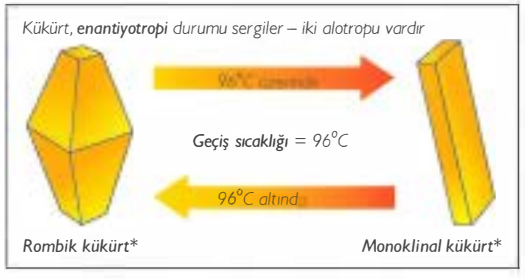
Bazı elementlerin birden fazla kristalin biçimde bulunmasıdır. **Polimorfizm**in belirli bir türüdür. Farklı biçimlere **alotrop** (ayrı biçim) adı verilir ve bunlar kristaldeki atomların yerleşimindeki bir değişiklikten kaynaklanır.

Monotropi

Yalnızca bir biçimin kararlı olduğu **polimorfizm** durumudur. Diğer biçimler kararsızdır ve **geçiş sıcaklığı** yoktur.

Enantiyotropi

Bir maddenin, biri **geçiş sıcaklığı**nın altında, diğeri ise geçiş sıcaklığının üzerinde olmak üzere kararlı iki biçiminin olduğu **polimorfizm** durumudur.



Geçiş sıcaklığı

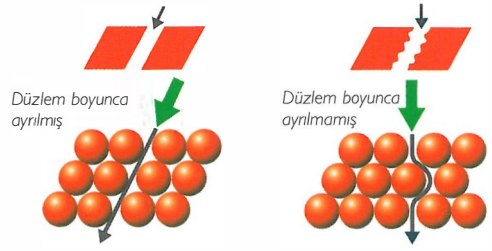
Enantiyotropi durumu sergileyen bir maddenin bir biçimden diğerine dönüştüğü sıcaklık.

İzomorfizm (Eş biçimlilik)

Aynı kristal yapıya ve şekle sahip, iki ya da daha fazla farklı maddenin bulunması durumudur. Bu maddelere **izomorfik** (eş biçimli) denir.

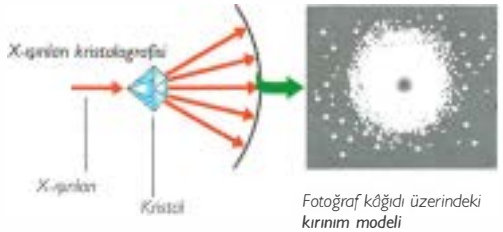
Yarılma düzlemi

Bir kristalin, yüzeyi düz kalacak şekilde ayrılabileceği parçacıklar düzlemidir. Bir kristal, yarılma düzlemi boyunca ayrılmazsa parçalanır:



X-ışınları kristalografisi

X-ışınları kullanılarak kristal yapılarının incelenmesidir. Saptırılan X-ışınlarının meydana getirdiği **kırınım modeli**nden maddenin ne olduğu anlaşılır.



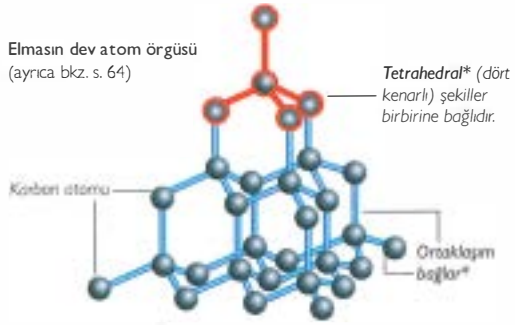
Fotoğraf kâğıdı üzerindeki kırınım modeli

*İyonlar, 16; Monoklinal kükürt, Rombik kükürt, 70.

Kristal örgüleri

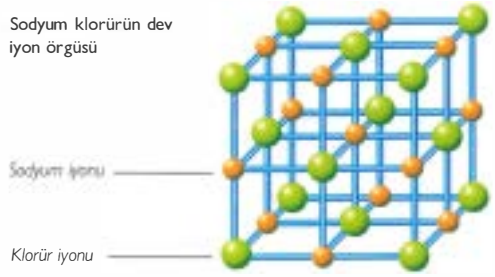
Dev atom örgüsü

Ortaklaşım bağlarla* bir arada tutulan atomlardan oluşan bir **kristal örgü**dür (örneğin, elmas). Dev atom örgüsüne sahip olan maddeler son derece sert ve dayanıklıdır, erime ve kaynama noktaları çok yüksektir.



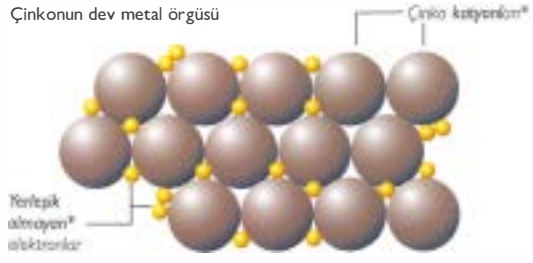
Dev iyon örgüsü

İyon bağlarla* bir arada tutulan **iyonlar**dan* oluşan bir **kristal örgü**dür (örneğin sodyum klorür). İyon bağları güçlü olduğundan, bu maddelerin erime ve kaynama noktaları yüksektir.



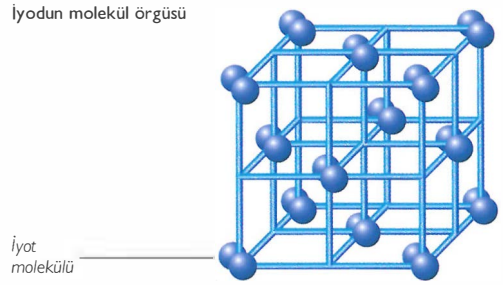
Dev metal örgüsü

Metal bağlarıyla* bir arada tutulan metal atomlarından oluşan bir **kristal örgüdür** (örneğin çinko). **Yerleşik olmayan*** elektronlar serbestçe hareket eder, böylece metali iyi bir ısı ve elektrik iletkeni yapar: Atom katmanlarının birbirinin üzerinde kayabilmesi ise metallere **dövülgenlik*** ve **süneklik*** özelliklerini kazandırır.

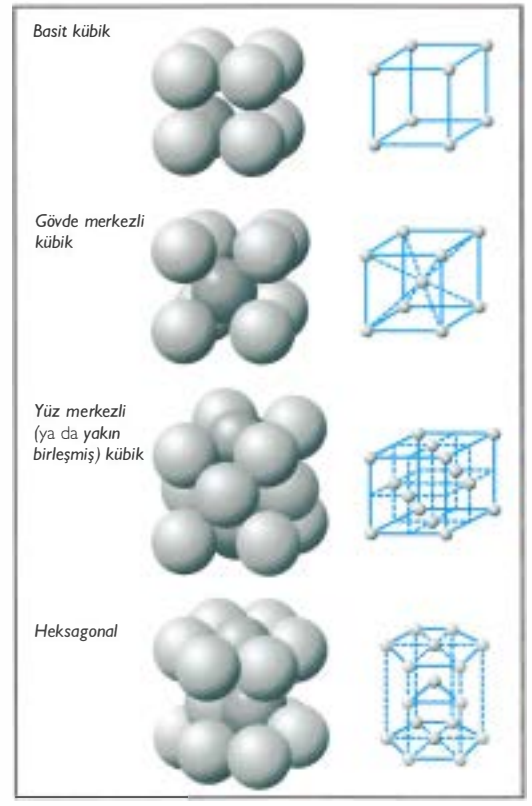


Molekül örgüsü

Moleküllerarası kuvvetlerle (bkz. s. 20) bir arada tutulan moleküllerden oluşan bir **kristal örgü**dür (örneğin iyot). Bu kuvvetler zayıf olduğundan, kristalin erime ve kaynama noktası, **iyon bileşikleri**ne* kıyasla daha düşüktür ve daha çabuk kırılabilir. Moleküllerin kendi içlerindeki **ortaklaşım bağlar*** ise daha kuvvetlidir ve parçalanması daha zordur.



Tüm parçacıkları aynı büyüklükte olan kristallerde, örneğin bir **dev metal örgüsü**nde, parçacıklar farklı biçimlerde yerleşebilir. En sık oluşan biçimlerin örnekleri aşağıda verilmektedir:



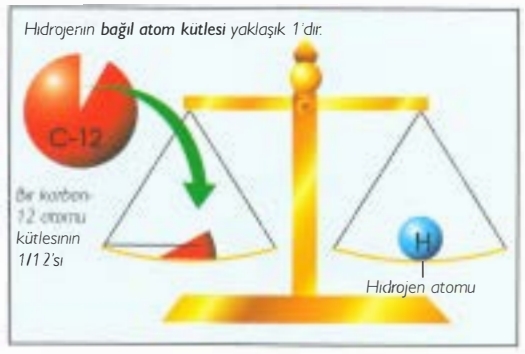
*Dövülgen, 117; İyon, 16; İyon bağları, İyon bileşikler, 17; Katyon, 16; Metal bağları, 20; Ortaklaşım bağlar, 18; Sünek, 116; Tetrahedral, 19; Yerleşik olmama, 20.

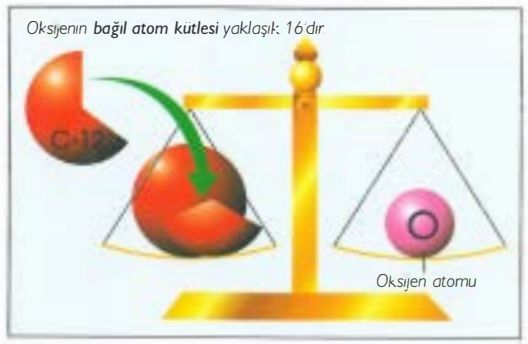
ATOMLARIN ÖLÇÜLMESİ

Yaklaşık $1x10^{-7}$ milimetrelik çapları ve yine yaklaşık $1x10^{-22}$ gramlık kütleleriyle atomlar o kadar küçüktür ki, ölçülmeleri son derece zordur. Bu nedenle, kullanılabilir bir değer elde etmek amacıyla atomların kütlesi, kabul edilmiş bir kütleye göre belirtilir. Herhangi bir maddenin en küçük bir örneğinde bile milyonlarca atom bulunduğundan, parçacık miktarlarını ölçebilmek için **mol** kavramı geliştirilmiştir. Atomların ve moleküllerin kütleleri **kütle spektrometresi** adı verilen bir cihazla ölçülür.

Bağıl atom kütlesi ya da atom ağırlığı

Bir maddenin bir atomunun, **bağıl izotop kütlesi**ni ve **izotop oranı**nı dikkate alarak bulunan ortalama kütlesinin, karbon-12 atomunun (bkz. **izotop,** s. 13) kütlesinin on ikide birine bölünmesiyle elde edilen değerdir ve **birleşik atom kütle birimleri** (**u**) cinsinden ifade edilir. Bağıl atom kütlelerinin listesi s. 98-99'da verilmiştir.





Bağıl molekül kütlesi

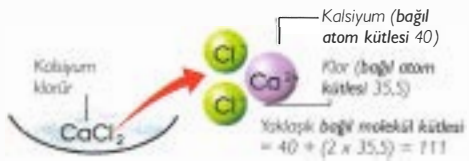
Molekül ağırlık, bağıl formül kütlesi ya da **formül ağırlığı** da denir. Bir element ya da bileşiğin molekülünün kütlesinin, karbon-12 atomunun (bkz. **izotop,** s. 13) kütlesinin on ikide birine bölünmüş halidir. Molekülün içindeki atomların **bağıl atom kütleleri**nin toplamına eşittir.



Bir su molekülü, bir oksijen atomu ve iki hidrojen atomu içerir.

***Bağıl molekül kütlesi** yaklaşık 16 + 1 + 1 = 18'dir.*

***İyon bileşikleri** moleküllerden oluşmasa da **bağıl molekül kütlesi** onlar için de geçerlidir.*



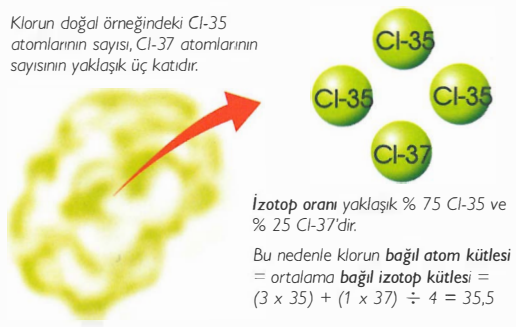
Bağıl izotop kütlesi

Belirli bir **izotop**un* bir atomunun kütlesinin, bir karbon-12 atomunun kütlesinin on ikide birine bölünmesi ile bulunan değerdir. Hemen hemen izotopun **kütle sayısı**na* eşittir.

İzotop oranı

Bir elementin bir örneğindeki her bir **izotop**un* atom sayılarının birbirine oranıdır. İzotop oranı, **bağıl izotop kütleleri** ile birlikte, bir elementin **bağıl atom kütlesi**nin hesaplanmasında kullanılır.

Klorun doğal örneğindeki Cl-35 atomlarının sayısı, Cl-37 atomlarının sayısının yaklaşık üç katıdır.



***İzotop oranı** yaklaşık % 75 Cl-35 ve % 25 Cl-37'dir.*

*Bu nedenle klorun **bağıl atom kütlesi** = ortalama **bağıl izotop kütlesi** = (3 x 35) + (1 x 37) ÷ 4 = 35,5*

*İyon bileşiği, 17; İzotop, Kütle sayısı, 13.

Mol

Bir maddenin miktarının **SI (Uluslararası Birimler Sistemi) birimi**dir* (ayrıca bkz. s. 114). Bir moldeki parçacık sayısı, 12 gram karbon-12 **izotop**undaki* atomların sayısına eşittir.

Avogadro sayısı
$6,023 \times 10^{23}$ mol^{-1} olan bu sabit sayı, bir **mol**deki parçacık sayısıdır.



*Her bir bakır **mol**ünde, **Avogadro sayısı** kadar atom vardır.*

*Her bir oksijen **mol**ünde, **Avogadro sayısı** kadar molekül vardır.*

*Bir **mol** sodyum klorürde 1 mol Na^+ iyonu ve 1 mol Cl^- iyonu vardır.*

Molar kütle

Herhangi bir maddenin bir **mol**ünün kütlesidir. Maddenin gram cinsinden **bağıl atom kütlesi** ya da **molekül kütlesi**dir.

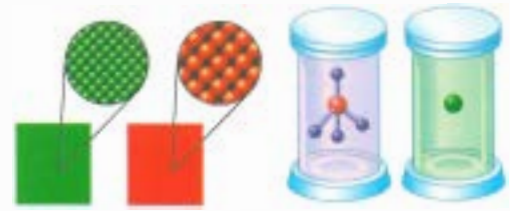
***Bağıl atom kütlesi** = 23* — ***Bağıl atom kütlesi** = 23 + 35,5*



***Molar kütle** 23g* — ***Molar kütle** 58,5g*

Molar hacim

Bir maddenin bir **mol**ünün, desimetre küp (dm^3) cinsinden ölçülen hacmidir. Katıların ve sıvıların molar hacimleri değişir, ancak aynı koşullardaki tüm gazların molar hacmi eşittir. Tüm gazların **standart sıcaklık ve basınç**taki (**s.t.p.***) molar hacmi 22,4 dm^3'tür, **oda sıcaklığı ve basıncı**nda (**r.t.p.**) (20°C ve 101.325 **paskal***) ise 24 dm^3'tür.



*Katılarda ve sıvılarda **molar hacim,** parçacıkların büyüklüğüne ve yerleşimine bağlıdır.*

*Tüm gazlar (aynı sıcaklık ve basınçta) aynı **molar hacme** sahiptir. Parçacıklar birbirine bağlı değildir.*

Derişim

Bir **çözücü**de* erimiş halde bulunan **çözünen*** miktarının ölçümüdür. Genellikle dm^3'teki **mol** sayısıyla ifade edilir (mol dm^{-3}). **Kütle derişimi**, birim hacimdeki çözünen kütlesidir, örneğin dm^3'teki gram (g dm^{-3}).

Derişim, çözücünün* her dm^3'ündeki **çözünen**in* **mol** sayısıdır.



*4 mol **çözünen*** — *2 dm^3 **çözücü*** — ***Derişim** 2 mol dm^{-3}*

Molarite

Derişimin, çözücünün* her dm^3'ündeki **çözünen**in* mol sayısı olarak ifade edildiği durumlarda, bazen kullanılan bir terimdir. Molarite, **M-değeri** olarak da belirtilir, örneğin, derişimi 3mol dm^{-3} olan bir çözeltinin molaritesi 3'tür ve 3**M** şeklinde yazılır.

*2**M** bakır(II) sülfat çözeltisi, her dm^3'ünde 2 **mol** bakır(II) sülfat içerir.*



Her biri 1 mol $CuSO_4$ — *1 dm^3 su* — *2M çözelti*

Molar çözelti

Her desimetre küpünde (dm^3) bir **mol** erimiş madde içeren çözeltiye denir ve 1M şeklinde belirtilir (bkz. **molarite**).

*Bakır(II) sülfatın **molar çözeltisi** (ya da 1M) her bir dm^3'ünde 1 **mol** bakır(II) sülfat içerir.*



1 mol bakır(II) sülfat — *1 dm^3 su* — *1 dm^3 molar bakır(II) sülfat çözeltisi*

Standart çözelti

Derişimi bilinen bir çözeltidir. **Hacimsel çözümleme**lerde* (volumetrik analiz) kullanılır.

*Çözücü, Çözünen, 30; Hacimsel çözümleme, 108; İzotop, 13; Paskal, 115; SI birimleri, 114; Standart sıcaklık ve basınç, (s.t.p.) 29.

KİMYASALLARIN GÖSTERİLMESİ

Kimyasalların çoğu içerdikleri ana elementlere göre adlandırılır. Bileşiklerin kimyasal bileşimi ve yapısı ile ilgili bilgiler, elementlerin **kimyasal simge**lerinin* kullanıldığı **formül**lerle belirtilir. Kimyasal **denklem**ler, bir kimyasal tepkimenin tepkenleri ile ürünlerini gösterir ve tepkimenin nasıl oluştuğu hakkında bilgi verir.

Formüller

Kaba (ampirik) formül

Bir bileşikteki her bir elementin atomlarının en basit oranını gösteren bir formüldür. Bir **ortaklaşım bileşik**teki* her bir elementin toplam atom numarasını ya da **bağları** göstermez (bkz. s. 16-20).

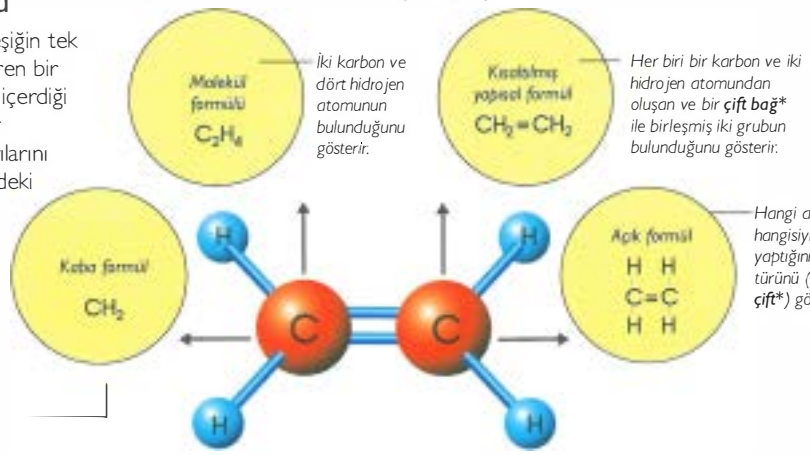
Açık formül ya da tam yapısal formül

Bir moleküldeki atomların birbirlerine göre diziliş biçimini gösteren formüldür. Moleküldeki bütün bağlar gösterilir. Açık formüllerde tekli bağlar tek bir çizgiyle, çift bağlar iki çizgiyle, vb. gösterilir.

Molekül formülü

Bir element ya da bileşiğin tek bir molekülünü gösteren bir formüldür. Molekülün içerdiği elementleri ve her bir moleküldeki atom sayılarını gösterir; ama moleküldeki **bağları** göstermez (bkz. s. 16-20).

Eten molekülünün, moleküldeki bağ türlerini gösteren şekli



Kısaltılmış yapısal formül

Bir moleküldeki atom gruplarının (örneğin **karboksil grubu***) sıralamasını ve bu atom gruplarının arasındaki **bağları** (bkz. s. 16-20) çizgiler halinde gösteren bir formüldür.

Stereokimyasal formül ya da 3-boyutlu formül

Bir moleküldeki atomların ve **bağları**n* yerleşim düzenini, simgeler kullanarak 3-boyutlu olarak gösteren bir formüldür. Metanın stereokimyasal formülü için bkz. **stereokimya,** s. 77.

Bileşim oranı yüzdesi

Bir bileşiğin, içerdiği elementlerin kütlelerinin yüzde şeklindeki oranlarıyla ifade edilen bileşimidir.

*Karbon dioksitin (CO_2) **bileşim oranı yüzdesi***

*Bir karbon atomu. **Bağıl atom kütlesi*** = 12*

*İki oksijen atomu. **Bağıl atom kütlesi** = 2 x 16 = 32*

*Bileşiğin **bağıl molekül kütlesi*** =*

12 + (2 × 16) = 44

Oksijen oranı yüzdesi = (32 ÷ 44) x 100 = % 73

Karbon oranı yüzdesi = (12 ÷ 44) x 100 = % 27

*Böylece, karbon dioksitin **bileşim oranı yüzdesi** = % 27 karbon ve % 73 oksijen*

* **Bağıl atom kütlesi, Bağıl molekül kütlesi,** 24; **Bağlar,** 16; **Karboksil grubu,** 81 **(Karboksilik asitler); Kimyasal simge,** 8; **Ortaklaşım bileşikler, Çift bağ,** 18; **Tekli bağ,** 18.

ADLAR

Basit adlar

Bileşikler için gündelik dilde kullanılan, teknik olmayan adlardır. Genellikle bileşiklerin nitelik veya yapıları ile ilgili bilgi vermez: Örneğin tuz (sodyum klorür), tebeşir (kalsiyum karbonat)

Kimyasal adlar

Bir maddenin, yalnızca ana elementlerini belirten addır. Elementlerin miktarlarını ve maddenin yapısını belirtmeyebilir. Bazı kimyasal adlar aynı zamanda **sistematik ad**lardır.

***Basit ad:** Yeşil vitriyol (zaç)*
***Kimyasal ad:** Demir sülfat*

Demir sülfat ($FeSO_4$)



Sistematik ad
Demir(II) tetra-oksosülfat(VI)
*Demirin **yükseltgenme durumu*** (Fe^{2+}) — *Kükürtün **yükseltgenme durumu** +6'dır.*

Bu ad genellikle demir(II) sülfat şeklinde basitleştirilir.

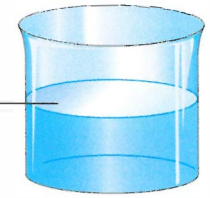
Sistematik adlar

Bir bileşiğin içerdiği elementleri, her bir elementin atomlarının oranlarını ve **yükseltgenme durumları*** değişen elementlerin **yükseltgenme sayıları**nı* gösteren bir addır. Bu addan, **bağları**n* (bkz. s. 16-20) nasıl olduğu da anlaşılır. Bazı durumlarda sistematik adlar kısaltılabilir. Bazı bileşiklerin sistematik adlarıyla **kimyasal ad**ları aynıdır. Ayrıca bkz. **basit organik bileşiklerin adlandırılması,** s. 100.

Basit ad
Alkol

Kimyasal ad
Etil alkol

Sistematik ad
Etanol
(bkz. ***basit organik bileşiklerin adlandırılması,*** s. 100)



Denklemler

Sözcüklü denklem

Tepkimedeki maddelerin adlarıyla belirtildiği denklemdir. Örneğin:

Sodyum + Su → Sodyum hidroksit + Hidrojen

Ancak maddelerin adları yerine **formül**leri de (bkz. s. 26) yazılabilir:

$$Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$$

Dengelenmiş denklem

Tepkimedeki bütün elementlerin atom sayılarının, denklemin her iki tarafında da eşit olduğu (**kütlenin korunumu yasası**na* uygun olan) bir denklemdir. Her bir maddenin molekül sayısı, **formül**ünün önündeki rakamla belirtilir. Örneğin:

$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$$

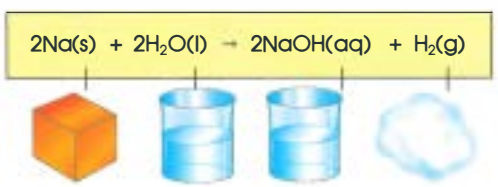
İyon denklemi

Bir tepkimede yalnızca iyonlardaki değişiklikleri gösteren bir denklemdir (bkz. sayfanın altındaki örnek).

Hal simgeleri

Bir maddenin tepkimedeki **fiziksel hal**ini* göstermek için **formül**ünden sonra yazılan harflerdir: Gaz (g), katı (k), sıvı (s), sulu çözelti (aq) şeklinde yazılır.

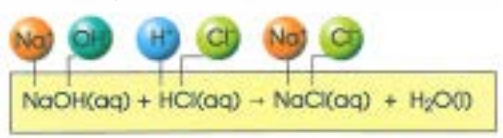
$$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$$



İzleyici iyon

Bir kimyasal tepkime sonunda aynı kalan bir iyondur.

*Aşağıdaki tepkimede Na^+, OH^-, H^+ ve Cl^-, hepsi birer iyondur. Na^+ ve Cl^- iyonları, denklemin her iki tarafında da vardır; bunlar **izleyici iyon**dur. İzleyici iyonlar, **iyon denklemleri**nde belirtilmez.*



İyon denklemi: $OH^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow H_2O(l)$

* **Fiziksel haller,** 6; **Kütlenin korunumu yasası,** 11; **Sulu çözelti,** 30; **Yükseltgenme durumu, Yükseltgenme sayısı,** 35.

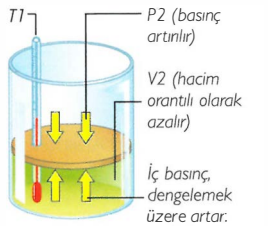
GAZ YASALARI

Gazlardaki moleküller birbirinden uzaktır ve hızlı bir şekilde rasgele hareket eder (bkz. **kinetik kuramı***). Gazın içindeki tüm moleküllerin toplam hacmi, gazın kapladığı hacimden çok daha küçüktür ve moleküller arasındaki çekim kuvvetleri çok zayıftır. Bu, bütün gazlar için geçerli olduğundan hepsi benzer davranışlar sergiler. Bu ortak davranışları tanımlayan birkaç **gaz yasası** vardır (aşağıda verilmektedir).

Gaz yasalarında kullanılan simgeler — P = basınç; T = sıcaklık (kelvin); V = hacim; k = bir sabit*

Boyle yasası

Sabit sıcaklıkta bir gazın hacmi basıncıyla ters orantılıdır (basınç arttıkça hacim azalır).



$P1 \times V1 = P2 \times V2$
burada $PV = k$

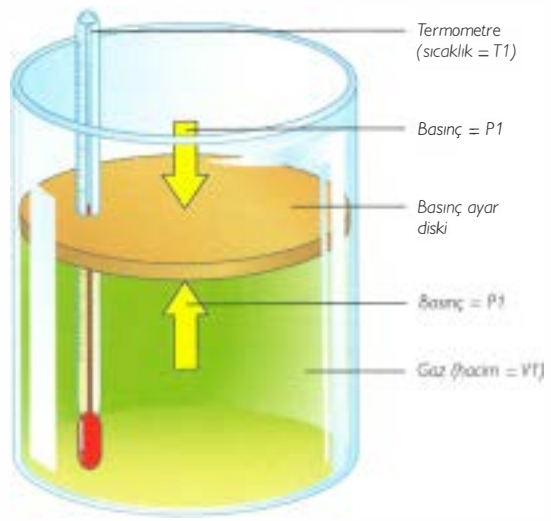
Basınç yasası ya da Üçüncü gaz yasası

Sabit hacimde basınç **mutlak sıcaklık ölçeği**ndeki sıcaklıkla doğru orantılıdır (sıcaklık arttıkça basınç artar).



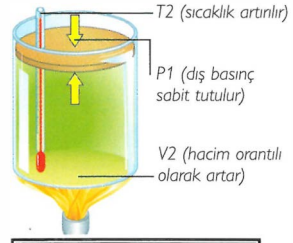
$\frac{P1}{T1} = \frac{P2}{T2}$ ya da $\frac{P}{T} = k$

Sabit sıcaklıkta, basınçta ve hacimdeki gaz



Hacimler yasası

Sabit basınçta hacim **mutlak sıcaklık ölçeği**ndeki sıcaklıkla doğru orantılıdır (sıcaklık arttıkça gaz genişler).



$\frac{V1}{T1} = \frac{V2}{T2}$ ya da $\frac{V}{T} = k$

İdeal gaz denklemi ya da Genel gaz denklemi

Sabit kütledeki bir gazın basıncı, hacmi ve sıcaklığı arasındaki ilişkiyi gösteren bir denklemdir:

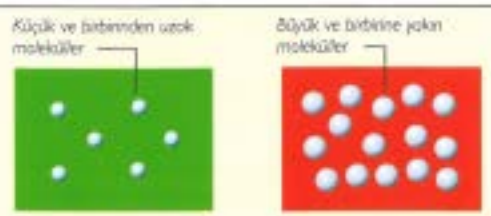
$\frac{P2 \times V1}{T1} = \frac{V2 \times V2}{T2}$

Bir mol* gaz için: $PV = RT$

R, **gaz sabiti**'dir. Bütün gazlar için aynıdır.

İdeal gaz

"İdeal" şekilde davranan kuramsal (teorik) bir gazdır: Moleküllerinin hacmi yoktur; birbirlerini çekmez, düz çizgiler halinde hızla hareket eder ve çarpıştıklarında enerji kaybetmezler. Molekülleri küçük ve birbirinden uzak olan birçok gerçek gaz, hemen hemen ideal gazlar gibi davranır:



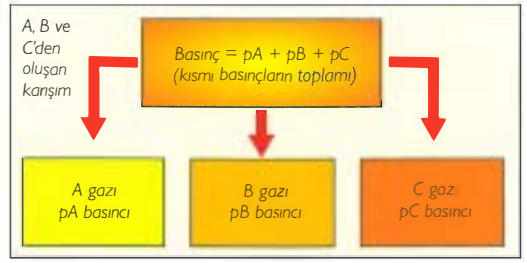
* **Kinetik kuramı**, 9; **Mol**, 25; **Sabit**, 116.

Kısmi basınç

Bir gaz **karışımı**ndaki* her bir gazın, karışımın kapladığı hacmi tek başına kaplamış olması durumunda uygulayacağı basınca denir.

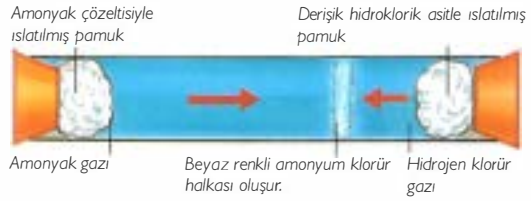
Dalton kısmi basınçlar yasası

Birbiriyle tepkimeyen gazlardan oluşan bir gaz **karışımı**nın* uyguladığı toplam basınç, karışımdaki her bir gazın uyguladığı **kısmi basınc**ın toplamına eşittir:



Graham yayınım yasası

Sabit basınç ve sıcaklıkta, bir gazın **yayınım*** (difüzyon) hızı, yoğunluğunun kare köküyle ters orantılıdır. Gazın molekülleri ağırsa yoğunluğu yüksektir, hafifse düşüktür. Hafif moleküller, ağır olanlara göre daha hızlı hareket eder, bu nedenle yoğunluğu yüksek olan bir gazın yayınımı, düşük olanına göre daha yavaştır:



*Hafif amonyak moleküllerinin **yayınımı**, hidrojen klorür moleküllerine göre daha hızlıdır. İki gaz, tüpün sağ ucuna daha yakın bir yerde karşılaşır.*

Yayınım hızı $\propto \frac{1}{\sqrt{\text{gazın yoğunluğu}}}$ (sıcaklıkta)

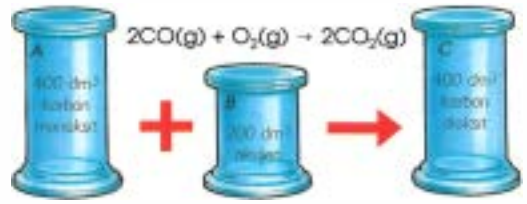
Bağıl buhar yoğunluğu

Bir gazın, hidrojen gazının yoğunluğuna göre hesaplanan yoğunluğudur. Gazın yoğunluğunun hidrojen gazının yoğunluğuna bölünmesiyle bulunur. Bağıl buhar yoğunluğu bir orandır ve birimi yoktur.

Bağıl buhar yoğunluğu = $\frac{\text{gazın yoğunluğu}}{\text{hidrojenin yoğunluğu}}$

Gay-Lussac yasası

Hacimleri aynı sıcaklıkta ve basınçta ölçülen gazlar, başka gazlar oluşturmak üzere tepkidiğinde, tepkenlerin ve ürünlerin hacimleri basit tamsayılı oranlar halindedir.



***Avogadro yasası**na* (altta) göre yukarıdaki A ve C kaplarında aynı sayıda molekül vardır.*

Avogadro yasası ya da Avogadro varsayımı

Aynı sıcaklık ve basınçta, hacimleri aynı olan gazlar eşit sayıda molekül içerir.

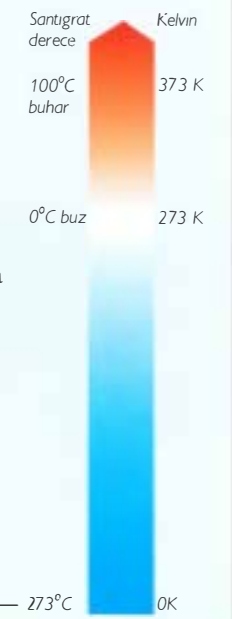
s.t.p.

Standart sıcaklık ve basınç için kullanılan bir kısaltmadır. Bunlar, gazların hacim ve yoğunluk gibi özelliklerinin genellikle ölçüldüğü, uluslararası kabul görmüş standart koşullardır.

s.t.p. = sıcaklık 0°C ya da 273 K (kelvin)
basınç 101.325 paskal**

Mutlak sıcaklık ölçeği

Kelvin (K) adı verilen birimin kullanıldığı bir standart sıcaklık ölçeğidir. Bir kelvin, bir **Santigrat*** dereceye eşittir; ancak bu ölçekteki en düşük nokta olan sıfır kelvin, yani **mutlak sıfır,** -273 derece Santigrat'a eşittir. Bu nokta bir **ideal gaz**ın sıfır hacimde olduğu, kuramsal (teorik) bir sıcaklıktır:



***Santigrat** dereceden **kelvine** dönmek için 273 eklenir. **Kelvin**den **Santigrat**'a dönmek içinse 273 çıkartılır.*

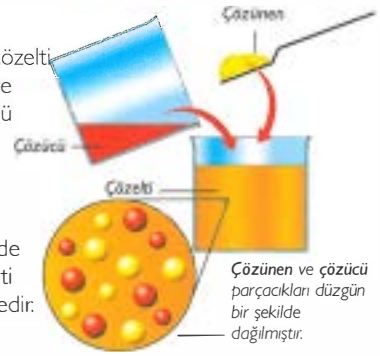
* **Karışım**, 8; **Paskal**, 115; **Santigrat ölçeği**, 116; **Yayınım**, 9.

ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

Bir sıvıya bir madde katıldığında birkaç farklı durum oluşabilir. Katılan maddenin atom, molekül ya da iyonları sıvının içinde düzgün bir şekilde dağılırsa (**çözünürse**) bu **karışım*** bir **çözelti**dir, dağılmazsa ya bir **koloit,** ya bir **süspansiyon** ya da bir **çökelti**dir. Bir maddenin ne kadar çözünebileceği kendi özelliklerine, sıvının özelliklerine ve sıcaklık ya da basınç gibi başka diğer etkenlere bağlıdır.

Çözücü

Çözünenin bir çözelti oluşturmak üzere içinde çözündüğü maddedir.



Çözünen

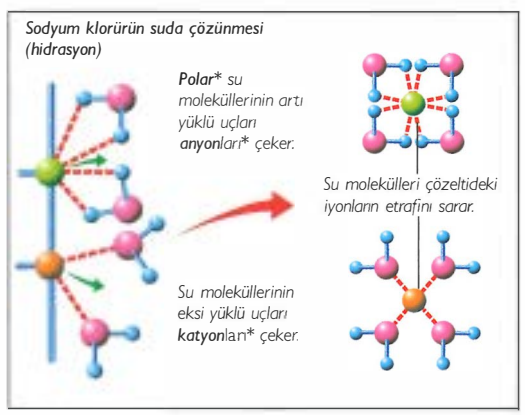
Çözücünün içinde çözünerek çözelti oluşturan maddedir.

Çözünme

Çözünen eridikçe **çözücü** moleküllerinin **çözünen** molekülleriyle birleşmesi sürecidir. Çözücü su ise buna hidrasyon denir. Çözünme olup olmaması, çözücü ve çözünen moleküllerinin birbirini ne kadar çektiğine ve çözünendeki **bağlar**ın* ne denli güçlü olduğuna bağlıdır.

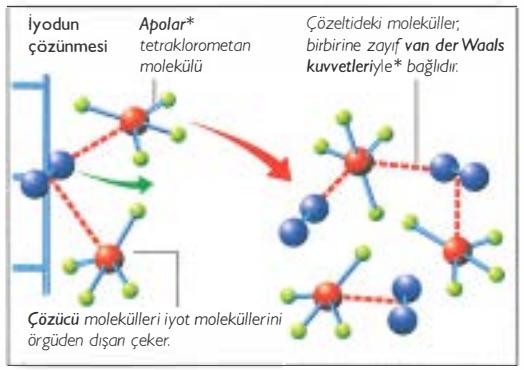
Polar çözücü

Polar moleküller* içeren bir sıvıdır. Polar çözücüler genellikle **iyon bileşik**lerini* çözer: **Çözünme** olmasının nedeni, çözücü moleküllerinin yüklü uçlarının **dev iyon örgüsü**nün* iyonlarını çekmesidir: En basit polar çözücü sudur:



Apolar çözücü

Apolar moleküller* içeren bir sıvıdır. Bu çözücüler **ortaklaşım bileşikleri*** çözer. Çözünen molekülleri çözücü molekülleri tarafından **molekül örgü**den* dışarı çekilir ve çözücünün içinde yayılır. Organik sıvıların çoğu apolar çözücüdür.



Sulu çözücü

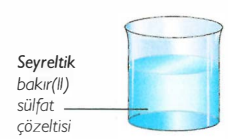
Su içeren bir **çözücü**dür. Su molekülleri **polar**dır*, bu nedenle sulu çözücüler de **polar çözücü**dür.

Sulu çözelti

Bir **sulu çözücü**yle oluşan çözeltiye denir. Sulu çözücüler **polar çözücü**lerdir ve sulu çözeltiler oluşturur. **Apolar çözücü**ler **sulu olmayan çözücü**lerdir ve **sulu olmayan çözelti**ler oluştururlar.

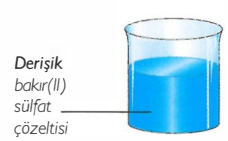
Seyreltik

Çözünen derişimi* düşük bir çözeltiyi tanımlar:



Derişik

Çözünen derişimi* yüksek bir çözeltiyi tanımlar:



Doymuş

Belli bir sıcaklıkta içinde daha fazla **çözünen**in eriyemeyeceği bir çözeltiyi tanımlar (erimeyen çözünen, kristaller halinde kalır). Sıcaklık artırıldığında çözünen, çözelti doymuş hale gelene kadar yeniden çözünmeye başlar:

Aşırı doymuş

Bir doymuş çözeltiye göre, aynı sıcaklıkta daha fazla **çözünen**in erimiş olduğu bir çözeltiyi tanımlar. Bir çözeltinin, **doymuş** hale gelebileceği sıcaklığın altındaki bir sıcaklığa kadar soğutulmasıyla oluşur. Bu durumda çözünenin fazlası, etrafında **kristallenebileceği*** parçacık bulamadığından, çözünmüş halde kalır. Böyle bir çözelti kararsızdır – çözeltiye kristaller eklenirse ya da toz parçacıkları girerse, çözünen fazlası kristaller oluşturur:

Çözünür

Bir **çözücü**nün içinde kolaylıkla çözünebilen bir **çözünen**i tanımlar. Çözünürün karşıtı **çözünmez**dir.

Çözünürlük

Belli bir sıcaklıkta belirli miktardaki bir **çözücü**nün içinde çözünebilen **çözünen** miktarıdır.

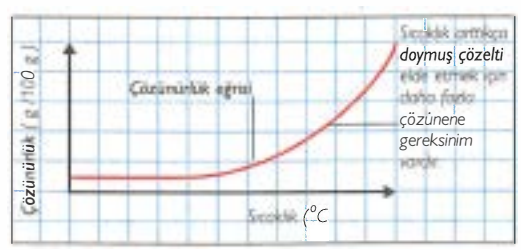
*Bir **çözünen**in, belli bir sıcaklıktaki **çözünürlüğü**:*



Katıların çözünürlüğü sıcaklık artırıldıkça genellikle artar, gazlarınki ise düşer.



Çözünürlüğün sıcaklığa bağlı değişimi **çözünürlük eğrisi**yle gösterilir.



Çökelti

Bir çözeltide meydana gelen bir tepkimede oluşan **çözünmez** (bkz. **çözünür**) bir katıya denir.

Çökeltiler görünümlerine göre adlandırılır.



*Aşağıdaki tepkime yoğun beyaz bir gümüş klorür **çökelti**si oluşturur:*



$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(\downarrow) + NaNO_3(aq)$

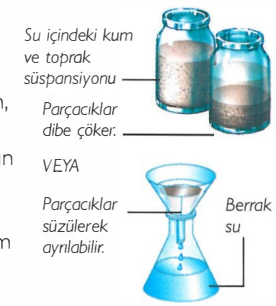
Gümüş nitrat — *Sodyum klorür* — *Bu simge, maddenin **çökelti** olduğunu gösterir.*

Karışabilir

Bir araya geldiğinde birbirinin içinde **yayınabilen*** sıvılara denir. Karışabilirin tersi **karışmaz**dır:

Süspansiyon

Bir katının küçük parçacıklarının (atom, molekül ya da iyon gruplarının), bir sıvının içinde çözünmeden dağılmış halde bulunduğu bir karışım türüdür.



Koloit (Asıltı)

Bir maddenin çok küçük parçacıklarının, içinde çözünmediği başka bir maddede dağılmış olarak bulunduğu bir **karışım**dır*. Koloitteki parçacıklar (atom, molekül ya da iyon grupları) **süspansiyon**dakilere göre daha küçüktür:



Anyon, Bağlar, Katyon, 16; Apolar molekül, 19 (Polar molekül); Derişim, 25; Dev iyon örgüsü, 23; İyon bileşiği, 17; Karışım, 8; Molekül örgüsü, 23; Ortaklaşım bileşikler, 18; Van der Waals kuvvetleri, 20; Yayınım, 9.

Karışım, 8; Kristallendirme, Kristallenme, 21; Yayınım, 9.

ENERJİ VE KİMYASAL TEPKİMELER

Neredeyse bütün kimyasal tepkimelerde enerji değişiklikleri olur. Kimi tepkimede elektrik enerjisi kiminde ise ışık enerjisi olsa da hemen hemen hepsinde ısı enerjisi vardır. Bir tepkime sırasında enerjideki değişiklik, bağların parçalanması ya da oluşması sürecindeki farklı enerji miktarlarından kaynaklanır. Kimyasal tepkimelerdeki ısı enerjisi ile ilgili bilim dalına **termokimya** (ısı kimyası) denir.

Entalpi (H)

Bir maddenin sahip olduğu enerji miktarıdır. Entalpinin doğrudan ölçülmesi olanaklı değildir, ancak bir tepkime sırasındaki değişikliği ölçülebilir.

Tepkimenin entalpi değişikliği ya da tepkime ısısı (ΔH)

Bir kimyasal tepkime sırasında dışarı verilen ya da soğurulan enerji miktarıdır. (Tepkimede bir **hal değişikliği*** oluyorsa, bu enerji miktarına, özellikle fizikte, **gizil ısı** adı da verilir.) Bu, tepkenlerin toplam **entalpi**siyle ürünlerin toplam entalpisi arasındaki farktır ve denklemin sonuna yazılır. Entalpi değişikliği, tepkime sırasında bağların oluşması ve parçalanmasından kaynaklanır (bkz. **bağ enerjisi**) ve **ısıölçüm*** (kalorimetri) yöntemiyle ölçülür.

Entalpi değişikliği = (ürünlerin toplam **entalpisi**) − (tepkenlerin toplam **entalpisi**)

Hidrojenle oksijen arasındaki tepkimenin entalpi değişikliği

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)\ \Delta H = -488\ kJ$

*Isı açığa çıkar; bu nedenle bu bir **ısıveren** (egzotermik) **tepkime**dir.*

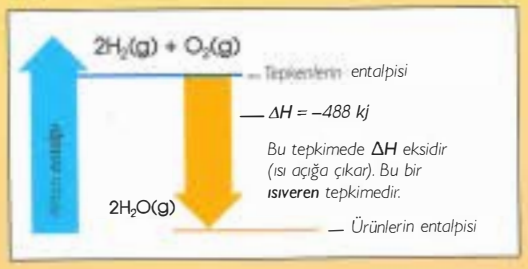
*Bu **H** değeri, yalnızca kimyasalların denklemdeki **mol*** sayıları ve **fiziksel hal**leri* için geçerlidir.*

*J kısaltması bir enerji birimi olan **jul*** için kullanılır; **kj** ise **kilojul**dur (1000 **jul**).*

Enerji düzeyi şeması

Herhangi bir tepkime için, tepkimenin entalpi değişikliğini gösteren bir şemadır.

Yukarıda verilen, hidrojenle oksijen arasındaki tepkimenin enerji düzeyi şeması



Tepkimenin standart entalpi değişikliği (ΔH^θ)

Bir tepkimenin, oda sıcaklığı ve basıncında (**r.t.p.***) ölçülen **entalpi değişikliği**dir. Tepkimede çözeltiler kullanılıyorsa **derişim**leri* **1M**'dır.

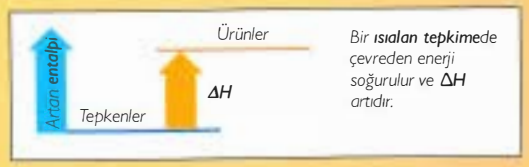
Isıveren (egzotermik) tepkime

Çevresine ısı veren bir kimyasal tepkimedir.



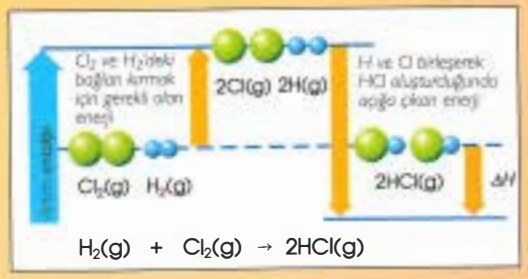
Isıalan (endotermik) tepkime

Çevresinden ısı soğuran bir kimyasal tepkimedir.



Bağ enerjisi

İki atom arasındaki bir **ortaklaşım bağı**n* gücünü gösteren bir değerdir: Bağların parçalanması için enerji uygulanması gerekir; bağların oluşması sırasında ise enerji açığa çıkar. Bir tepkime sırasındaki enerji değişikliği, işte bu iki enerji arasındaki farktan kaynaklanır.



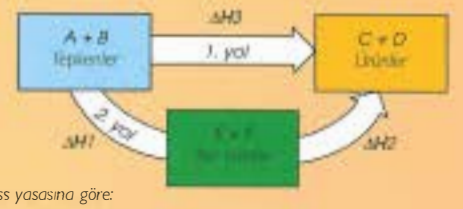
Enerjinin korunumu yasası

Bir kimyasal tepkime sırasında enerji yaratılamaz ve yok edilemez. Bir **kapalı sistem**de* enerji miktarı sabittir:

Hess yasası

Tepkime ısılarının toplanabilirliği yasası olarak da bilinen bu yasaya göre, belirli bir tepkime sırasında tepkenlerden ürünlere geçilirken hangi yol izlenirse izlensin, **tepkimenin entalpi değişikliği** aynıdır. Bu yasa **enerji çevrimi** şemasıyla gösterilebilir (bkz. yandaki şema). Hess yasası doğrudan ölçülemeyen tepkime ısılarının bulunması için kullanılır (örneğin, metanın **oluşma sırasındaki entalpi değişikliği**).

Enerji çevrimi



Hess yasasına göre:

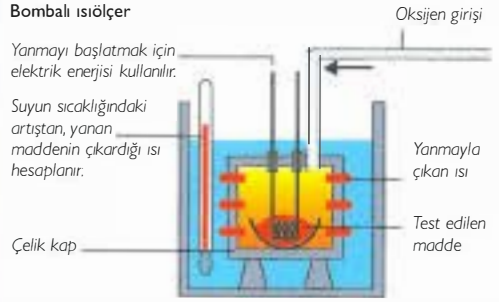
ΔH1 (tepkimesi için A + B → E + F) + *ΔH2 (tepkimesi için E + F → C + D)* = *ΔH3 (tepkimesi için A + B → C + D)*

Özel entalpi değişiklikleri

Yanma sırasındaki entalpi değişikliği ya da yanma ısısı

Bir maddenin **1 mol**ünün tamamının, oksijen içinde yakılması sonucunda açığa çıkan ısı enerjisi miktarıdır. Bir maddenin yanma ısısı **bombalı ısıölçer** (kalorimetre) kullanılarak ölçülür:

Bombalı ısıölçer



Nötrleştirme sırasındaki entalpi değişikliği ya da nötrleştirme ısısı

Bir **mol*** hidrojen iyonunun (H^+), bir mol hidroksil iyonuyla (OH^-) **nötrleştirilmesinde*** açığa çıkan ısı enerjisi miktarıdır. Asit ve alkali tamamen **iyonlaşırsa*** nötrleştirme ısısı her zaman –57kJ'dir. Nötrleştirme için **iyon denklemi*** şöyledir:

$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)\ \Delta H = -57\ kJ$

Hidrojen iyonu — *Hidroksil iyonu* — *Su molekülü*

Nötrleştirme bir **zayıf asit**le* bir **zayıf baz*** arasında olduğunda açığa çıkan ısı daha azdır: Asidin tamamını nötrleştirmek için dışarıdan bir miktar enerji vermek gerekir:

Çözünme sırasındaki entalpi değişikliği ya da çözünme ısısı

Bir **mol*** maddenin, daha fazla seyreltmenin ısı değişikliğine neden olamayacağı kadar bir hacimde **çözücü**nün* içinde eridiğinde açığa çıkan ya da soğurulan ısı enerjisi miktarıdır.

Ergime sırasındaki molar entalpi değişikliği ya da molar ergime ısısı

Bir **mol*** katıyı, erime sıcaklığında sıvı hale dönüştürmek için gereken ısı enerjisi miktarıdır. Katının **kristal örgü**sündeki* bağları parçalamak için enerji vermek gerekir:



Buharlaşma sırasındaki molar entalpi değişikliği ya da molar buharlaşma ısısı

Bir **mol*** sıvıyı, kaynama noktasında buhar haline dönüştürmek için gereken ısı enerjisi miktarıdır.



Oluşma sırasındaki entalpi değişikliği ya da oluşma ısısı

Bir bileşiğin bir **mol**ünün*, elementlerinden oluşması sırasında verilen ya da alınan ısı enerjisi miktarıdır. Örneğin:

$C(Grafit) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ \Delta H = -394\ kJ$

Karbon — *Oksijen* — *Karbon dioksit*

*Derişim, 25; Fiziksel haller, 6; Hal değişikliği, 6; Isıölçüm, 116; Jul, 114; Kapalı sistem, 48; M-değeri, 25 (Molarite); Mol, 25; Ortaklaşım bağ, 18; r.t.p., 25 (Molar hacim).

* Çözücü, 30; İyon denklemi, 27; İyonlaşma, 16; Kristal orgu, 22; Mol, 25; Notrleştirme, 37; Zayıf asit, Zayıf baz, 38.

YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME

Yükseltgenme ve **indirgenme** terimleri, ilk başta bir maddenin oksijen kazanması ve kaybetmesi için kullanılırdı. Daha sonra bu terimlerin kapsamı, hidrojen ve elektronların kazanılması ve kaybedilmesini de içerecek şekilde genişletildi. Yükseltgenme ve indirgenmenin olduğu bütün tepkimelerde her zaman bir elektron alışverişi vardır, diğer bir deyişle, her zaman bir ya da daha fazla elementin **yükseltgenme durumu** değişir.

Yükseltgenme

Aşağıdakilerden herhangi birinin meydana geldiği bir kimyasal tepkimedir.

1. Bir element ya da bileşiğin oksijen kazanması

$2CuO(s) + C(s) \rightarrow CO_2(g) + 2Cu(s)$

Yükseltgen — *Yükseltgenen element* — *Karbon oksijen kazanır*

2. Bir bileşiğin hidrojen kaybetmesi

$Cl_2(g) + H_2S(g) \rightarrow 2HCl(g) + S(s)$

Yükseltgen — *Yükseltgenen bileşik* — *Hidrojen sülfür hidrojen kaybeder*

3. Bir atom ya da iyonun elektron kaybetmesi

$Cl_2(g) + 2Na(s) \rightarrow 2Na^+Cl^-(s)$

Yükseltgen — *Yükseltgenen atom* — *Sodyum elektron kaybeder*

Yükseltgenen bir maddenin **yükseltgenme durumu** artar. Yükseltgenme, **indirgenme**nin tersidir.

İndirgenme

Aşağıdakilerden herhangi birinin meydana geldiği bir kimyasal tepkimedir.

1. Bir bileşiğin oksijen kaybetmesi

$2CuO(s) + C(s) \rightarrow CO_2(g) + 2Cu(s)$

İndirgenen bileşik — *İndirgen* — *Bakır(II) oksit oksijen kaybeder*

2. Bir bileşik ya da elementin hidrojen kazanması

$Cl_2(g) + H_2S(g) \rightarrow 2HCl(g) + S(s)$

İndirgenen element — *İndirgen* — *Klor hidrojen kazanır.*

3. Bir atom ya da iyonun elektron kazanması

$Cl_2(g) + 2Na(s) \rightarrow 2Na^+Cl^-(s)$

İndirgenen atom — *İndirgen* — *Klor elektron kazanır*

İndirgenen bir maddenin **yükseltgenme durumu** azalır. İndirgenme, **yükseltgenme**nin tersidir.

Yükseltgen

Elektron alan ve böylece başka bir maddenin **yükseltgenmesine** neden olan bir maddedir. **Yükseltgen,** tepkime sırasında her zaman **indirgenir.**

İndirgen

Elektron veren ve böylece başka bir maddenin **indirgenmesine** neden olan bir maddedir. İndirgen, tepkime sırasında her zaman **yükseltgenir.**

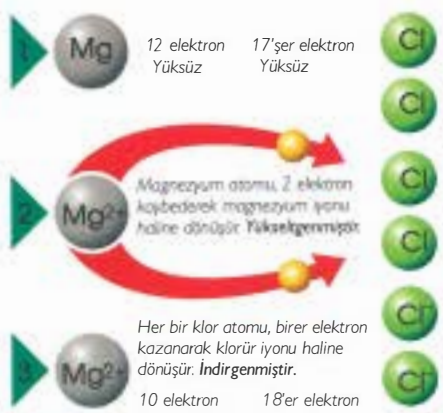
Redoks

Yükseltgenme ve **indirgenme**nin olduğu bir kimyasal tepkimeyi tanımlar. Bu iki süreç her zaman bir arada olur; bir **yükseltgen,** yükseltgenme sırasında her zaman indirgenir, bir **indirgen** ise indirgenme sırasında her zaman yükseltgenir. Sağdaki örnekte magnezyum ve klor; bir redoks tepkimesiyle magnezyum klorür oluşturmaktadır.

$Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-(s)$

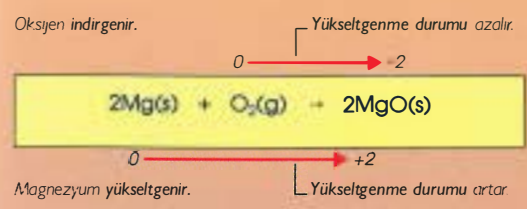
Bazı durumlarda bir element aynı tepkimede hem **yükseltgenebilir** hem de **indirgenebilir.** Bu duruma **oransızlaşım** (disproporsinasyon) adı verilir.

Magnezyum ve klor arasındaki redoks tepkimesi



Yükseltgenme durumu

Bir atomun, bileşik oluştururken kaybettiği ya da kazandığı elektron sayısıdır. Bir elementin yükseltgenme durumu, genellikle iyonunun yüküne eşittir. Bir elementin yükseltgenme durumu, **yükseltgendiğinde** artar, **indirgendiğinde** ise azalır.

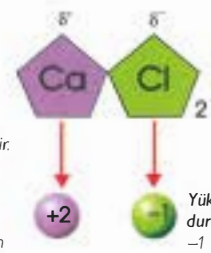


Elementlerin yükseltgenme durumlarını bulmaya yardımcı olan temel kurallar:

1. Serbest (bir bileşiğin içinde olmayan) bir elementin ***yükseltgenme durumu*** *sıfırdır.*

Oksijenin ***yükseltgenme durumu*** *0'dır. Elektron kaybetmemiş ya da kazanmamıştır.*

2. Bir ***iyon bileşiğindeki**** *bir elementin yükseltgenme durumu iyonunun elektrik yüküne eşittir.*



Kalsiyum klorür bir ***dev iyon örgüsü**** *oluşturur.*

Yükseltgenme durumu *+2 (2 elektron kaybetmiştir)*

Yükseltgenme durumu *–1 (1 elektron kazanmıştır)*

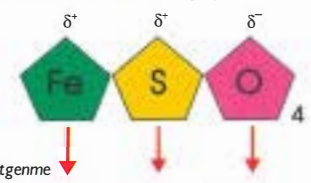
Ortaklaşım bileşikler*deki* elementlerin ***yükseltgenme durumu****, bileşiğin* ***iyon**** *olduğu varsayılarak ve iyonların yükünün ne olabileceği hesaplanarak bulunur.* ***Elektronegatifliği**** *en fazla olan (yani* ***periyodik tablo****da* *flüora en yakın olan) atomun elektron kazandığı varsayılır.*



Amonyak bir ***ortaklaşım bileşik****tir**.*

Yükseltgenme durumları *–3 ve +1*

3. Bir bileşikteki tüm elementlerin ***yükseltgenme durumlarının*** *toplamı sıfırdır.*



Demir(II) sülfat ***Yükseltgenme durumları*** *toplamı* $= (+2) + (+6) + (4 \times -2) = 0$

4. Oksijenin bileşiklerdeki ***yükseltgenme durumu*** *–2'dir, ancak* ***peroksitler****de (örneğin hidrojen peroksitte) –1'dir.*

5. Hidrojenin bileşiklerdeki ***yükseltgenme durumu*** *+1'dir, ancak* ***metal hidrürler****de –1'dir.*

Yükseltgenme sayısı

Bir bileşikteki bir elementin **yükseltgenme durumu**nu gösteren sayıdır. Elementin adından hemen sonra, ayraç içinde Romen rakamlarıyla belirtilir. Yükseltgenme sayıları, bileşikteki yalnızca birden fazla yükseltgenme durumu olan elementler için belirtilir.



Yükseltgenme sayısı: *3*
Yükseltgenme durumu: *+3*



Yükseltgenme sayısı *4*
Yükseltgenme durumu: *+4*

Redoks gerilimi

Bir maddenin çözelti içinde elektron kazanma gücünün bir ölçümüdür. Elektronlarını kolayca kaybedip başka bir maddeye verebilen kuvvetli bir **indirgen**, yüksek bir eksi redoks gerilimine sahiptir: Kolayca elektron kazanabilen kuvvetli bir **yükseltgen**in ise yüksek bir artı redoks gerilimi vardır: Redoks gerilimi, **elektrot gerilimi**yle* aynıdır.

Redoks sıralaması

Maddelerin, **redoks gerilimlerine** göre ve eksi redoks gerilimi yukarıdan aşağıya inildikçe azalacak şekilde sıralandığı bir listedir. Herhangi bir madde, genellikle listede kendi üzerindeki maddeleri **yükseltger,** altındakileri ise **indirger.** Maddeler, sıralamada birbirinden ne kadar uzaksa birbirlerini o kadar kolay yükseltger ya da indirger. Redoks sıralaması, **elektrokimyasal sıralama**nın* genişletilmiş halidir.



* Dev iyon orgusü, 23; Elektrokimyasal sıralama, 45; Elektrot gerilimi, 44 Elektronegatiflik, 19 Iyon bileşiği, 17 Ortaklaşım bileşikler, 8 Periyodik tablo, 50

ASİTLER VE BAZLAR

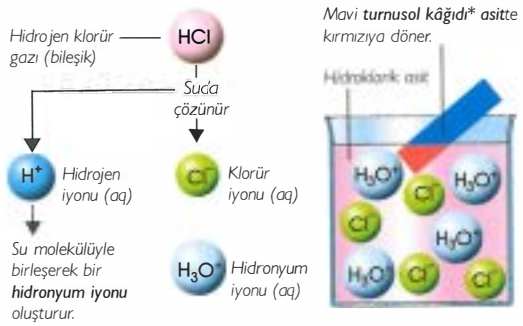


Tüm kimyasallar ya **asidik**, ya **bazik** ya da **nötr**dür. Saf suyun içinde, çok az sayıda molekül **iyonlaşır*** ve her bir molekül bir hidrojen iyonuyla (tek bir **proton***) bir hidroksil iyonu oluşturur. Hidrojen ve hidroksil iyonlarının sayısı eşittir ve su **nötr** olarak tanımlanır. Bazı bileşikler, suda çözünerek ya da suyla tepkiyerek, hidrojen veya hidroksil iyonları oluşturduğunda denge bozulur. Bu bileşikler **asit** ya da **baz**dır.

*Arının iğnesindeki zehir bir **asit**tir.*

Asit

Suda çözünerek çözeltide hidrojen iyonları (H^+ – **proton**lar*) oluşturan, hidrojen içeren bir bileşiktir. Hidrojen iyonları çözeltide tek başlarına kalmaz, su molekülleri ile birleşerek **hidronyum iyonları**nı oluşturur: Bu iyonlar yalnızca çözeltide bulunabilir, bu nedenle asitler, özelliklerini sadece çözünmüş haldeyken sergileyebilir.



Asit türleri



*Turunçgillerde **sitrik** ve askorbik asit*



*Isırgan otunda ve ısıran karıncalarda **metanoik asit***



Kurşun-asitli akülerde sülfürik asit*

Seyreltik asitlerin tadı ekşidir, **pH*** değeri 7'nin altındadır ve mavi **turnusol kâğıdı**nı* kırmızıya dönüştürür: **Elektrokimyasal sıralamada*** hidrojenin üzerindeki metallerle tepkiyerek hidrojen gazı oluşturur:

$$\underset{\text{Asit}}{H_2SO_4(aq)} + \underset{\text{Metal}}{Mg(s)} \rightarrow \underset{\text{Tuz*}}{MgSO_4(aq)} + \underset{\text{Hidrojen}}{H_2(g)}$$

Seyreltik **kuvvetli asit**ler* karbonat ve bikarbonatlarla tepkiyerek karbon dioksit gazı oluşturur ve **baz**larla **nötrleşir.**

Asidik

Asit özelliklerine sahip olan bileşikleri tanımlar.

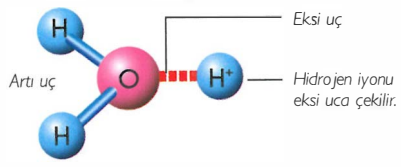


*Bazı **asit**ler korozyona neden olur ve uyarıcı etiketlerle belirtilir.*

Hidronyum iyonu (H_3O^+) ya da **oksoniyum iyonu**

Bir hidrojen iyonunun, kendisini bir su molekülüne bağlamasıyla oluşan bir iyondur (bkz. **asit**). Hidronyum iyonlarının bulunduğu bir çözeltide bir tepkime olduğunda, tepkimeye yalnızca hidrojen iyonu girer. Bu nedenle hidronyum iyonu, bir hidrojen iyonu gibi kabul edilebilir.

Hidronyum (H_3O^+) iyonunun oluşması



Mineral asit

Bir mineralden kimyasal olarak üretilen bir asittir; örneğin hidroklorik asit sodyum klorürden, sülfürik asit ise kükürtten üretilir.

Mineral asit	*Formül*
Hidroklorik	HCl
Sülfürik	H_2SO_4
Sülfüröz	H_2SO_3
Nitrik	HNO_3
Nitröz	HNO_2
Fosforik	H_3PO_4

Organik asit	*Formül*
Etandioik (Oksalik)	$(COOH)_2$
Metanoik (Formik)	$HCOOH$
Etanoik (Asetik)	CH_3COOH

Organik asit

Asidik olan bir **organik bileşik**tir*. En çok bilinenleri **karboksilik asitler**dir*.

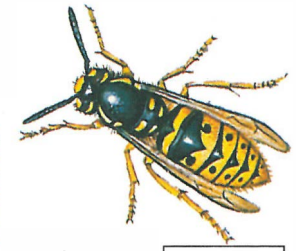
*Yapraklar kuruyup bozunduklannda, hümik asit denilen bir **organik asit** oluşturur.*

* **Elektrokimyasal sıralama**, 45; **İyonlaşma**, 16; **Karboksilik asitler**, 81; **Kurşun-asitli aku**, 45; **Kuvvetli asit**, 38; **Organik bileşikler**, 76; **pH**, 38; **Polar molekül**, 19; **Proton**, 12; **Turnusol kâğıdı**, 38; **Tuzlar**, 39.

Baz

Asitleri, hidrojen iyonlarını alarak **nötrleştiren** bir maddedir. Kimyasal olarak asidin karşıtıdır. Bazlar; genellikle metal oksitler ya da metal dioksitler olmakla birlikte, amonyak da bir bazdır. Bir bazla aynı özellikleri taşıyan maddeler **bazik** olarak tanımlanır. Suda çözünen bazlara ise **alkali** denir. Amonyak, bir bazın bir amonyum **tuz**uyla* birlikte ısıtılması yoluyla elde edilir.

*Bir yaban arısının iğnesinde bir **alkali** vardır ve bir asitle, örneğin sirkeyle nötrleştirilebilir.*



*Evlerde kullanılan temizlik maddelerinde kirleri çözen **alkali**ler bulunur.*



*Sindirim güçlüğünde kullanılan ilaçlar, mide asidini **nötrleştiren** magnezyum hidroksit gibi **alkali**ler içerir.*

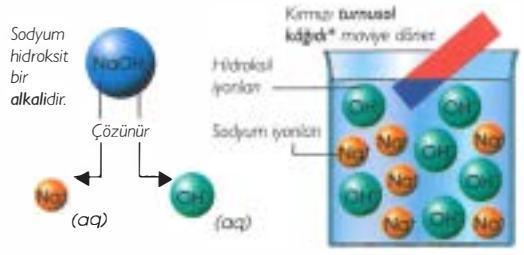


*Diş macunu bir **baz**dır, ağızda oluşan asitleri nötrleştirir.*



Alkali

Çoğunlukla **periyodik tablo**nun* I. ya da II. grubundaki metallerin hidroksiti olan, suda çözündüğünde çözeltide hidroksil iyonları (OH^-) oluşturan bazlardır. Bunlar bir çözeltiyi **alkalik** yapar:



Alkalik

Bir **baz**ın suda çözünmesiyle oluşan ve hidrojen iyonundan daha fazla hidroksil iyonu içeren bir çözeltiyi tanımlar. Alkalik çözeltilerin **pH***'ı 7'nin üzerindedir, **kırmızı turnusol kâğıdı**nı* maviye çevirir ve deriyle tepkidiğinden kaygan bir etki bırakır. **Kuvvetli baz**lardan* hazırlanan alkalik çözeltiler, bazı metaller (örneğin çinko ve alüminyum) ile tepkiyerek hidrojen gazı oluşturur:

$$\underset{\text{Alüminyum}}{2Al(s)} + \underset{\substack{\text{Sodyum}\\\text{hidroksit}}}{2NaOH(aq)} + \underset{\text{Su}}{6H_2O(l)} \rightarrow \underset{\substack{\text{Sodyum}\\\text{alüminat}}}{2NaAl(OH)_4(aq)} + \underset{\text{Hidrojen}}{3H_2(g)}$$

Amfoter

Bir tepkimede **asit,** başka birinde ise **baz** gibi davranan bir maddeyi tanımlar (örneğin çinko hidroksit).

Anhidrit

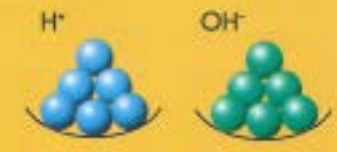
Suyla tepkiyerek ya **asidik** ya da **alkalik** bir çözelti oluşturan, genellikle oksit olan bir maddedir (bkz. **hidroliz,** s. 40).

$$\underset{\substack{\text{Kükürt dioksit}\\\text{(anhidrit)}}}{SO_2(g)} + \underset{\text{Su}}{H_2O(l)} \rightarrow \underset{\text{Sülfüröz asit}}{H_2SO_3(aq)}$$

Nötr

Ne **asit**, ne de **baz** özellikleri olan bir maddeyi tanımlar. Nötr çözeltiler eşit sayıda hidrojen ve hidroksil iyonu içerir; **pH*** değeri 7'dir ve **turnusol kâğıdı**nın* rengini değiştirmez.

*Bir **nötr** çözelti eşit sayıda hidrojen ve hidroksil iyonu içerir.*



Nötrleşme

Bir **asit**le bir **baz** arasında, yalnızca bir **tuz*** ve suyun oluştuğu tepkimedir. Eşit sayıda hidrojen ve hidroksil iyonları tepkiyerek bir **nötr** çözelti oluşturur. Asitten gelen **asit kökü*** ile bazdan gelen **katyon*** birleşerek bir tuz meydana getirir:

Nötrleşme şöyle yazılabilir:

$$\text{ASİT} + \text{BAZ} \rightarrow \text{TUZ*} + \text{SU}$$

Bronsted-Lowry kuramı

Asitler ve **baz**lar için farklı bir tanımlama getiren bu kurama göre, asit **proton*** verebilen, baz ise proton alabilen bir maddedir.

*Asetik asit bir **proton*** verir – bir **asit**tir.*
*Su bir **proton*** alır – bir **baz**dır.*

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

*Bu işaret, **tersinir tepkime*** anlamına gelir.*

*Hidronyum iyonu bir **proton*** verir – bir **asit**tir.*
*Etanoat iyonu bir **proton*** alır – bir **baz**dır.*

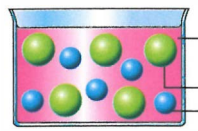
* **Asit kökü**, 39; **Katyon**, 16; **Kuvvetli baz**, 38; **Periyodik tablo**, 50; **pH**, 38; **Proton**, 12; **Tersinir tepkime**, 48; **Turnusol kâğıdı**, 38; **Tuzlar**, 39.

Asitler ve bazlar (devamı) – kuvvet ve derişim

Asitlerin ve **baz**ların (bkz. önceki iki sayfa) **derişimleri***, çözeltideki asit ve bazın **mol*** sayılarına bağlıdır. Kuvvetleri ise **hidronyum iyonları*** ve hidroksil iyonları oluşturmak üzere **iyonlaşabilen*** moleküllerinin oranına bağlıdır. Seyreltik bir **kuvvetli asit**, derişik bir **zayıf aside** göre daha fazla hidrojen iyonu oluşturabilir.

Kuvvetli asit

Suyun içinde tamamen **iyonlaşarak***, çözeltide çok miktarda hidrojen iyonu oluşturan bir asittir:



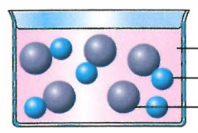
*Hidroklorik asit (**kuvvetli asit**). Tüm hidrojen klorür iyonları parçalanır.*

Asit kökü *(Cl^-)*

H^+

Zayıf asit

Suda yalnızca kısmen ***iyonlaşan**** bir asittir: Moleküllerinin çok küçük bir yüzdesi, hidrojen iyonları ve ***asit kökleri*** halinde parçalanır.



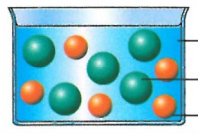
*Etanoik asit (**zayıf asit**). Yalnızca bazı moleküller parçalanır.*

H^+

Asit kökü *(CH_3COO^-)*

Kuvvetli baz

Suda tamamen **iyonlaşan*** bir bazdır: Serbest kalan çok sayıdaki hidroksil iyonu, çözeltiyi kuvvetli alkalik yapar:



*Sodyum hidroksit (**kuvvetli baz**). Bütün moleküller **iyonlaşır***.*

OH^-

Na^+

Zayıf baz

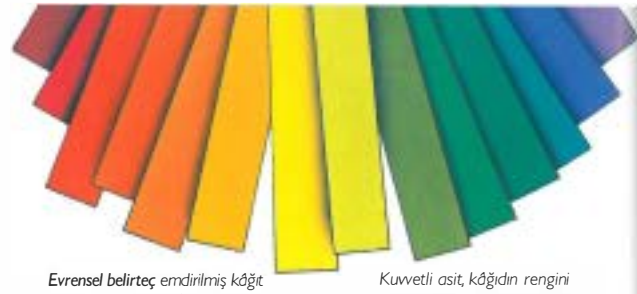
Suda yalnızca kısmen **iyonlaşan*** bir bazdır: Moleküllerden sadece bazıları hidroksil iyonuna dönüşürek hafif alkalik bir çözelti oluşturur.

Amonyak suyla çok az tepkiyerek düşük derişimde hidroksil iyonu oluşturur:

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

Amonyum iyonu — *Hidroksil iyonu*

*Bu işaret **tersinir tepkime*** anlamına gelir.*



***Evrensel belirteç** emdirilmiş kâğıt şeritler (**pH kâğıtları**), asitlerin ve alkalik çözeltilerin kuvvetini ölçmek için kullanılabilir.*

Kuvvetli asit, kâğıdın rengini kırmızıya, kuvvetli alkalik çözelti ise mora çevirir.

pH

Bir çözeltideki hidrojen iyonları **derişimi**ni* gösterir:



Asitlerde hidrojen iyonları, hidroksil iyonlarından fazladır.

Nötr* *çözeltilerde hidrojen ve hidroksil iyonlarının sayısı birbirine eşittir.*

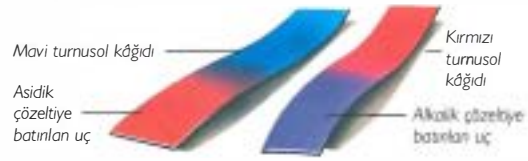
Alkalik çözeltilerde hidroksil iyonları, hidrojen iyonlarından fazladır.

Belirteç

Rengi, içinde bulunduğu çözeltinin **pH** değerine göre değişen bir maddedir. Belirteçler katı ya da sıvı halde kullanılabilir. Sıkça kullanılan bazı belirteçler aşağıda verilmektedir:

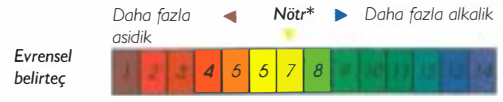
Turnusol kâğıdı

Bir çözeltinin asidik mi yoksa alkalik mi olduğunu gösteren bir **belirteç**tir. Asitler mavi turnusol kâğıdını kırmızıya, alkalik çözeltiler ise kırmızı turnusol kâğıdını maviye çevirir:



Evrensel belirteç

Bir çözeltinin **pH**'ını bir dizi farklı renkle gösteren, kâğıt ya da çözelti halindeki **belirteç**ler.



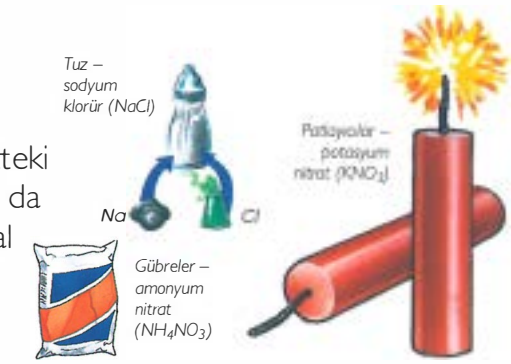
Başka belirteçler

Metiloranj	*Fenolftaleyn*	*Bromotimol mavisi*
3'ün altında kırmızı 4,5'in üzerinde sarı	*8,5'in altında renksiz 9,5'in üzerinde pembe*	*6,5'in altında sarı 7,5'in üzerinde mavi*

* **Derişim**, 25; **Hidronyum iyonu**, 36; **İyonlaşma**, 16; **M-değeri**, 25 (**Molarite**); **Mol**, 25; **Nötr**, 37; **Tersinir tepkime**, 48.

TUZLAR

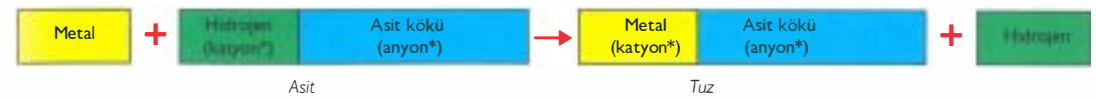
Bütün **tuzlar, asit kökü** adı verilen ve en az bir **katyon*** ve bir **anyon*** içeren **iyon bileşikleridir***. Kuramsal olarak, hepsi bir asitteki bir ya da daha çok hidrojen iyonunun, bir ya da daha çok sayıda başka katyon (örneğin, metal iyonları [aşağıya bakınız] ya da amonyum iyonları) ile yer değiştirmesiyle oluşabilir. Tuzlar hem sanayide hem de günlük yaşamda yaygın olarak kullanılır.



Tuz – sodyum klorür (NaCl)

Gübreler – amonyum nitrat (NH_4NO_3)

Patlayıcılar – potasyum nitrat (KNO_3)



Asit kökü

Bir asitten, hidrojen iyonları alındıktan sonra geriye kalan **anyon**dur* (bkz. aşağıdaki tablo).

Asit	*Kok*	*Kokun adı*

Kökün adı tuzun cinsini belirler.

Bakır(II) sülfat

*Katyon**	*Asit kökü*
Cu^{2+}	SO_4^{2-}

Sodyum klorür

*Katyon**	*Asit kökü*
Na^+	Cl^-

Bazlık

Bir asidin, bir tuz oluşturmak üzere verebileceği hidrojen iyonu sayısıdır. Bir asit, bütün hidrojen iyonlarını vermeyebilir.

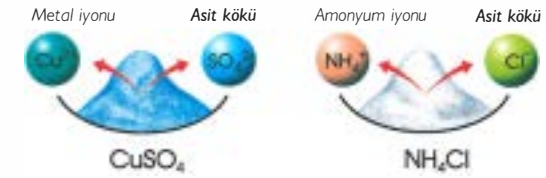
	H	Cl	*Hidroklorik asit **monobazik**tir.*
CH_3COO	H		*Etanoik asit monobaziktir.*
	H_2	SO_4	*Sülfürik asit **dibazik**tir.*
	H_3	PO_4	*Fosforik asit **tribazik**tir.*

* **Anyon, katyon**, 16; **İyon bileşiği**, 17.

Normal tuz

Bir asitteki bütün hidrojen iyonlarının, metal iyonları (ya da amonyum iyonları) ile yer değiştirmesiyle oluşan ve yalnızca metal iyonları (ya da amonyum iyonları) ile **asit kökü**nü içeren bir tuzdur.

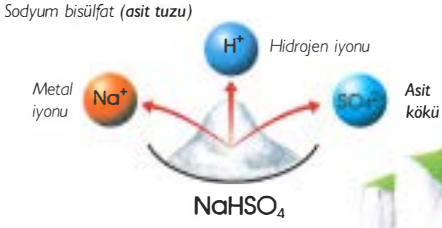
Bakır(II) sülfat ve amonyum klorür (normal tuzlar)



Asit tuzu

Bir asitteki bazı hidrojen iyonlarının, metal iyonları (ya da amonyum iyonları) ile yer değiştirmesiyle oluşan, metal iyonları (ya da amonyum iyonları) ile asit kökünün yanı sıra hidrojen iyonları da içeren bir tuzdur: Yalnızca bazlığı iki ya da daha çok olan asitler asit tuzları oluşturabilir. Asit tuzları genellikle asidiktir, ancak bazıları alkalik çözeltiler de oluşturur.

*Sodyum bisülfat (**asit tuzu**)*

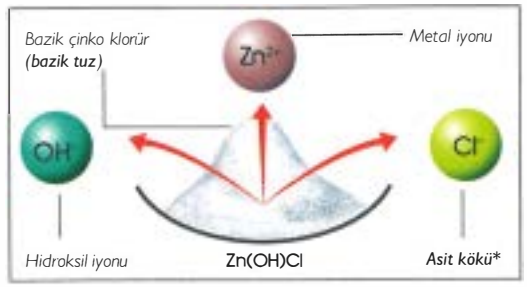


Kalker (kireçtaşı) kayalıklar, çözünmeyen bir tuz olan kalsiyum karbonattan oluşur.

Tuzlar (devamı)

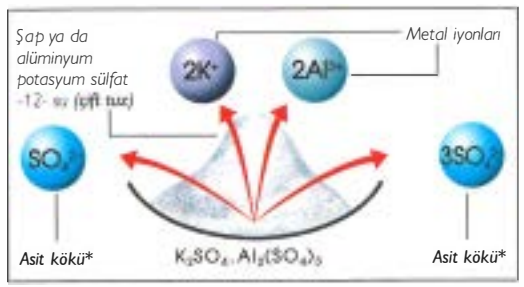
Bazik tuz

Bir metal oksidi ya da hidroksiti, metal iyonları ve bir **asit kökü*** içeren bir tuzdur. Bir bazın, bir asit tarafından tam olarak **nötrleştirilmemesi*** durumunda oluşur.



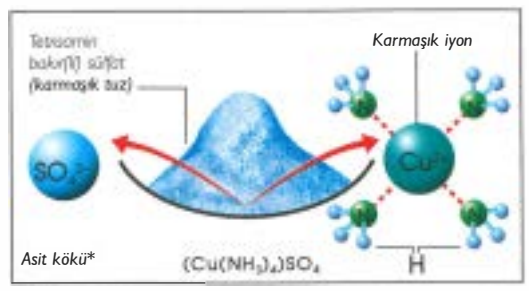
Çift tuz

İki **normal tuz**un* çözeltilerinin tepkimesiyle oluşan bir tuzdur. İki farklı **katyon*** (ya farklı iki metal iyonu ya da bir metal iyonu ve bir amonyum iyonu) ve bir veya birkaç **asit kökü*** içerir.



Karmaşık tuz

İçerdiği iyonlardan biri **karmaşık iyon** olan bir tuzdur. Bu tuzların yapısında ortadaki bir **katyon***, çoğunlukla **datif ortaklaşım bağ**larla* birkaç küçük moleküle (genellikle **polar molekül**lere*) ya da iyona bağlıdır.



Anhidrat

Kristal suyu* içermeyen bir tuzdur (**susuz**dur). Su aldığında bir ***hidrat*** haline dönüşür.



*Beyaz bir toz olan **susuz** bakır(II) sülfat, suyu emdiğinde mavi **hidratlı** bakır(II) sülfat kristallerine dönüşür.*

*Su buradaki gibi eklenebilir, ancak bakır(II) sülfat aynı zamanda bir **nemçeker*** (higroskopik) maddedir (yani havadaki nemi emer).*

Hidrat

Kristal suyu* içeren bir tuzdur (su içerir). Suyu alındığında **anhidrat** hale dönüşür.

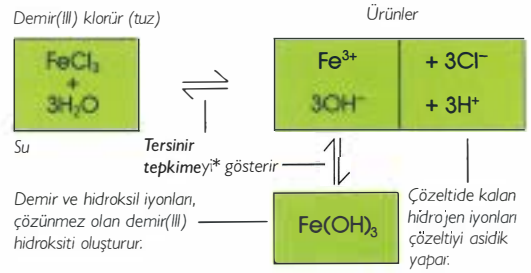


Susuzlaştırma (dehidrasyon)

Bir maddenin içindeki suyun alınmasıdır. Maddeden ya su oluşturacak oranda hidrojen ve oksijenin çıkmasıdır ya da bir **hidrat**ın suyun alınarak **anhidrata** dönüştürülmesidir.

Hidroliz

Bir bileşiğin, suyla kimyasal tepkimeye girerek başka bir bileşik oluşturmasıdır. Bir tuz, suyla tepkimeye girdiğinde tuzun iyonları su molekülleriyle tepkir. Bu, hidrojen ve hidroksil iyonlarının dengesini bozar ve bir asidik ya da alkalik çözeltinin oluşmasına yol açar. Bir **zayıf asit**le* bir **kuvvetli baz**ın* tepkimesi sonucunda meydana gelen bir tuz, çözündüğünde alkalik bir çözelti oluşturur. Oysa bir **kuvvetli asit**le* bir **zayıf baz**ın* tepkimesinden meydana gelen bir tuz, çözündüğünde asidik bir çözelti oluşturur.



** Asit kökü, 39; Baz, 37; Datif ortaklaşım bağ, 18; Katyon, 16; Kristal suyu, 21; Kuvvetli asit, Kuvvetli baz, 38; Nemçeker, 92; Normal tuz, 39; Nötrleştirme, 37; Polar molekül, 19; Tersinir tepkime, 48; Zayıf asit, Zayıf baz, 38.*

Tuzların hazırlanması

Tuzlar birkaç faklı yöntemle elde edilebilir. Seçilecek yöntem, tuzun suda çözünür olup olmamasına bağlıdır (bkz. aşağıdaki tablo). Çözünür tuzlar; çeşitli şekillerde hazırlanmış olan (aşağıya bakınız) tuz çözeltilerinden **kristallendirilir***. Çözünmez tuzlar ise **çökeltiler*** halinde elde edilir:

Tuzların çözünürlüğü*

Çözünür tuz		Çözünmez tuz
Tüm amonyum, sodyum ve potasyum tuzları		
Tüm nitratlar		
Klorürler	*İSTİSNA* →	*Gümüş ve kurşun*
Sülfatlar	*İSTİSNA* →	*Baryum ve kurşun Kalsiyum (biraz çözünür)*
Amonyum Sodyum Potasyum ←	*İSTİSNA*	*Karbonatların çoğu*

Çözünür tuzlar, her birinde tuzun bir çözeltisinin oluşturulduğu, aşağıdaki yöntemlerle elde edilebilir. Çözelti kısmen buharlaştırılır ve **kristallenmeye*** bırakılır.

1. Bir asidin bir alkaliyle **nötrleştirilmesi***

ALKALİ + ASİT → TUZ + SU

örn. $2NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$

Sodyum hidroksit — *Sülfürik asit* — *Sodyum sülfat* — *Su*

2. Bir çözünmez karbonatın bir asitle tepkimeye sokulması

ÇÖZÜNMEZ KARBONAT + ASİT → TUZ + SU + KARBONDİOKSİT

örn. $MgCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

Magnezyum karbonat — *Hidroklorik asit* — *Magnezyum klorür* — *Su* — *Karbon dioksit*

3. Bir çözünmez **baz***ın bir asitle tepkimeye sokulması

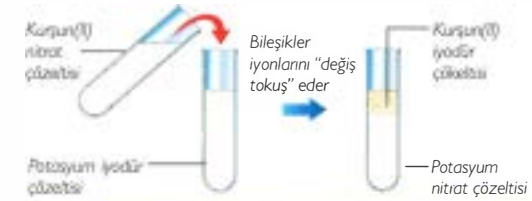
ÇÖZÜNMEZ BAZ* + ASİT → TUZ + SU

örn. $CuO(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4(aq) + H_2O(l)$

Bakır(II) oksit — *Sülfürik asit* — *Bakır(II) sülfat* — *Su*

Çifte bozunma

İki ya da daha çok **iyon bileşiği**nin* çözeltisi arasında, iyonlarının yer değiştirmesiyle sonuçlanan kimyasal tepkimedir. Oluşan yeni bileşiklerden biri, bir **çökelti*** oluşturan çözünmez bir tuzdur. Çözünmez tuzların çoğu ve hidroksitler bu yöntemle elde edilir – çökelti süzülür ve yıkanır.



← **Anyonlar*** yer değiştirir

$Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \rightarrow PbI_2(\downarrow) + 2KNO_3(aq)$

← **Katyonlar*** yer değiştirir

Doğrudan bireşim

Bir tuzun, elementlerinden doğrudan elde edildiği bir kimyasal tepkimedir. Bu yöntem, suyla tepkiyen ve bu nedenle de çözeltiler kullanılarak elde edilemeyen tuzlar için uygulanır.



$Fe(s) + S(s) \rightarrow FeS(s)$

Doğrudan yer değiştirme

Bir asitteki hidrojenlerin tümünün ya da bazılarının, genellikle metal olan başka bir elementle yer değiştirmesiyle sonuçlanan bir tepkimedir. Bu tepkime, asitle çok şiddetli tepkiyen sodyum ve potasyum tuzları dışında, çözünür tuzların hazırlanmasında kullanılır.



$Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$

Anyon, 16; Baz, 37; Çökelti, Çözünürlük, 31; İyon bileşiği, 17; Isıveren tepkime, 32; Katyon, 16; Kristallenme, 21; Nötrleştirme, 37.

ELEKTROLİZ

Elektroliz, iyonlar içeren bir çözeltinin içinden bir elektrik **akımı*** geçirildiğinde ortaya çıkan kimyasal değişiklikleri tanımlayan bir terimdir. Metaller ve grafit elektrik akımını iletir, çünkü **kristal örgüleri**ndeki* bazı elektronlar serbestçe hareket edebilir. **Erimiş* iyon bileşikleri*** ya da çözeltide **iyonlaşan*** bileşikler ise iyonların hareketi sayesinde elektrik akımını iletir.

Elektrolit

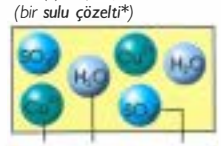
Erimiş* ya da **sulu çözelti*** halindeyken elektriği ileten ve elektroliz sırasında bozunan bir bileşiktir. Tüm **iyon bileşik**leri* elektrolittir. Bu bileşikler erimiş haldeyken ve çözelti içinde iyonları serbestçe hareket edebildiğinden elektriği iletebilirler. **Katyon**lar* artı yük, **anyon**lar* ise eksi yük taşır. Bir elektrolitin elektriği iletme gücü, içerdiği iyonların sayısına bağlıdır.

Erimiş sodyum klorür*



Sodyum **katyonu*** — Klorür **anyonu***

*Bakır(II) sülfat çözeltisi (bir **sulu çözelti***)*



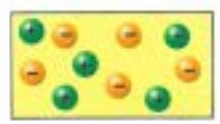
Bakır **katyonu*** — Su *molekülü* — Sülfat **anyonu***



Elektrolit olmayan – iyonlaşmayan* *bir bileşik*



Zayıf elektrolit** – yalnızca kısmen **iyonlaşan bir **elektrolit***



Kuvvetli elektrolit** – tamamen **iyonlaşan bir **elektrolit***

Elektrot

Bir **elektrolit**in içine yerleştirilmiş olan ve **akımı*** içeri ya da dışarı ileten bir metal veya grafit parçasıdır. **Anot** ve **katot** adı verilen iki ayrı elektrot vardır.

Eylemsiz elektrot

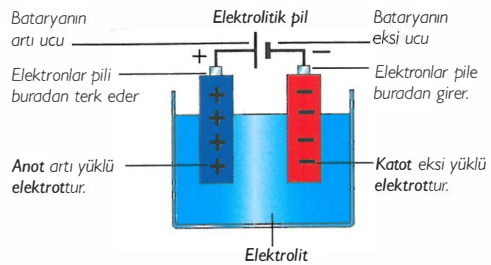
Elektroliz sırasında değişmeyen bir **elektrot**tur (örn. platin). Bazı eylemsiz elektrotlar, açığa çıkan maddelerle tepkiyebilir.

Aktif elektrot

Elektroliz sırasında değişime uğrayan, genellikle metalden yapılmış bir **elektrot**tur.

Elektrolitik pil

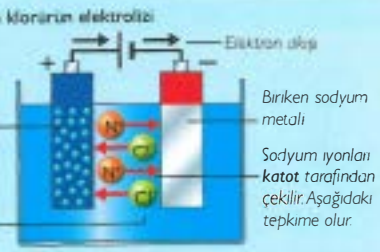
Erimiş* ya da **sulu çözelti*** halindeki **elektroliti** ve **elektrot**ları içinde bulunduran kaba denir.



Elektrolizin iyon kuramı

Bir elektrik kaynağına bağlanan bir **elektrolitik pil**de neler olduğunu açıklamayı amaçlayan bir kuramdır: Buna göre, elektrolitteki **anyon**lar* **anot** (bkz. **elektrot**) tarafından çekilir ve burada elektronlarını kaybeder: **Katyon**lar* ise **katot** tarafından çekilerek elektron kazanır. Elektrotlarda, tepkiyen iyonlar **açığa çıkar.** Elektronlar, anottan bataryaya doğru ve bataryadan katoda doğru akar.

Erimiş sodyum klorürün elektrolizi*



Klorür iyonu bir elektron kaybeder.
$Cl^- \rightarrow Cl + e^-$
Klor gazı oluşur.
$Cl + Cl \rightarrow Cl_2$

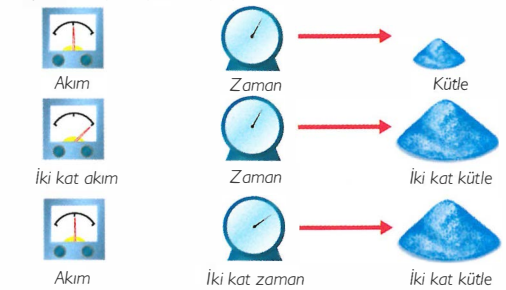
Sodyum iyonu bir elektron kazanır.
$Na^+ + e^- \rightarrow Na$
Sodyum metali oluşur.

* **Akım,** 45; **Anyon,** 16; **Erimiş,** 6; **İyonlaşma,** 16; **İyon bileşiği,** 17; **Katyon,** 16; **Kristal örgü,** 22; **Sulu çözelti,** 30.

Birinci Faraday elektroliz yasası

Bir maddenin, elektroliz sırasında **elektrot**lardaki kimyasal tepkimelerle oluşan kütlesi, **elektrolit**ten geçen elektrik miktarıyla orantılıdır.

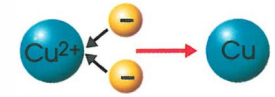
Elektrik miktarı = akım x zaman



İkinci Faraday elektroliz yasası

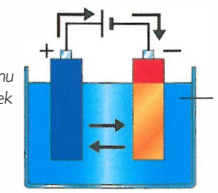
Farklı **elektrolit**lerden aynı miktarda elektrik geçirildiğinde, **elektrot**larda biriken her bir elementin **mol*** sayısı, o elementin iyonundaki yük ile ters orantılıdır.

Bir bakır iyonu, atoma dönüşmek için 2 elektron kazanmalıdır.



$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

*Bakır(II) sülfattan 1 **farad** (**1 mol*** elektron) geçerse, her bir bakır iyonunu atoma dönüştürmek için iki elektron gereklidir.*



*Bu nedenle **1 farad,** atomlardan $^1/_2$ **mol** bakır iyonunun oluşmasına ve **katot**ta birikmesine neden olur. $^1/_2$, bakır iyonunun yükü olan 2 ile ters orantılıdır.*

Başka örnekler:

1F, *sodyum iyonlarından (Na^+) bir **mol*** sodyum atomu üretir.*	***1F,*** *alüminyum iyonlarından (Al^{+3}) $^1/_3$ **mol*** alüminyum atomu üretir.*

Voltametre ya da kulonmetre

Elektroliz sırasında açığa çıkan madde miktarını ölçmek için kullanılan bir tür **elektrolitik pil**dir.

Kulon (C)

Elektrik yükünün **SI birimi**dir* (Coulomb olarak da bilinir). Bir noktadan saniyede bir **amper*** akım geçtiğinde, bir kulonluk elektrik geçmiş olur.

Farad

96.500 **kulon**a eşit olan bir elektrik yükü birimidir. Bir **mol*** elektron akışına karşılık gelir ve böylece tek yüklü iyonlardan bir mol atom açığa çıkarır.

* **Amper,** 114; **Erimiş,** 6; **Korozyon,** 95; **Mol,** 25; **SI birimleri,** 114; **Tepkinlik sıralaması,** 44; **Yükseltgenme,** 34.

Sanayide elektroliz

Elektrolitik arıtma

Metallerin elektrolizle saflaştırılması yöntemidir. Elektroliz yalnızca metal iyonlarını etkiler, katışkılar ayrılır.



Metal özütleme

Metallerin, **erimiş*** cevherlerinden, elektroliz yoluyla elde edilmesi için kullanılan bir yöntemdir. **Tepkinlik sıralaması**nın* üst kısmındaki metaller bu yöntemle üretilir (bkz. **alüminyum,** s. 62 ve **sodyum**, s. 54).

Anodik koruma (anotlama)

Bir metalin yüzeyinin, kendi oksidiyle ince bir tabaka halinde kaplanması işlemidir. Seyreltik sülfürik asidin elektrolizinde, hidroksil iyonları metal **anot**ta **yükseltgenerek*** su ve oksijen oluşturur, bunlar da metali oksitler:



*Bu alüminyum mataralara, korozyondan korumak için alüminyum oksitle **anodik koruma** uygulanmış.*

Elektrolitik kaplama

Metal bir nesnenin, elektroliz yoluyla, başka bir metal ile ince bir tabaka halinde kaplanması işlemidir. Kaplanacak nesne katot yerine geçer ve **elektrolit**teki metal iyonları onun üzerinde birikir.



*Bu çelik çivi, **korozyon**u* önlemek amacıyla çinko ile kaplanmış (bkz. **katodik koruma,** s. 45).*

Bu gitarın metal ön yüzü, elektroliz yoluyla kromla kaplanmış.

TEPKİNLİK

Bir elementin **tepkinliği** (tepkimeye girebilme kolaylığı), **bağ*** yapmada kullanılan elektronları (bkz s. 16-20) kazanma ya da kaybetme yeteneğine bağlıdır. Bir element ne kadar tepkinse, başka elementlerle birleşmesi de o kadar kolay olur. Bazı elementler çok tepkindir, bazıları ise hiç tepkin değildir. Bu farklılık, elektrik üretmek ve metalleri **korozyon**dan* korumak için kullanılabilir.

Yer değiştirme

Bir elementin, bir bileşikteki başka bir elementin yerine geçtiği bir tepkimedir. Bir element yalnızca, **tepkinlik sıralaması**nda altında bulunan elementlerle yer değiştirebilir (bkz. yanda).

Çinko, bakır(II) sülfat çözeltisindeki bakırla ***yer değiştirir****.*

$$CuSO_4(aq) + Zn(s) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$$

Tepkinlik sıralaması ya da etkinlik sıralaması

Elementlerin (genellikle metallerin) tepkinliğe göre sıralanmış olduğu bir listedir. Bu sıralama, metallerin diğer maddelerle (örn. asitlerle ve oksijenle) girdiği tepkimelerin kıyaslanmasıyla oluşturulur (tepkimelerle ilgili özet bilgi için bkz. s. 97).



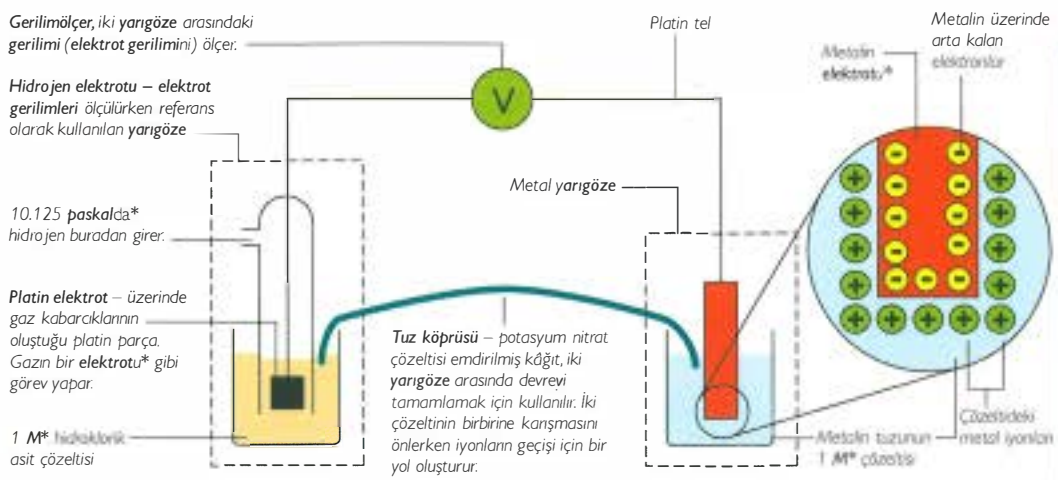
Yarıgöze

Suyla ya da bileşiklerinden birinin **sulu çözelti**siyle* temas halindeki bir elemente denir. Yüzeydeki atomlar **katyon**lar* oluşturur. Bu katyonlar çözeltinin içine salınır ve geride elektronlar kalır. Çözeltinin yükü artıdır, metalinki ise eksidir, bu nedenle ikisinin arasında bir **gerilim** (potansiyel farkı) vardır.

Elektrot gerilimi ya da yarıgöze gerilimi (E)

Bir **yarıgöze**deki **gerilim**dir. Doğrudan ölçülmesi olanaklı değildir, bu nedenle genellikle **hidrojen elektrotu** olmak üzere başka bir yarıgözeye göre ölçülür (bkz. aşağıdaki şekil). Elektrot gerilimleri, elementlerin **sulu çözelti**lerdeki* **iyonlaşma*** yeteneğini gösterir ve **elektrokimyasal sıralama**nın oluşturulması için kullanılır.

Bir metalin elektrot geriliminin ölçülmesi



* **Elektrot**, 42; **İndirgen**, 34; **İyonlaşma**, 16; **Katyon**, 16; **Korozyon**, 95; **M-değeri**, 25 **(Molarite)**; **Paskal**, 115; **Sulu çözelti**, 30.

Elektrokimyasal sıralama

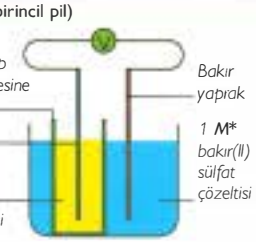
Elementlerin, **elektrot gerilimleri**ne göre sıralandığı bir listedir. Eksi elektrot gerilimi en yüksek element en üsttedir. Bir elementin sıralamadaki yeri, **sulu çözeltiler**de* iyon oluşturabilme kolaylığını ve böylece ne denli tepkin olabileceğini gösterir:



Pil ya da elektrokimyasal pil

Farklı iki elementin **yarıgöze**lerinden oluşan bir düzenlemedir. **Elektrot gerilimi** daha fazla eksi olan yarıgöze **eksi ucu,** diğeri ise **artı ucu** oluşturur. Bunlar birbirine bağlandığında, aralarından bir **akım** geçer. İki tür pil vardır – yeniden doldurulamayan (şarj edilemeyen) **birincil piller** ve yeniden doldurulabilen (şarj edilebilen) **ikincil piller. Batarya** ise, birkaç pilin birbirine bağlanmasından oluşur.

Daniel pili (birincil pil)



E.m.k. = çinko ve bakırın ***elektrot gerilimleri*** *arasındaki fark = 1,1 V*

Bir otomobil bataryası, ***kurşun-asitli akü*** *denilen altı adet* ***ikincil pilden*** *oluşur.*



* **Amper**, 114; **M-değeri**, 25 **(Molarite)**; **Paslanma**, 95 **(Korozyon)**; **SI birimleri**, 114; **Sulu çözelti**, 30.

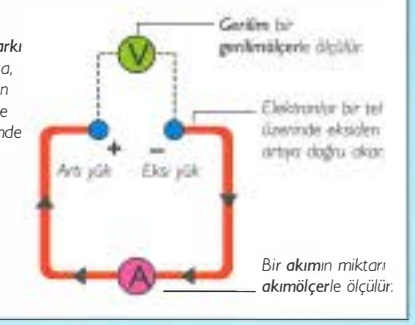
Gerilim ya da potansiyel farkı

İki nokta arasındaki elektrik yükü farkıdır. **Gerilimölçer** (voltmetre) denilen bir aygıtla **volt (V)** olarak ölçülür. Aralarında potansiyel farkı bulunan iki nokta birleştirildiğinde, bunların arasından potansiyel farkına orantılı bir **akım** geçer.

Akım

Bir malzemenin içinden elektronların (eksi yüklü parçacıkların) akmasıdır. Akımın **SI birimi*** **amper**dir* (A) ve **akımölçer** (ampermetre) denilen bir aygıtla ölçülür. Aralarında **potansiyel farkı** olan iki nokta arasındaki akım, bir **devre** üzerinden akar.

Aralarında ***potansiyel farkı*** *olan iki nokta, elektrik ileten bir madde ile birleştirildiğinde* ***akım*** *akar.*

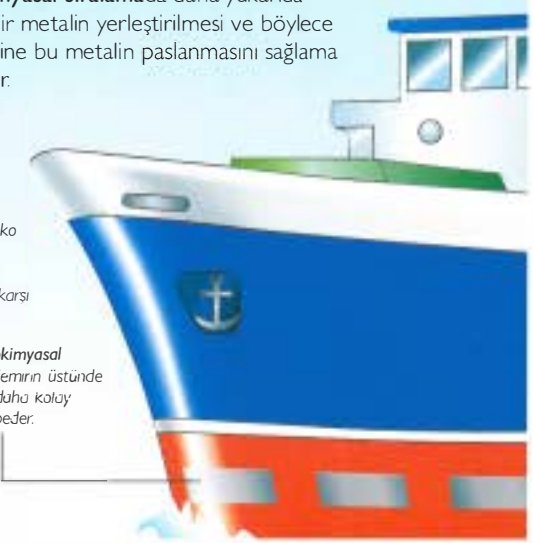


Elektromotor kuvvet (e.m.k.)

Bir **pil**in iki ucu arasındaki **gerilim**e (iki **yarıgöze**nin **elektrot gerilimleri** arasındaki farka) verilen addır.

Katodik koruma

Elektriksel koruma olarak da bilinir. Demiri **paslanma**ktan* korumak amacıyla üzerine, **elektrokimyasal sıralama**da daha yukarıda bulunan bir metalin yerleştirilmesi ve böylece demir yerine bu metalin paslanmasını sağlama yöntemidir.



Gemilerin demirden tekneleri, üzerlerine çinko plakalar tutturularak paslanmaya karşı korunur.

Çinko, ***elektrokimyasal sıralama****da demirin üstünde olduğundan daha kolay elektron kaybeder.*

TEPKİME HIZLARI

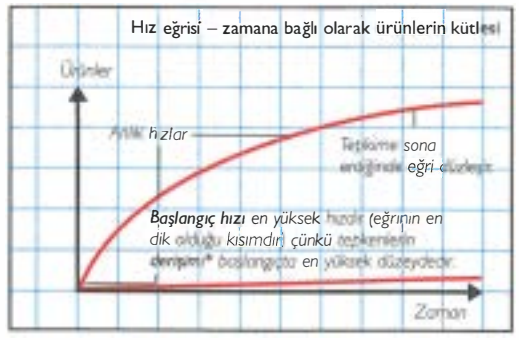
Bir kimyasal tepkimenin tamamlanması için gerekli olan süre, bir saniyenin milyonda birinden daha az bir süre ile haftalar, hatta yıllar arasında değişebilir. Bir tepkimenin ne kadar süreceğinin kestirilebilmesi ve meydana geldiği koşullar değiştirilerek yavaşlatılıp hızlandırılabilmesi olanaklıdır. Birçok endüstriyel sürecin verimi, **tepkime hızları** artırılarak (örneğin yüksek sıcaklık ya da basınç uygulanarak ya da **katalizör** kullanılarak) artırılabilir.



Fotosentez - bitkilerin kendi besinlerini yaptıkları bu süreç bir **fotokimyasal tepkime**dir.*

Tepkime hızı

Bir tepkimenin hangi hızda ilerlediğinin bir ölçümüdür. Tepkenlerin ne kadar hızlı tükendiği ya da ürünlerin ne kadar hızlı oluştuğu ölçülerek hesaplanır. Tepkime hızının hesaplanmasında kullanılan deneysel yöntem, tepkenlerin ve ürünlerin **fiziksel hal**lerine* bağlıdır. Deneylerden elde edilen verilerden bir **hız eğrisi** çıkarılır. Tepkime hızı, tepkime ilerledikçe değişiklik gösterir. Tepkimenin herhangi bir anındaki hıza **anlık hız** denir. Tepkimenin başlangıcındaki anlık hıza **başlangıç hızı** adı verilir. **Ortalama hız** ise tepkenlerin ya da ürünlerin miktarındaki değişikliğin, tepkimenin tamamlanması için geçen süreye bölünmesiyle hesaplanır.



Çarpışma kuramı

Bir tepkimenin gerçekleştiği koşulların değiştirilmesinin tepkime hızını neden etkilediğini açıklayan kuramdır. İki parçacığın arasında bir tepkime olabilmesi için bu parçacıkların çarpışması gerekir, bu nedenle çarpışma sayısı arttıkça **tepkime hızı** da artar. Ancak, bütün parçacıklar tepkimeye girmeye yetecek enerjiye sahip olmadığından, yalnızca bazı çarpışmalar tepkimeye neden olur (bkz. **tepkinleştirme enerjisi,** yanda).

Fotokimyasal tepkime

Hızı, ışığın şiddetinden etkilenen bir tepkimedir (örn. **fotosentez***). Işık, tepkimeye giren parçacıklara daha fazla enerji vererek **tepkime hızı**nı artırır.

*Fotoğrafçılıkta da **fotokimyasal tepkimeler** olur.*

Filmin üzerine ışığın vurduğu yerlerde gümüş kristalleri oluşur ve resim kaydedilir.





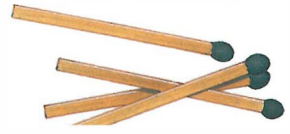
$$2AgCl(s) \rightarrow 2Ag(s) + Cl_2(g)$$

Etkinleştirme enerjisi (E)

Ürün parçacıklarının çarpıştıkları zaman tepkimeye girebilmesi için sahip olmaları gereken minimum enerjidir (bkz. **çarpışma kuramı**). **Tepkime hızı,** tepkimeye giren parçacıkların ne kadarının bu minimum enerjiye sahip olduğuna bağlıdır. Birçok tepkimede, parçacıklar zaten bu enerjiye sahiptir ve hemen tepkimeye girer. Bazı tepkimelerde ise parçacıkların etkinleştirme enerjisine ulaşabilmesi için dışarıdan enerji verilmesi gerekir:

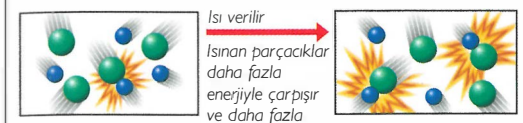
*Sürtünmenin yarattığı ısı, kibritteki parçacıklara **etkinleştirme enerjisi** sağlar.*





Tepkime hızlarının değiştirilmesi

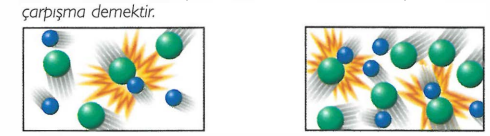
Sıcaklık artırıldığında **tepkime hızı** da artar: Isı enerjisi, daha çok sayıda parçacığa **etkinleştirme enerjis**inin üzerinde enerji sağlar.



Gazların yer aldığı tepkimelerde, basınç artırıldığında **tepkime hızı** da artar. Basınçtaki artış gazın sıcaklığını artırır ve hacmini azaltır (yani **derişimini*** yükseltir – bkz.**gaz yasaları,** s. 28). Parçacıklar daha sık ve daha fazla enerjiyle çarpışır.

Tepkenlerden bir ya da birkaçının **derişimi*** artırıldığında **tepkime hızı** da artar:

Belli bir hacimde daha fazla molekül bulunması, daha fazla çarpışma demektir.

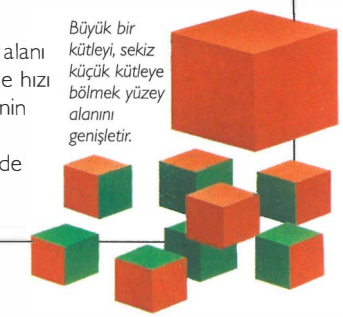


*Düşük **derişim****

*Yüksek **derişim****

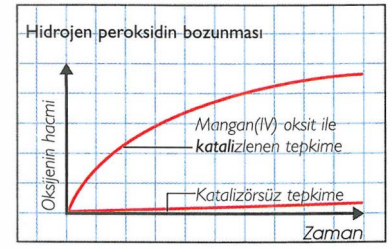
Bir katı tepkenin yüzey alanı genişletildiğinde tepkime hızı artar: Tepkenlerden birinin katı olduğu tepkimeler, yalnızca katının yüzeyinde gerçekleşebilir:

Büyük bir kütleyi, sekiz küçük kütleye bölmek yüzey alanını genişletir.



Katalizör

Bir kimyasal tepkimenin hızını arttıran ama kendisi tepkime sonunda hiç değişmemiş olarak kalan maddedir. Bu süreç **kataliz** olarak bilinir. Katalizörler bu işlevi, tepkimenin **etkinleştirme enerjisi**ni düşürerek yapar: Tepkimede kullanılan katalizör, denklemdeki ok işaretinin üzerine yazılarak belirtilir (bkz. s. 68). Herhangi bir tepkimenin hızını artıran bir katalizörün, bir başka tepkimede etkisi olmayabilir.

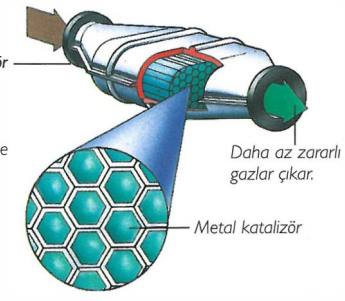


Hidrojen peroksit bozunduğunda oksijen ve su oluşur.

***Katalizör** kullanıldığında tepkime hızlanır.*

*Otomobillerin egzoz sistemindeki katalitik dönüştürücülerde, **katalizör** olarak iki metal (platin ve rodyum) kullanılır.*

Zehirli karbon monoksit ve hidrokarbonlar, metaller tarafından tutulur ve tepkimeye girerek karbon dioksit ve su oluşturur.



Otokataliz

Tepkimedeki ürünlerden birinin katalizör görevi yaptığı bir süreçtir.

Yüzey katalizörü

Tepkenleri kendine çeken bir **katalizör**dür. Tepkenleri kendi yüzeyinde birbirlerine çok yakın tutar, böylece kolayca tepkimeye girmelerini sağlar:

Homojen katalizör

Tepkenlerle aynı **fiziksel hal**de* olan **katalizör**dür.

Heterojen katalizör

Tepkenlerden farklı bir **fiziksel hal**de* olan **katalizör**dür.

Güçlendirici

Bir **katalizör**ün gücünü artıran ve böylece tepkimeyi hızlandıran bir maddedir. .

Yavaşlatıcı

Bir tepkimeyi yavaşlatan bir maddedir. Bazı yavaşlatıcılar, bunu **katalizör**ün gücünü azaltarak yapar.

Enzim

Canlılarda bulunan ve doğal kimyasal süreçlerde **tepkime hızlar**ını artıran **katalizörler**dir. Çok değişik türleri vardır.

*Örümcekler beslenirken kurbanlarının üzerine **enzim**ler salgılar. Bu enzimler, yiyecek maddesinin parçalanmasını sağlayan kimyasal tepkimeleri hızlandırır.*



*Derişim, 25; **Fiziksel haller,** 6; **Fotosentez,** 95.

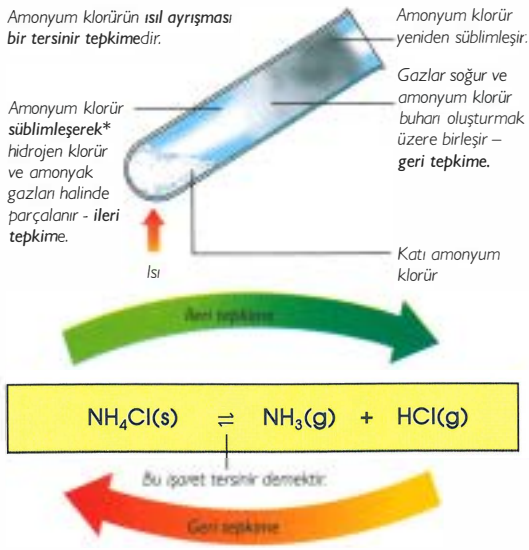
*Derişim, 25; **Fiziksel haller,** 6.

TERSİNİR TEPKİMELER

Birçok kimyasal tepkime, tepkenlerin bir veya birkaçı bitene kadar devam eder ve ürünler birbiriyle tepkimez. Bu aşamaya gelen bir tepkimeye **sona ermiş** tepkime denir. Ancak bazı tepkimeler bu aşamaya hiç ulaşmaz. Bunlar **tersinir tepkime**lerdir.

Tersinir tepkime

Ürünlerin birbiriyle tepkiyerek ilk tepkenleri yeniden oluşturduğu, iki yönlü bir kimyasal tepkimedir. Yeni oluşan tepkenler; bu kez yeniden tepkiyerek ürünleri oluşturur ve bu süreç böylece devam eder. İki tepkime aynı anda gerçekleşir ve tepkime eğer bir **kapalı sistem**de meydana geliyorsa **sona erme** (bkz. giriş paragrafi) noktasına gelemez. Bir tersinir tepkimenin belli bir aşamasında **kimyasal denge**ye ulaşılır.



İleri tepkime

Bir **tersinir tepkime**de, ilk tepkenlerin ürünleri oluşturduğu tepkimedir. Denklemde soldan sağa gider.

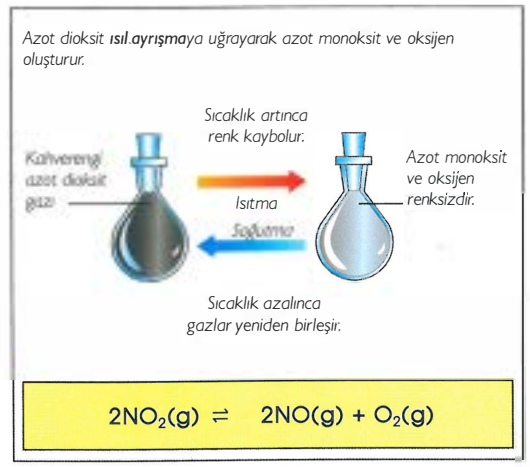
Geri tepkime

Bir **tersinir tepkime**de, ürünlerin yeniden ilk tepkenleri oluşturduğu tepkimedir. Denklemde sağdan sola gider.

*Bu halat çekme oyunu, bir tersinir kimyasal tepkimeye benzetilebilir. Mavi takım tepkenler, kırmızı takım ise ürünlerdir. Kırmızı takım yenerse tepkime bir **ileri tepkime**dir, mavi takım yenerse tepkime bir **geri tepkime**dir.*

Ayrışma

Bir bileşiğin, başka bileşiklere ya da elementlere ayrıldığı bir tür **tersinir tepkime**dir. **Isıl ayrışma,** ısı uygulanmasıyla meydana gelen bir ayrışmadır (oluşan ürünler soğutulduklarında yeniden birleşir). Ayrışma ile **bozunma** karıştırılmamalıdır; bozunmada bir bileşik tekrar birleşmeyen ürünler oluşturacak şekilde parçalanır.



Kapalı sistem

Hiçbir kimyasalın içine giremediği veya dışına çıkamadığı bir **sistem**dir*. Bir **tersinir tepkime**nin ürünlerinden biri dışarı çıkarsa, örneğin atmosfere kaçarsa tepkime artık geri yönde devam edemez. Kimyasalların dışarı çıkabildiği sistemlere ise **açık sistem** denir.

Denge

İki eşit ama karşıt hareketin birbirini denkleştirmesi durumudur: Örneğin, aşağı doğru hareket eden bir yürüyen merdivende, merdivenin hızında çıkan bir insan dengededir. **Kimyasal denge**, bir denge örneğidir; hem **ileri** hem de **geri tepkime**ler aynı anda gerçekleşir, ama bunlar birbirini denkleştirir.

* **sistem**, 117; **süblimleşme**, 7.

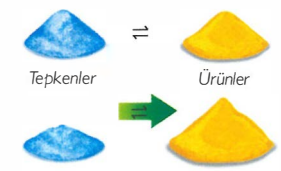
Kimyasal denge

Bir **kapalı sistem**de gerçekleşen bir **tersinir tepkime**de, **ileri** ve **geri tepkime**lerin aynı hızda gerçekleştiği anda ulaşılan aşamadır: Tepkimelerin etkileri birbirini iptal eder ve tepkenlerle ürünlerin **derişimi*** daha fazla değişmez. **Kimyasal denge**, bir denge türüdür.



Kimyasal dengenin durumu

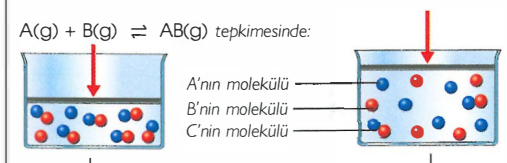
Bir **tersinir tepkime** sırasında, koşullardaki (sıcaklık, **derişim*** ve basınç) herhangi bir değişiklik, **ileri** ya da **geri tepkime**nin hızını değiştirir ve **kimyasal denge**yi bozar. Kimyasal denge daha sonra yine elde edilir, ancak bu kez tepkenlerle ürünlerin birbirine oranı farklı olur. Bu süreç, **denge durumu**nun değişmesi şeklinde tanımlanır.



Le Chatelier ilkesi

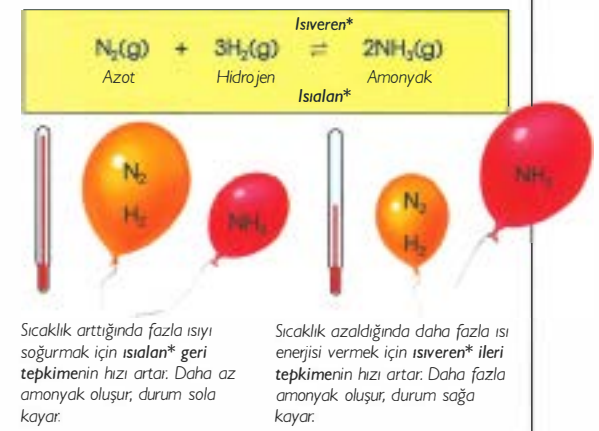
Bu ilkeye göre, **denge**deki bir **sistem**de* değişiklik yapıldığında, sistem kendini değişikliğin etkilerini azaltacak şekilde ayarlar.

1. Gazların yer aldığı **tersinir tepkime**lerde basıncın değiştirilmesi, **denge durumu**nu değiştirebilir.



2. Bir **tersinir tepkime**de sıcaklığın değiştirilmesi **denge durumu**nu değiştirir. Bu, tepkimenin **ısıveren*** ya da **ısıalan*** olmasına göre değişir. Bir yönde ısıveren olan bir tepkime, diğer yönde ısıalandır.

*Amonyak **Haber yöntemi**yle* üretilir.*



*Sıcaklık arttığında fazla ısıyı soğurmak için **ısıalan*** **geri tepkime**nin hızı artar. Daha az amonyak oluşur, durum sola kayar.*

*Sıcaklık azaldığında daha fazla ısı enerjisi vermek için **ısıveren*** **ileri tepkime**nin hızı artar. Daha fazla amonyak oluşur, durum sağa kayar.*

3. Bir **tersinir tepkime**de tepkenlerin ya da ürünlerin **derişimi**nin* değiştirilmesi **denge durumu**nu değiştirir.

*Tepkenlerin **derişimi*** arttığında **ileri tepkime**nin hızı artar.*

VEYA

*Ürünlerin **derişimi** azaldığında **geri tepkime**nin hızı azalır.*



***Denge durumu** sağa kayar.*

*Tepkenlerin **derişimi** azaldığında **ileri tepkime**nin hızı azalır.*

VEYA

*Ürünlerin **derişimi** arttığında **geri tepkime**nin hızı artar.*



***Denge durumu** sola kayar.*

* **Derişim**, 25; **Haber yöntemi**, 66; **Isıalan tepkime, Isıveren tepkime**, 32; **Sistem**, 117.

PERİYODİK TABLO

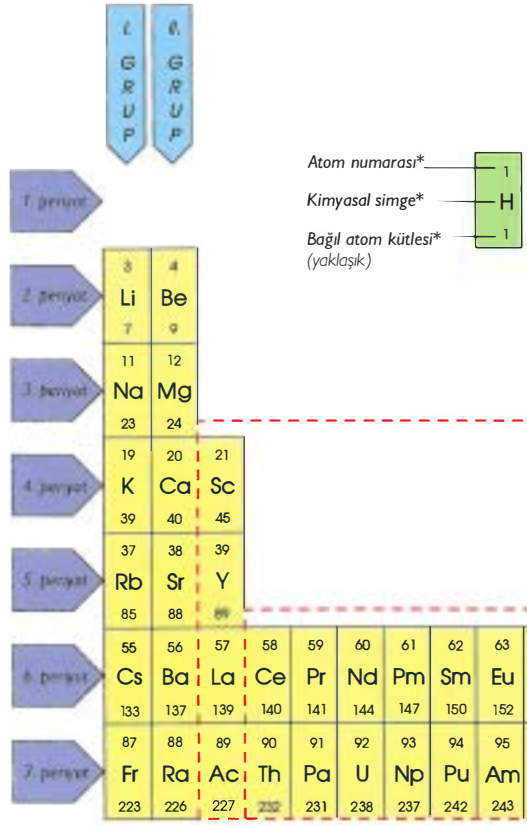
On dokuzuncu yüzyıl boyunca birçok kimyacı, elementleri atomlarının büyüklüğüne, düzenli olarak tekrarlayan davranış biçimlerine ve özelliklerine göre belli bir sırada sınıflandırmaya çalıştı. Bunların arasında en başarılı olanı, Rus Dimitriy Mendeleyev'in 1869'da yayımlanan çalışmasıdır. Bu çalışma halen modern **periyodik tablo**nun temelini oluşturmaktadır.

Periyodik tablo

Elementlerin, ***atom numaraları***na* göre belli bir diziliş şeklidir. Bir elementin ve bileşiklerinin hem fiziksel hem de kimyasal özellikleri, o elementin periyodik tablodaki yerine bağlıdır. Bu ilişki nedeniyle tablo ***grup***lara ve ***periyot***lara bölünmüştür. Elementlerin bu düzenlemesi, 1. periyodun sol tarafında hidrojenle başlar; soldan sağa doğru ve sırayla her periyotta giderek artan atom numaralarıyla devam eder (bkz. yandaki tablo).

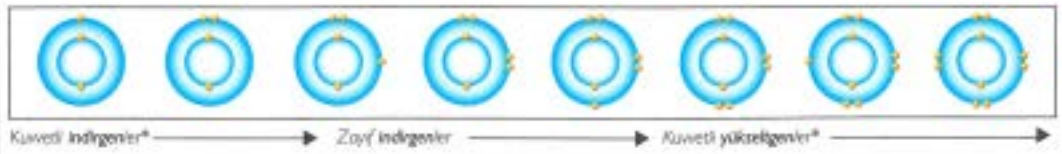
Periyot

Periyodik tabloda elementlerin dizildiği yatay sıralardır. Toplam yedi tane periyot vardır. 1. periyotta yalnızca iki element bulunur – hidrojen ve helyum. 2 ve 3. periyotlar sekizer element içerir ve ***kısa periyot***lar olarak adlandırılır. 4. 5. 6. ve 7. periyotlarda 18 ila 32 element bulunur. Bunlara ***uzun periyot***lar denir. Bir periyotta soldan sağa gidildikçe, bir elementten diğerine ***atom numarası**** birer birer artar. Her element, kendinden önceki elemente göre atomlarının ***dış kabuğunda**** bir fazla elektrona sahiptir. Aynı periyottaki tüm elementlerin sahip olduğu kabuk sayısı aynıdır ve bir elementten diğerine geçişte elektron sayısının düzgün bir şekilde artması, aynı periyottaki elementlerin kimyasal özelliklerinin periyodik bir biçimde değişmesine neden olur. Bir kimyasal özelliğin kademeli olarak nasıl değiştiği aşağıdaki örnekten anlaşılabilir:



2. periyottaki elementlerin elektron yerleşimi*

*Tüm elementlerin **dış kabuk**ları* aynıdır, ancak soldan sağa gidildikçe her elementin dış kabuğundaki elektron sayısı bir artar.*



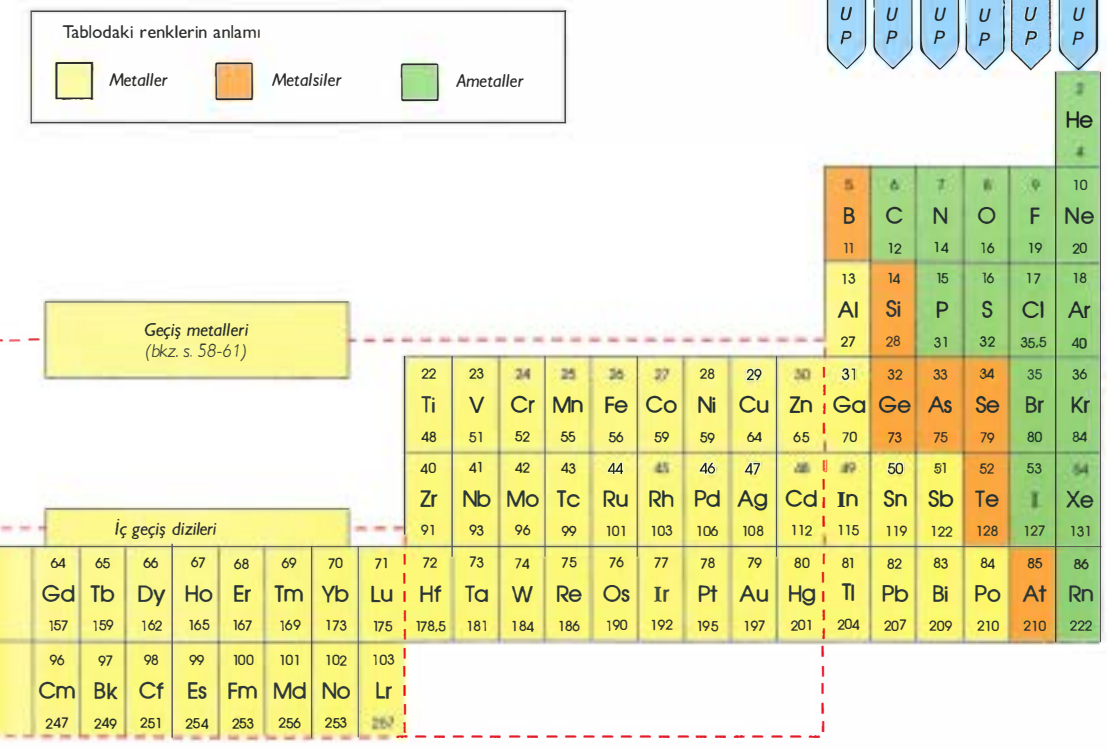
*Burada, **2. periyot**ta sağa doğru gidildikçe elementlerin, diğer element ve bileşikleri **indirgeme*** ve **yükseltgeme*** özeliklerinin kademeli bir biçimde nasıl değiştiğini görüyorsunuz (ayrıca bkz. s. 52). Eylemsiz (tepkimeye girmeyen) bir element olan neon bir istisnadır.*

Grup

Periyodik tabloda elementlerin sıralandığı dikey sütunlardır. **Geçiş metalleri*** grupları dışındaki tüm gruplar Romen rakamlarıyla numaralandırılmıştır: Bazı grupların kendilerine özgü adları da vardır. Aynı gruptaki elementlerin, **dış kabuk**larında* aynı sayıda elektron vardır; bu nedenle benzer kimyasal özelliklere sahiptir.

Alternatif adları olan gruplar

Grup numarası	Grubun adı
I. grup	*Alkali metaller (bkz. s. 54-55)*
II. grup	*Toprak alkali metaller (bkz. s. 56-57)*
VII. grup	*Halojenler (bkz. s. 72-74)*
VIII. grup (0 grubu)	*Soy gazlar (bkz. s. 75)*



Metaller ve ametaller

Metal

Kendine özgü fiziksel özellikleri sayesinde **ametal**lerden ayırt edilebilen elementlerdir. Bir **periyodun** sol tarafındaki elementler metal özelliklerine sahiptir. Sağa doğru gidildikçe elementler yavaş yavaş metal özelliklerini kaybeder. Ne tam metal ne de tam ametal olan ve karışık özelliklere sahip elementlere ise metalsiler adı verilir. **Metalsi**lerin sağ tarafındaki elementler ametallerdir.

Özellik	Metal	Ametal
*Fiziksel hal**	*Katı (civa hariç)*	*Katı, sıvı ya da gaz (yalnızca brom [redacted])*
[redacted]	*Parlak*	*Çoğunlukla mat (iyot, istisnalardan biridir)*
*İletkenlik**	*İyi*	*Zayıf (grafit hariç)*
*Dövülgenlik**	*İyi*	*Zayıf*
*Süneklik**	*İyi*	*Zayıf*
[redacted]	*Genellikle yüksek*	*Genellikle düşük (karbon hariç)*
[redacted]	*Genellikle yüksek*	*Genellikle düşük*

* **Atom numarası**, 13; **Bağıl atom kütlesi**, 24; **Elektron yerleşimi**, **Dış kabuk**, 13; **Kimyasal simge**, 8; **Yükseltgenme**, **Yükseltgen**, **İndirgenme**, **İndirgen**, 34.

* **Dış kabuk**, 13; **Dövülgenlik**, 117 (**Dövülgen**); **Fiziksel haller**, 6; **Geçiş metalleri**, 58; **İletkenlik**, 116 (**İletken**); **Süneklik**, 116 (**Sünek**).

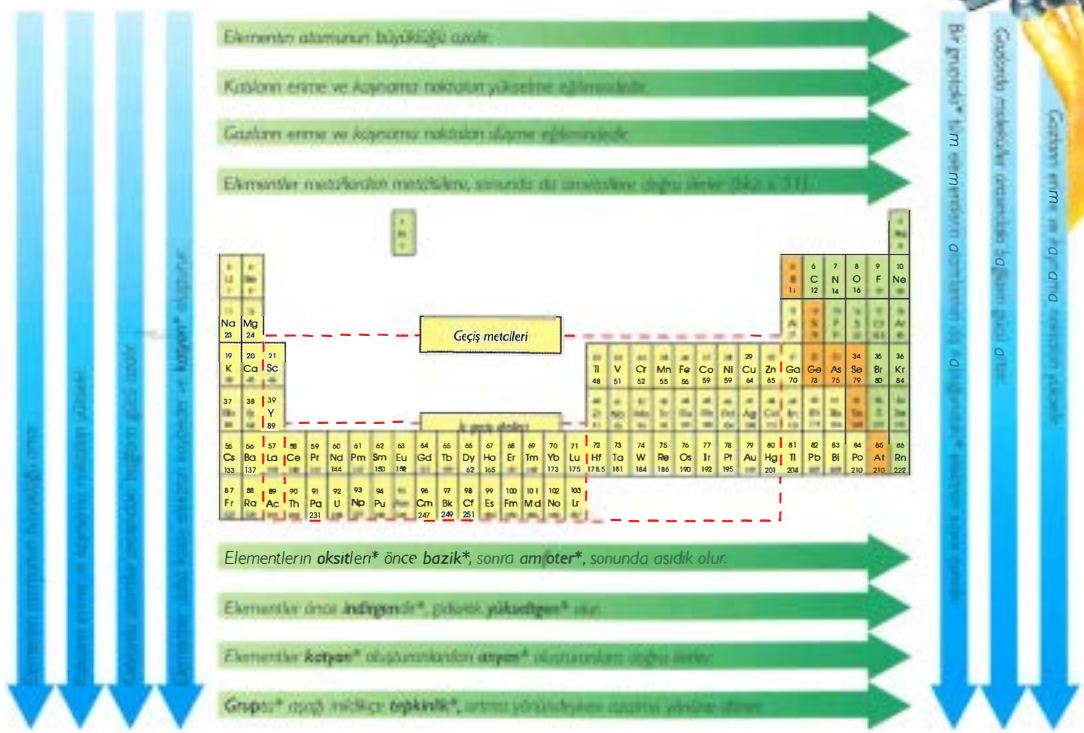
İNORGANİK KİMYA

İnorganik kimya, karbon atomu zincirlerinden oluşan bileşikler (bkz. **organik kimya**, s. 76-91) dışında kalan tüm elementleri ve bunların bileşiklerini kapsayan kimya dalıdır. İnorganik element ve bileşiklerin özellikleri ve tepkimeleri, **periyodik tablo**da* belli **eğilim**leri izler. Tablodaki **grup**lara* yukarıdan aşağıya, **periyot**lara* da bir uçtan diğer uca bakıldığında, elementlerin tepkimelerde nasıl bir davranış sergileyeceği kestirilebilir.



*Elementlerin özellikleri ve tepkimeleri, onları belirli amaçlar için uygun kılar. Örneğin, **oksijen** ve **hidrojen** kolayca yandığı için roket yakıtında kullanılır.*

Başlıca periyodik tablo eğilimleri



Tepkimelerin kestirilmesi

Bu kitabın inorganik bölümü boyunca, her element grubunun başında bir giriş kısmı, bunun altında da **grup*** elementlerinin özelliklerini özetleyen bir çizelge var. Bu çizelgelerin altındaki mavi kutuların içinde ise, grupta aşağı inildikçe görülen eğilimler açıklanıyor. Grubun genel tanıtımından sonra, gruptaki en yaygın elementlerle ilgili bilgi veriliyor. Grubun diğer üyelerine ilişkin bilgiler; genellikle grupta aşağı inildikçe gözlemlenen **tepkinlik*** eğilimlerinden çıkarılabilir.

Aşağıdaki basamaklar, sezyumun soğuk suyla olan ***tepkinliğ***in* nasıl kestirilebileceğini gösterir. Sezyum I. gruptadır (bkz. s. 54-55).

1. I. grubun çizelgesine göre aşağı inildikçe elementlerin tepkinliği artar.

2. Lityum, sodyum ve potasyumun tanımlamalarına göre, bu üç elementin suyla giderek artan bir şiddetle tepkimeye girdiği anlaşılır; lityum az şiddetli, sodyum şiddetli, potasyum ise çok şiddetli tepkimeye girer.

3. Sezyum, grupta potasyumun altında yer aldığından, suyla tepkimesinin çok daha şiddetli olacağı kestirilir.

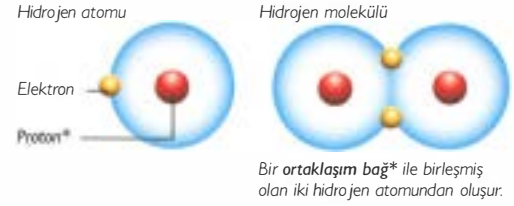
* Amfoter, 37; Anyon, 16; Bazik, 37 (Baz); Dış kabuk, 13; Grup, 51; İndirgen, 34; Katyon, 16; Oksitler, 69; Periyot, Periyodik tablo, 50;

HİDROJEN



Tatlı maddelerdeki şeker, yani sakaroz ($C_{12}H_{22}O_{11}$) bir karbon, hidrojen ve oksijen bileşiğidir.

Atom numarası* 1 olan **hidrojen** (H_2), **periyodik tablo**nun* ilk ve en hafif elementidir. Evrendeki en yaygın element olan hidrojen **çift-atomlu***, kokusuz, yanıcı bir gazdır ve Dünya'da doğal olarak yalnızca bileşiklerde bulunur. Yüksek sıcaklıklarda doğal gaz ile su buharının tepkimeye sokulması ya da bir **katalizör*** üzerinde **su gazı*** ile su buharının tepkimesiyle elde edilir. Bir **indirgen**dir*, havada açık mavi bir alevle yanar ve ısıtıldığında birçok madde ile tepkimeye girer (örneğin, sodyumla tepkidiğinde sodyum hidrür oluşturur – hidrojenin başka elementlerle oluşturduğu bileşiklere **hidrür** adı verilir.) Hidrojen, margarin üretiminde (bkz. **hidrojenleme,** s. 79), amonyak üretiminde (bkz. **Haber yöntemi**, s. 66) ve roket yakıtı olarak kullanılır. (Ayrıca bkz. s. 103 ve 104.)



*Bir **ortaklaşım bağ*** ile birleşmiş olan iki hidrojen atomundan oluşur.*

Hidrojen iyonu (H^+). *Yalnızca bir **proton**dan* oluşur (elektronu yoktur). Bir hidrojen atomunun elektronunu kaybetmesiyle oluşur. Hidrojen iyonları, su molekülleriyle birleşerek **hidronyum iyonları**ni* oluşturur. Bir çözeltideki hidronyum iyonlarının fazlası, o çözeltiyi asidik yapar.*

Hidrojen sodyumla tepkiyerek sodyum hidrür oluşturur.

$$\underset{\text{Sodyum}}{2Na(s)} + \underset{\text{Hidrojen}}{H_2(g)} \rightarrow \underset{\text{Sodyum hidrür}}{2NaH(s)}$$

Hidrojen bir indirgendir.*

$$\underset{\text{Bakır(II) oksit}}{CuO(s)} + \underset{\text{Hidrojen}}{H_2(g)} \rightarrow \underset{\text{Bakır}}{Cu(s)} + \underset{\text{Su}}{H_2O(l)}$$

Döteryum (D ya da ^2_1H)

Hidrojenin, bir **proton**u* ve bir **nötron**u* olan bir **izotop**udur*. Doğal hidrojenin % 0,0156'sını oluşturur. Döteryum içeren su moleküllerine **döteryum oksit** (D_2O) ya da **ağır su** molekülleri denir. Ağır su, nükleer reaktörlerde hızlı hareket eden nötronları yavaşlatmak için kullanılır.

Trityum (T ya da ^3_1H)

Hidrojenin, bir **proton**u* ve iki **nötron**u* olan bir **izotop**udur*. Ender bulunur ancak nükleer reaktörlerde üretilir. **Radyoaktif**tir* ve beta **parçacıkları*** salar: **Trityumlu su,** hidrojen atomlarından birinin yerine bir **trityum** atomunun geçmiş olduğu bazı su molekülleri içerir. Tıpta, hastadan geçen sıvı miktarının ölçülmesinde kullanılır.

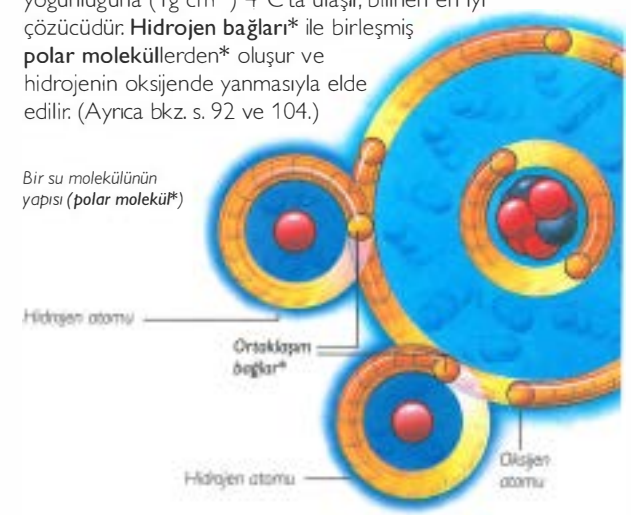
Hidrojen peroksit (H_2O_2)

Şerbet kıvamında bir sıvı olan hidrojen peroksit, hidrojenin bir oksitidir ve kuvvetli bir **yükseltgen**dir*. Çözelti halinde dezenfektan ve ağartıcı olarak kullanılır.

Su (H_2O)

Hidrojenin bir oksiti olan su, Dünya'da en bol bulunan bileşiklerden biridir. Renksiz, kokusuz bir sıvıdır. 0°C'ta donar, 100°C'ta kaynar, en yüksek yoğunluğuna (1g cm^{-3}) 4°C'ta ulaşır, bilinen en iyi çözücüdür. **Hidrojen bağları*** ile birleşmiş **polar molekül**lerden* oluşur ve hidrojenin oksijende yanmasıyla elde edilir. (Ayrıca bkz. s. 92 ve 104.)

*Bir su molekülünün yapısı (**polar molekül***)*



Hidroksit

Bir hidroksil iyonu (OH^-) ile bir **katyon**dan* oluşan bir bileşiktir. H^+ iyonundan daha fazla OH^- iyonu içeren çözeltiler alkaliktir. Birçok hidroksit suda çözünmez (örn. **kurşun(II) hidroksit** ($Pb(OH)_2$). Ancak I. grup elementlerinin ve diğer bazı elementlerin hidroksitleri suda çözünür.

* Atom numarası, 13; Beta parçacığı, 14; Çift-atomlu, 10; Hidrojen bağı, 20; Hidronyum iyonu, 36; İndirgen, 34; İzotop, 13; Katalizör, 47; Katyon, 16; Nötron, 12; Ortaklaşım bağ, 18; Periyodik tablo, 50; Polar molekül, 19; Proton, 12; Radyoaktivite, 14; Su gazı, 65 (Karbon monoksit); Yükseltgen, 34.

I. GRUP, ALKALİ METALLER

Periyodik tablonun* **I. grubu**ndaki elementler suyla tepkidiğinde alkalik çözeltiler oluşturduğu için, bunlara **alkali metaller** denir. Hepsinin benzer kimyasal özellikleri vardır, fiziksel özellikleri ise kademeli bir değişim izler. Aşağıdaki çizelgede, bu elementlerin bazı özellikleri verilmektedir.

I. grup elementlerinin bazı özellikleri

Elementin adı	Kimyasal simge	Bağıl atom kütlesi*	Elektron yerleşimi*	Tepkinlik	Görünüm	Kullanım alanları
Lityum	Li	6,94	2,1	BU YÖNDE ARTAR	Gümüşsü beyaz metal	Bkz. altta
Sodyum	Na	22,99	2,8,1		Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Bkz. altta
Potasyum	K	39,10	2,8,8,1		Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Bkz. s. 55
Rubidyum	Rb	85,47	Yerleşimi karmaşıktır, ama dış kabukta bir elektron vardır.		Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Özel cam aynasında
Sezyum	Cs	132,90			Yumuşak, altın parlaklığı olan metal	Fotosellerde* ve katalizör* olarak
Fransiyum	Fr	Bilinen kararlı izotopu* yoktur				

*I. gruptaki elementlerin tümü, atomlarının **dış kabuk**larında* birer elektrona sahiptir. Bu elementler, dış kabuklarındaki elektronu tepkimelerde kolayca kaybedebildiğinden, çok kuvvetli birer **indirgen**dir*. Elektronunu kaybederek +1 yüklü bir iyon haline dönüşen atomları, yeni dış kabuğu artık dolu olduğundan (b. z. **sekizli,** s. 13) daha kararlıdır. I. grup elementlerinin tümü, bu şekilde tepkiyerek **iyon bileşikleri*** oluşturur.*

*Grupta aşağı doğru inildikçe elementlerin suyla tepkimesi giderek daha şiddetli olur ve her biri alkalik çözelti ve hidrojen gazı oluşturur. İlk üç elementi havada matlaşır: **rubidyum** ve **sezyum** ise alev alır. I. grup elementlerinin tümü, tepkinlikleri nedeniyle gazyağı ya da nafta içinde saklanır. Hepsi de bıçakla kolayca kesilebilecek kadar yumuşaktır.*

Bu iki sayfada I. grubun tipik elementleri olan **lityum, sodyum, potasyum** ve bunların bileşikleriyle ilgili daha ayrıntılı bilgi verilmektedir.

Lityum (Li)

Periyodik tablonun I. grubunda tepkinliği en az olan ve katı haldeki en hafif elementtir. Lityum nadir bir elementtir ve az sayıda bileşikte bulunur. Bileşiklerinden, **elektroliz*** yoluyla özütlenir. Havada koyu kırmızı bir alevle yanar: Lityum, klor ile şiddetli tepkiyerek, kaynak tozu olarak ve iklimlendirme aygıtlarında kullanılan, **lityum klorür**ü (**LiCl**) oluşturur. Suyun içine atılan bir lityum parçası, yüzeyde kayarak hafif kabarcıklar çıkarır.

$$2Li(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2LiOH(aq) + H_2(g)$$

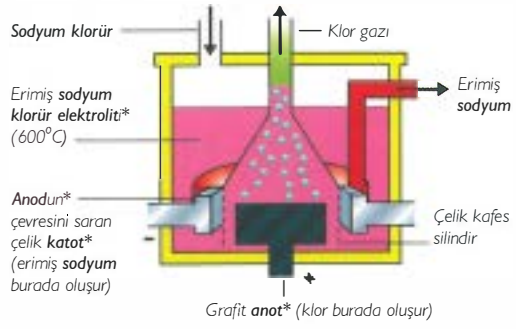
Lityum — Su — Lityum hidroksit — Hidrojen

Tepkime sonrasında çözelti, oluşan lityum hidroksit nedeniyle son derece alkaliktir.

Sodyum (Na)

Periyodik tablonun I. grup elementidir ve bir çok bileşikte bulunur. Ana cevheri **sodyum klorür** içeren **kaya tuzu**dur (ayrıca bkz. **potasyum**). Erimiş sodyum klorürden, bir **Downs hücresi** kullanılarak, **elektroliz*** yoluyla özütlenir: Sodyum havada turuncumsu sarı bir alevle yanar. Ametallerle ve suyla şiddetli tepkir (suyla tepkime denklemi için, **lityum**un suyla tepkime denkleminde, Li sembolünü Na ile değiştiriniz). Sodyum, buhar lambalarında ve soğutucu olarak nükleer enerji santrallerinde kullanılır.

Downs hücresi (sodyumun erimiş sodyum klorürden elektroliz* yoluyla özütlenmesi için kullanılır)



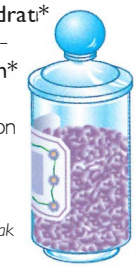
* **Anot,** 42 **(Elektrot); Bağıl atom kütlesi,** 24; **Elektroliz, Elektrolit,** 42; **Elektron yerleşimi,** 13; **Fotosel,** 117; **İndirgen,** 34; **İyon bileşiği,** 17; **İzotop, Dış kabuk,** 13; **Katalizör,** 47; **Katot,** 42 **(Elektrot); Periyodik tablo,** 50.

Sodyum hidroksit (NaOH) ya da kostik soda

Beyaz renkli ve **sulanan*** (nem çekerek eriyen) bir katıdır. **Tuzlu su**yun (bkz. **sodyum klorür**) **elektroliz*** edilmesiyle üretilir. **Kuvvetli baz**dır* ve asitlerle tepkiyerek bir sodyum **tuz**u* ve su oluşturur. Sabun ve kâğıt yapımında kullanılır.

Sodyum karbonat (Na_2CO_3)

Beyaz renkli bir katıdır ve suda çözünerek bir alkalik çözelti oluşturur. Sodyum karbonatın **hidratı*** olan **çamaşır sodası** ($Na_2CO_3.10H_2O$ – ayrıca bkz. s. 93), beyaz renkli, **çiçekleşen*** (efloresan) kristaller halindedir ve amonyak, su ve **sodyum klorür**ün karbon dioksitle tepkimeye sokulması yoluyla üretilir **(Solvay yöntemi).**



Çamaşır sodası** cam yapımında, **su yumuşatıcısı olarak ve banyo tuzlarında kullanılır.*

Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) ya da sodyum hidrojenkarbonat

Solvay yöntemiyle (bkz. sodyum karbonat) üretilen beyaz renkli bir katıdır. Suda eridiğinde zayıf alkalik bir çözelti oluşturur.



Sodyum bikarbonat** hamur pişirmede kabartma tozu olarak kullanılır. Bu bileşiğin, pişerken açığa çıkardığı karbon dioksit gazı hamuru kabartır. Ayrıca, sindirim sorunlarında **antasit olarak da kullanılır.*

$$2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

Sodyum bikarbonat — Sodyum karbonat — Su — Karbon dioksit

Sodyum klorür (NaCl) ya da tuz

Deniz tuzunda ve **kaya tuzu**nda (bkz. **sodyum**) bulunan beyaz renkli bir katıdır. Suda eridiğinde **tuzlu su** oluşturur. **Sodyum hidroksit** ve **sodyum karbonat** üretiminde kullanılır.



***Sodyum klorür** yiyecek maddelerini korumak ve tatlandırmak için (sofra tuzu) kullanılır.*

Sodyum nitrat ($NaNO_3$) ya da Şili güherçilesi

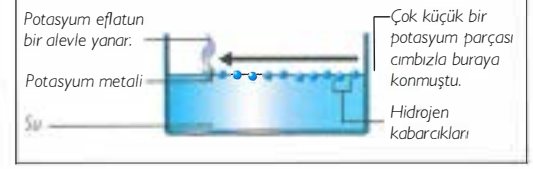
Gübre ve gıda koruyucusu olarak kullanılan beyaz renkli bir katıdır.

* **Antasit,** 116; **Elektroliz,** 42; **Hidrat,** 40; **Kuvvetli baz,** 38; **Nötr,** 37; **Sulanan, Çiçekleşen,** 92; **Su yumuşatıcıları,** 93; **Tuzlar,** 39.

Potasyum (K)

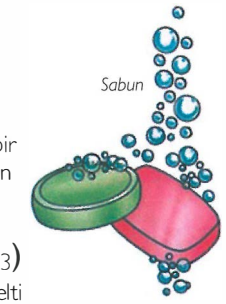
Periyodik tablonun I. grup elementlerinden biridir. Potasyum bileşikleri deniz suyunda ve **kaya tuzu**nda (**potasyum klorür** halinde, ayrıca bkz. **sodyum**) bulunur. Potasyum, erimiş potasyum klorürden **elektroliz*** yoluyla özütlenir. Çok tepkindir, klorla ve suyla şiddetli tepkir (suyla tepkime denklemi için, **lityum**un suyla tepkime denkleminde, Li sembolünü K ile değiştiriniz). Kullanım alanı kısıtlı olmakla birlikte bazı bileşikleri önemlidir.

***Potasyum**un suyla tepkimesi. Potasyum metali suyun üzerinde cızırdayarak kayar ve o kadar çok ısı çıkarır ki oluşan hidrojen alevler çıkararak yanar.*



Potasyum hidroksit (KOH) ya da kostik potas

Beyaz renkli ve **sulanan*** bir katıdır. **Kuvvetli baz**dır*, asitlerle tepkiyerek bir potasyum **tuz**u* ve su oluşturur. Sabun yapımında kullanılır (bkz. s. 88).



Potasyum karbonat (K_2CO_3)

Suda çok kolay çözünerek alkalik çözelti oluşturan beyaz renkli bir katıdır. Cam, boya ve sabun yapımında kullanılır.

Potasyum klorür (KCl)

Suda çözünen beyaz renkli bir katıdır. Deniz suyunda ve **kaya tuzu**nda (bkz. **potasyum**) bolca bulunur. Gübrelerde ve **potasyum hidroksit** üretiminde kullanılır.

Potasyum nitrat (KNO_3) ya da güherçile

Suda çözünerek **nötr*** çözelti oluşturan beyaz renkli bir katıdır. Gübre ve patlayıcı yapımında ve etleri korumakta kullanılır.



*Barut ve bazı dinamit türleri **potasyum nitrat** içerir.*

Potasyum sülfat (K_2SO_4)

Suda çözünerek **nötr*** çözelti oluşturan beyaz renkli bir katıdır. Değerli bir gübredir.

II. GRUP, TOPRAK ALKALİ METALLER

Periyodik tablonun* **II. grubu**ndaki elementlere **toprak alkali metaller** adı verilir. Bunların fiziksel özellikleri belli eğilimler gösterir, kimyasal özellikleri ise **berilyum** dışında birbirine benzer. I. grup elementlerine kıyasla daha az da olsa hepsi tepkindir. Aşağıdaki çizelgede, bu grubun elementlerinin bazı özellikleri verilmektedir. II. grubun tipik elementleri olan **magnezyum, kalsiyum** ve bunların bileşikleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgi, bu iki sayfada verilmektedir.

II. grup elementlerinin bazı özellikleri

Elementin adı	Kimyasal simge	Bağıl atom kütlesi*	Elektron yerleşimi*	Tepkinlik	Görünüm	Kullanım alanları
Berilyum	Be	9,01	2,2	BU YÖNDE ARTAR	Sert, beyaz metal	Hafif, korozyona dayanıklı **alaşım**larda*
Magnezyum	Mg	24,31	2,8,2		Gümüşsü beyaz metal	Bkz. altta
Kalsiyum	Ca	40,31	2,8,8,2		Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Bkz. sağda
Stronsiyum	Sr	87,62	Yerleşimi karmaşıktır, ama dış kabukta iki elektron vardır.		Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Havai fişeklerde
Baryum	Ba	137,34			Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Havai fişeklerde ve tıpta
Radyum	Ra	Nadir **radyoaktif*** metal			Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Bir izotopu* kanser tedavisinde

*II. gruptaki elementlerin tümü, atomlarının **dış kabuk**larında* ikişer elektrona sahiptir. Bu elementler, dış kabuklarındaki elektronları tepkimelerde kolayca kaybedebildiğinden, iyi birer **indirgen**dir*. Elektronlarını kaybederek +2 yüklü bir iyon haline dönüşen atomları, yeni dış kabuğu artık dolu olduğundan (bkz. **sekizli**, s. 13) daha kararlıdır. II. grup elementlerinin tümü bu şekilde tepkiyerek **iyon bileşikleri*** oluşturur, ancak bazı **berilyum** bileşikleri **ortaklaşım*** özellikleri gösterir.*

*Grupta aşağı doğru inildikçe, elementler suyla ve oksijenle daha kolay tepkir (bkz. **magnezyum** ve **kalsiyum**). Hepsi havada **matlaşır***, ancak **baryum** hem suyla hem de oksijenle şiddetli tepkidiğinden gazyağı ya da nafta içinde saklanır.*

Magnezyum (Mg)

Periyodik tablonun II. grup elementlerindendir. Başta **dolomit**te ($CaCO_3.MgCO_3$ – magnezyum ve **kalsiyum karbonat**tan oluşan bir kayaç) ve deniz suyunda bulunan **magnezyum klorür** ($MgCl_2$) olmak üzere, doğada yalnızca bileşikler halinde bulunur. Magnezyum, erimiş magnezyum klorürün **elektrolizi*** ile elde edilir. Havada parlak beyaz bir alevle yanar:

$$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$$
Magnezyum + Oksijen → Magnezyum oksit

***Magnezyum** seyreltik asitlerle hızla tepkir:*

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$$
Magnezyum + Hidroklorik asit → Magnezyum klorür + Hidrojen

Magnezyum alaşım**larda* kullanılır, örn. uçak yapımında. Ayrıca bitkilerin **fotosentezi için de gereklidir (ışık enerjisini soğuran yaprak pigmenti **klorofil**de bulunur).*



$$Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(s)$$
Magnezyum + Klor → Magnezyum klorür

Magnezyum klorun içinde şiddetle yanar (bkz. üstte), soğuk suyla yavaş, su buharıyla ise hızlı tepkir (bkz. altta).

$$Mg(s) + H_2O(g) \rightarrow MgO(s) + H_2(g)$$
Magnezyum + Su buharı → Magnezyum oksit + Hidrojen

* **Alaşım**, 116; **Bağıl atom kütlesi**, 24; **Elektron yerleşimi**, 13; **Elektroliz**, 42; **Fotosentez**, 95; **İndirgen**, 34; **İyon bileşiği**, 17; **İzotop**, **Dış kabuk**, 13; **Matlaşma**, 117; **Ortaklaşım bileşikler**, 18; **Periyodik tablo**, 50; **Radyoaktivite**, 14.

Magnezyum hidroksit ($Mg(OH)_2$)



Suda yalnızca biraz çözünebilen beyaz renkli bir katıdır. Bir **baz*** olduğundan asitleri **nötr**leştirir*.

***Magnezyum hidroksit** mide bozukluğunda, özellikle de sindirim zorluğunda kullanılan **antasit**lerde* kullanılır.*

Magnezyum sülfat ($MgSO_4$)

Müshil olarak tıpta, deri sepileme işleminde ve yangın koruyucu olarak kullanılan beyaz renkli bir katıdır.

Magnezyum oksit (MgO)

Suda biraz çözünebilen beyaz renkli bir katıdır. Bir **baz**dır* ve asitlerle tepkidiğinde magnezyum **tuz**ları* oluşturur. Erime noktası çok yüksektir ve bazı fırınların iç kaplamasında kullanılır.

$$MgO(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2O(l)$$
Magnezyum oksit + Hidroklorik asit → Magnezyum klorür + Su

Kalsiyum (Ca)

Periyodik tablonun II. grubundaki bir elementtir. Doğada birçok bileşiğin içinde bulunur (örneğin sütte, kemiklerde ve yerkabuğundaki bileşiklerde). Kalsiyum, bileşiklerinin **elektrolizi*** yoluyla, bileşiklerinden özütlenir. Oksijende kırmızı bir alevle yanar. Soğuk suyla kolayca, seyreltik asitlerle ise çok hızlı tepkimeye girer (denklemler için, **magnezyum**un denklemlerindeki Mg sembolünü Ca ile değiştiriniz). Kalsiyum, yüksek nitelikli çelik yapımında ve uranyum üretiminde kullanılır



***Kalsiyum** bileşikleri kemiklerde ve dişlerde bulunur.*

Kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$) ya da **sönmüş kireç**

Suda biraz çözünerek **kireç suyu** oluşturan beyaz renkli bir katıdır. Kireç suyu zayıf bir alkaliktir ve karbon dioksit deneyinde kullanılır (bkz. s. 104). Kalsiyum hidroksit harçlarda ve toprağın asit fazlalığını gidermekte kullanılır.

Kalsiyum sülfat

Doğada hem **anhidrit kalsiyum sülfat** ($CaSO_4$), hem de alçıtaşı ($CaSO_4.2H_2O$) olarak bulunan beyaz renkli bir katıdır. Alçıtaşı ısıtıldığında alçı elde edilir.

Bir hayvanın ayak izi kalıbının çıkarılmasında kullanılan alçı



Kalsiyum oksit (CaO) ya da **sönmemiş kireç**

En basit adıyla kireç olarak bilinen, beyaz renkli bir katıdır. Bir **baz**dır* ve **kalsiyum karbonat**ın bir kireç fırınında ısıtılmasıyla elde edilir.

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$
*Kalsiyum karbonat ⇌ (**Tersinir tepkime***) Kalsiyum oksit + Karbon dioksit*

***Kalsiyum oksit, kalsiyum karbonat** ve **kalsiyum hidroksit**, toprağın asit fazlalığını gidermek için kullanılır.*



Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$)

Doğada **kireçtaşı, tebeşir, mermer** ve **kalsit** gibi bileşiklerde bulunan beyaz renkli ve çözünmez bir katıdır. Kalsiyum karbonat, **kalsiyum oksit** yapımında, çimento üretiminde ve yapılarda taş olarak kullanılır.



***Kalsiyum oksit** (CaO) ya da **sönmemiş kireç** En basit adıyla kireç olarak bilinen, beyaz renkli bir katıdır. Bir **baz**dır* ve **kalsiyum karbonat**ın bir kireç fırınında ısıtılmasıyla elde edilir.*

Kireçtaşı**nın suda çözünmesiyle oluşan **kalsiyum bikarbonat, geçici sertliğe neden olur*

$$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$$
Kalsiyum karbonat + Su + Karbon dioksit → Kalsiyum bikarbonat

Kalsiyum klorür ($CaCl_2$)

Beyaz renkli, **sulanan*** ve suda çözünen bir katıdır. **Kurutucu madde*** olarak kullanılır.

* **Antasit**, 116; **Baz**, 37; **Elektroliz**, 42; **Geçici sertlik**, 93; **Kurutucu madde**, 116; **Nötrleşme**, 37; **Sulanan**, 92; **Tersinir tepkime**, 48; **Tuzlar**, 39.

GEÇİŞ METALLERİ

Geçiş metallerinin bazı ortak özellikleri vardır – bunlar sert, dayanıklı, parlak, **dövülgen*** ve **sünek**tir*. Isıyı ve elektriği **iletirler***, erime noktaları, kaynama noktaları ve yoğunlukları yüksektir. Geçiş metalleri, çözeltide renkli olan **karmaşık iyon**lar* oluşturur. Ayrıca birden çok olası değerlikleri vardır, örneğin Fe^{2+} ve Fe^{3+}. Geçiş metallerinin birçok kullanım alanı vardır, bazıları bu iki sayfada verilmektedir. (Demir, bakır ve çinkoyla ilgili bilgiler s. 60-61'de verilmektedir.) **İç geçiş dizileri**ndeki elementler hem çok nadir hem de genellikle kararsız olduğu için, burada gösterilmemiştir.

21 **Sc** Skandiyum 45	22 **Ti** Titan 48	23 **V** Vanadyum 51	24 **Cr** Krom 52	25 **Mn** Mangan 55	26 **Fe** Demir 56	27 **Co** Kobalt 59	28 **Ni** Nikel 59	29 **Cu** Bakır 64	30 **Zn** Çinko 65
39 **Y** İtriyum 89	40 **Zr** Zirkonyum 91	41 **Nb** Niyobyum 93	42 **Mo** Molibden 96	43 **Tc** Teknesyum 99	44 **Ru** Rutenyum 101	45 **Rh** Rodyum 103	46 **Pd** Paladyum 106	47 **Ag** Gümüş 108	48 **Cd** Kadmiyum 112
57 **La** Lantan 139	72 **Hf** Hafniyum 178.5	73 **Ta** Tantal 181	74 **W** Tungsten 184	75 **Re** Renyum 186	76 **Os** Osmiyum 190	77 **Ir** İridyum 192	78 **Pt** Platin 195	79 **Au** Altın 197	80 **Hg** Cıva 201

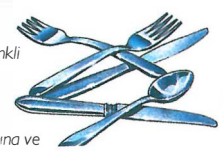
Sc *Skandiyum*
Gümüşsü beyaz renkte, hafif ve çok nadir bir metaldir.

Ti *Titan*
Sağlam, hafif, korozyona dayanıklı ve erime noktaları yüksek olan **alaşım**ların* (örn. uçak kanadı, kalp pili, golf sopası ve mücevher alaşımlarının) yapımında kullanılan bir metaldir.



V *Vanadyum*
Beyaz renkte, sert ve nadir bir metaldir. Çelik **alaşım**ların* (örn. alet yapımında kullanılanların) gücünü ve sertliğini artırmak için kullanılır. **Vanadyum pentoksit** (V_2O_5) sülfürik asidin üretildiği **değme yönteminde*** **katalizör*** olarak kullanılır.

Cr *Krom*
Krom-demir cevheri (kromit) halinde bulunan sert, beyaz renkli bir metaldir. Çelik nesnelerin üzerinde korozyon önleyici kaplama olarak ve paslanmaz çelik yapımında kullanılır. Otomobil parçalarına, bisiklet gidonlarına ve çatal bıçaklara krom kaplama uygulanır.



Mn *Mangan*
Sert, kırılgan, kırmızımsı beyaz renkte bir metaldir. **Pirolüsit** (MnO_2) cevherinde bulunur. Çelik ve tunç gibi birçok **alaşım**da* kullanılır.

Fe *Demir*
Çok çeşitli kullanım alanları vardır. Bazıları sayfa 60'ta verilmektedir.

Co *Kobalt*
Sert ve gümüşsü beyaz renkte, manyetik bir metaldir. Kükürt ve arsenikle bileşik halinde bulunur. **Alaşım**larda* (örn. **demir**le birlikte mıknatıs yapımında) kullanılır. **Radyoizotop**u* kanser tedavisinde, **kobalt(II) klorür** ($CoCl_2$) bileşiği ise su deneyinde (bkz. s. 104) kullanılır. Kobalt, cama ve seramiğe mavi renk vermek için kullanılır.



Ni *Nikel*
Nikel sülfür (NiS) olarak bulunan bir manyetik metaldir. **Katalizör*** olarak, **alaşım**larda*, **elektrolitik kaplama**da* ve yeniden doldurulabilen pillerde kullanılır. Nikelin bir **alaşım***, madeni para ve paslanmaz çelik yapımında kullanılır.



Cu *Bakır*
Çok çeşitli kullanım alanları vardır. Bazıları sayfa 61'de verilmektedir.

Zn *Çinko*
Çok çeşitli kullanım alanları vardır. Bazıları sayfa 61'de verilmektedir.

* **Alaşım**, 116; **Değme yöntemi**, 71; **Dövülgen**, 117; **Elektrolitik kaplama**, 43; **İletkenlik**, 116 (İletken); **Karmaşık iyon**, 40 (Karmaşık tuz); **Katalizör**, 47; **Radyoizotop**, 14; **Sünek**, 116.

Y *İtriyum*
Lazer kristallerinde kullanılan ve alüminyumdan yapılan yüksek gerilim elektrik iletim hatlarına **iletkenliği*** artırmak için katılan bir metaldir.



Zr *Zirkonyum*
Alaşımlarda*, **aşındırıcı**larda*, yangın koruyucularda ve nükleer reaktörlerde **nötron*** soğurucusu olarak kullanılan nadir bir metaldir.

Nb *Niyobyum*
Gri renkli, nadir bir metaldir. Paslanmaz çeliğin yüksek sıcaklıklarda korozyona dayanımını artırmak için az miktarda kullanılır. **Alaşım**ları* jet motorlarında ve roketlerde kullanılır.



Mo *Molibden*
Alaşımlarda* (örn. özel çeliklerde) kullanılan beyaz, sert bir metaldir. Ayrıca bilyeli yataklarda ve lamba filamanlarında da kullanılır.

Tc *Teknesyum*
Yalnızca uranyumun **çekirdek bölünmesi*** (fisyon) sonucunda oluşan kararsız bir **izotop*** halinde bulunan bir metaldir. Tıpta, tümörlerin yerlerini belirlemek için kullanılır.

Ru *Rutenyum*
Sert ve kırılgan bir metaldir. **Alaşım**larda* ve **katalizör*** olarak kullanılır.

Rh *Rodyum*
Sert, gümüşsü beyaz ve **platin**le bir arada bulunan bir metaldir. **Katalizör*** olarak, **alaşım**larda* ve ince tabakalar halinde, özel aynaların yapımında kullanılır.

Pd *Paladyum*
Gümüşsü beyaz bir metaldir. **Alaşım**larda*, telefon rölelerinde ve özel cerrahi aygıtlarda kullanılır. Otomobil egzoz sistemlerinde **platin**le birlikte **katalizör*** olarak, karbon monoksit ve **hidrokarbonları*** azaltmakta kullanılır.

Ag *Gümüş*
Yumuşak, beyaz renkte bir metaldir. Bazen başka elementlerle (örn. kükürtle) bir arada bulunur. **Alaşım**larda*, kuyumculukta, madeni paralarda ve **elektrolitik kaplama**da* kullanılır. Gümüş **halojenürleri*** fotoğrafçılıkta kullanılır.

Cd *Kadmiyum*
Yumuşak, gümüşsü beyaz renkte ve **çinko** ile bir arada bulunan bir metaldir. Erime noktaları düşük olan **alaşım**ların* yapımında, nükleer reaktörlerin **denetleme çubukları**nda* ve yeniden doldurulabilen nikel-kadmiyum pillerde kullanılır. Kadmiyum bileşikleri, plastik, boya ve seramikte yeşil, turuncu ve kırmızı pigment olarak kullanılır.



La *Lantan*
Özellikleri alüminyumla benzerlik gösteren bu element, **atom numaraları*** 57-71 arasında olan nadir metalik elementler (**lantanitler**) grubunun üyesidir. **Lantan oksit** (La_2O_3) kamera merceklerinde kullanılır.



Hf *Hafniyum*
Nükleer reaktörlerde **nötron**ların* soğurulması için **denetleme çubukları**nda* ve kesici aletlerin yapıldığı **alaşım**larda* kullanılan bir metaldir.

Ta *Tantal*
Açık gri, nadir bir metaldir. Elektrik lambalarının filamanlarında ve **alaşım**larda* kullanılır. Ayrıca cerrahide, vücuttaki bazı parçaların yerine de kullanılır (örn. kafatası plakaları olarak ve sinir uçlarını birleştirmede).

W *Tungsten*
Korozyona karşı dayanıklı, gri ve sert bir metaldir. Aletlerin ve lamba filamanlarının yapıldığı **alaşım**larda* kullanılır.

Re *Renyum*
Sert, ağır, gri bir metaldir. Isıl çiftlerde, **katalizör*** olarak ve **oktan sayısı*** yüksek olan düşük kurşunlu ve kurşunsuz benzin* üretiminde kullanılır. **Tungsten**le* bir **alaşım*** flaş ampullerinde kullanılır.

Os *Osmiyum*
Sert, beyaz bir kristalin metaldir ve bilinen en yoğun elementtir. **Platin**le bir arada bulunur ve hem platin hem de **iridyum**la birlikte **alaşım**larda* kullanılır (örn. elektrik kontaklarında). **Osmiyum tetraoksit** (OsO_4) eklem iltihabı tedavisinde kullanılır.

Ir *İridyum*
Nadir, sert, eylemsiz ve platine benzeyen bir metaldir. **Platin**le bir arada bulunur. Tıpta tümörlerin kontrol altına alınması için **radyoaktif*** implantlarda ve platinle birlikte kalp pillerinde kullanılır. Mürekkep kalem uçlarının yapıldığı bir **alaşım**da* da bulunur.

Pt *Platin*
Sert, gümüşsü beyaz bir metaldir. **Katalizör*** olarak, elektrik kontaklarının yapımında, kuyumculukta ve insan kemiklerini birbirine tutturmak için çivi, plaka ya da menteşe gibi çeşitli şekillerde kullanılır. Ayrıca, **iridyum**la birlikte kalp pillerindeki tel **elektrot**larda* da kullanılır.

Au *Altın*
Yumuşak, sarı, parlak bir metaldir. Eylemsizdir ve genellikle tek başına bulunur. En önemli altın rezervleri Güney Afrika ve Rusya'da bulunur. Altın, yalnızca çok kuvvetli **yükseltgen**lerle* (örn. klor) ve belirli asit karışımlarıyla tepkimeye girer. **Gümüş** ve **bakır**la birlikte **alaşım**larda* dayanıklılığı artırmak için kullanılır. Bu alaşımlar kuyumculukta, madeni paralarda ve dişçilikte kullanılır. Saf altın (24 kırat) kuyumculukta kullanılır.

Hg *Cıva*
Zehirli, gümüşsü beyaz ve sıvı halde bir metaldir. Doğada daha çok **sülüğen** (kırmızı cıva sülfürü - HgS) olarak bulunur. Termometrelerde, barometrelerde, lambalarda ve **amalgam*** olarak dişçilikte kullanılır.

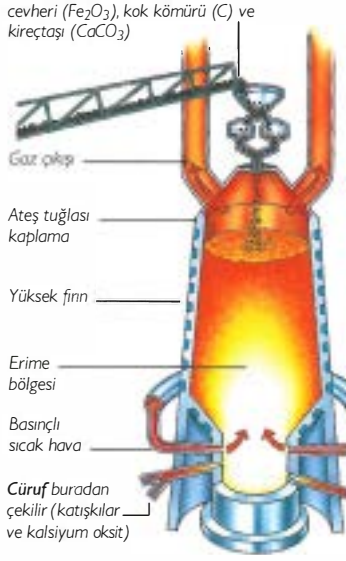
* **Aşındırıcı**, **Alaşım**, **Amalgam**, 116; **Atom numarası**, 13; **Benzin**, 85; **Çekirdek bölünmesi**, 15; **Denetleme çubukları**, 116; **Elektrolitik kaplama**, 43; **Elektrot**, 42; **Halojenürler**, 72; **Hidrokarbonlar**, 76; **İletkenlik**, 116 (İletken); **İzotop**, 13; **Katalizör**, 47; **Nötron**, 12; **Oktan sayısı**, 85; **Radyoaktivite**, 14; **Yükseltgen**, 34.

DEMİR, BAKIR VE ÇİNKO

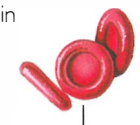
Demir (Fe)

Periyodik tablonun* 4. periyodunda bulunan bir **geçiş metali**dir*. Hayli yumuşak, beyaz, magnetik bir metaldir. Doğada yalnızca bileşik halinde bulunur. Başlıca cevherlerinden biri **hematit**tir (ya da **demir(III) oksit** – Fe_2O_3) ve bu cevherden bir **yüksek fırın**da özütlenir. Demir, girdiği tepkimelerde hem **iyon bileşikleri*** hem de **ortaklaşım bileşik**ler* oluşturur. Nemli havayla tepkidiğinde **pas** oluşur. Çok ince demir talaşı haline getirildiğinde havada yanar. Seyreltik asitlerle tepkir. **Elektrokimyasal sıralama**da* hidrojenin üstündedir.

Demirin bir yüksek fırında özütlenmesi



Yüksek fırından elde edilen demire **pik demir** adı verilir. Yaklaşık % 5 karbon ve % 4 diğer katışkıları (örn. kükürt) içerir. Pik demirin büyük bölümü **çeliğe**, bir kısmı **dövme demir**e (katışkılar **yükseltgenerek***), birazı da hurda çelikle yeniden eritilerek **dökme demir**e dönüştürülür. Demir, kandaki alyuvarlar için gerekli olduğundan beslenmede önemli bir yere sahiptir.

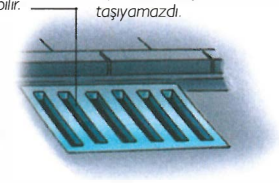


Demir olmasaydı alyuvarlar oksijeni taşıyamazdı.



Kanalizasyon ızgaraları **dövme demir**den yapılır.

***Dökme demir**, vinç kancalarının ve çapa zincirlerinin yapımında kullanılır.*



Çelik

Demir ve karbondan üretilen bir **alaşım**dır*. Karbon miktarı genellikle % 1,5'in altındadır. Karbon, alaşıma dayanıklılık ve sertlik verir, ancak **dövülgenliğini*** ve **sünekliğini*** azaltır. Çeliğe belirli özellikler kazandırmak amacıyla, çoğunlukla belli miktarlarda **geçiş metalleri*** katılır (örneğin, korozyona dayanıklı **paslanmaz çeliğin*** içinde % 11 - 14 oranında krom vardır). Çelik genellikle **bazik oksijen yöntemi** ile üretilir. Hurda çelik, erimiş demir ve kireç bir fırının içine doldurulur ve katışkıların **yükseltgenmesi*** için basınçlı oksijen verilir.

***Çelik** birçok maddenin yapımında kullanılır. Bu çelik tel ataşlar % 0,08 kadar karbon içerir.*

Demir(II) bileşikleri

Fe^{2+} iyonları içeren demir bileşikleridir, örneğin **demir(II) klorür ($FeCl_2$)**. Bunların çözeltisi yeşildir.

Demir(III) bileşikleri

Fe^{3+} iyonları içeren demir bileşikleridir, örneğin **demir(III) klorür ($FeCl_3$)**. Bunların çözeltisi sarı ya da turuncudur.

Pas ($Fe_2O_3.xH_2O$) ya da hidratlı demir(III) oksit

Demirin, su ve havayla tepkimeye girmesinden oluşan kahverengi bir katıdır (bkz. **korozyon**, s. 95). Formüldeki "x" su moleküllerinin sayısının değişken olduğunu belirtir. Demir ve **çelik, galvanizleme** yöntemi (bir **çinko** katmanıyla kaplama) ile pastan korunabilir (ayrıca bkz. **katodik koruma**, s. 45). Yüzeydeki çinko havada **yükseltgenir*** (oksitlenir) ve alttaki çinkoyla demirin oksitlenmesini önler. Galvanize edilmiş otomobiller diğerlerine göre daha uzun süre paslanmadan kalır.

*Galvanize edilmemiş bir otomobili paslanmaktan koruyan yalnızca boya katmanıdır ve galvanize edilmiş olandan çok daha çabuk paslanır. Yine de pasın genişlemesini durdurmak amacıyla, **fosforik asit*** kullanılabilir. Motor parçalarına, pastan korumak için gres sürülür.*

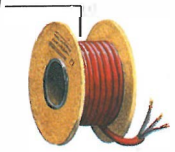


* **Alaşım**, 116; **Dövülgenlik**, 117 (**Dövülgen**); **Elektrokimyasal sıralama**, 45; **Fosforik asit**, 68 (**Fosfor pentoksit**); **Geçiş metalleri**, 58; **İndirgenme**, 34; **İyon bileşiği**, 17; **Ortaklaşım bileşikler**, 18; **Periyodik tablo**, 50; **Süneklik**, 116 (**Sünek**); **Tersinir tepkime**, 48; **Yükseltgenme**, 34.

Bakır (Cu)

Periyodik tablonun* 4. periyodunda bulunan bir **geçiş metali**dir*. Kırmızımsı kahverengi, yumuşak ama sağlam bir metaldir. Doğada bazı kayaçlarda bulunur, örneğin **bakır piritleri ($(CuFe)S_2$)** ve **malakit ($CuCO_3.Cu(OH)_2$)**. Bakır piritlerinden bakırın özütlenmesi için cevher önce kırılıp toprağından ayrılır, daha sonra silis içeren kısıtlı miktardaki hava ile kavurma işlemi yapılır. Demir, silisle birleşerek **cüruf** oluşturur. Kükürt ise yanarak kükürt dioksit halinde atılır. Elde edilen bakır **elektrolitik arıtma*** yoluyla daha da saflaştırılır. Bakır eylemsiz bir metaldir ve havada çok yavaş bir şekilde **matlaşarak*** yeşil renkte ince bir **bazik bakır sülfat ($CuSO_4.3Cu(OH)_2$)** yüzey katmanı oluşturur. Bakır, **elektrokimyasal sıralama**da* hidrojenin altındadır. Suyla, seyreltik asitlerle ve alkalilerle tepkimez, fakat derişik nitrik asit ve derişik sülfürik asitle tepkir. (Ayrıca bkz. s. 105.)

***Bakır,** gümüş kadar olmasa da çok iyi bir elektrik iletkenidir, bu nedenle elektrik devrelerindeki tellerin yapımında kullanılır. Yumuşak ama dayanıklı olduğundan su tesisatı ve kalorifer sistemlerindeki borularda da kullanılır.*



*Birçok **alaşım**da* kullanılır, örneğin, **çinko**yla birlikte **pirinç**, kalayla birlikte **tunç** ("bakır" para) ve nikelle birlikte **kupronikel** ("gümüş" para) alaşımlarında.*



*Bakır ve altından oluşan bir **alaşım***, kuyumculukta kullanılır. Bakır miktarı arttıkça altının kıratı azalır (saf altın 24 kırattır).*



Bakır(I) bileşikleri

Cu^+ iyonları içeren bileşiklerdir, örneğin **bakır(I) oksit (Cu2O) ve bakır(I) klorür (CuCl). Bakır(I)** bileşikleri suda çözünmez.

***Bakır(I) oksit** (Cu_2O) cam ve boya yapımında kullanılır*



Bakır(II) bileşikleri

Cu^{2+} iyonları içeren bileşiklerdir, örneğin **bakır(II) sülfat** ve **bakır(II) klorür. Bakır(I)** bileşiklerinden daha yaygın olan bakır(II) bileşikleri, suda çözünerek açık mavi renkte çözeltiler oluşturur. **Bakır(II) sülfat**ın **($CuSO_4$)** birçok kullanım alanı vardır, örneğin boyamacılık ve **elektrolitik kaplama***. Tarımda ise, meyve ve sebzelerin üzerinde oluşan küfü gidermek üzere **Bordo bulamacı** olarak bilinen çözeltide kullanılır. (Ayrıca bkz. su deneyi, s. 104.) **Bakır(II) klorür ($CuCl_2$) petrol**deki* kükürdün alınmasında kullanılır.

***Bakır(II) klorür**, havai fişeklerde yeşil renk elde etmek için kullanılır.*



Çinko

Periyodik tablonun* 4. periyodunda bulunan bir elementtir. Gümüşsü renkte, yumuşak ve havada **matlaşan*** bir metaldir. Fazla tepkin olduğundan doğada tek başına bulunmaz. Başlıca cevherleri **çinko sülfür (ZnS), kalamin ($ZnCO_3$)** ve **zinkittir (ZnO)**. Çinkonun özütlenmesinde, cevher önce kavrularak **çinko oksit (ZnO)** elde edilir, daha sonra kok kömürüyle ısıtılarak **indirgenir***. Çinko, **elektrokimyasal sıralama**da* hidrojenin üzerindedir. Oksijenle, akkor halindeyken su buharıyla ve asitlerle tepkimeye girer. Demir ve çeliğin **pas**tan korunması amacıyla, kaplama malzemesi olarak kullanılır (ayrıca bkz. **galvanizleme**, s. 60 ve **katodik koruma**, s. 45). Başta **pirinç** (bakır ve çinko) olmak üzere **alaşım**larda* da kullanılır.

***Çinko oksit**, derideki tahriş durumlarına (örn. bebek bezinden oluşan pişiklere) karşı koruyucu bir kremde kullanılır.*



***Çinko**, pillerde kullanılır.*



* **Alaşım**, 116; **Elektrokimyasal sıralama**, 45; **Elektrolitik kaplama, Elektrolitik arıtma**, 43; **Geçiş metalleri**, 58; **İndirgenme**, 34; **Matlaşma**, 117; **Periyodik tablo**, 50; **Petrol**, 84.

III. GRUP ELEMENTLERİ

Periyodik tablonun* **III. grup** elementleri, genel olarak I ve II. gruptaki elementler kadar tepkin değildir ve tepkinlikleri genel bir eğilim göstermez. Grubun ilk elementi bir ametaldir. Bu elementlerin bazı özellikleri aşağıdaki çizelgede, **alüminyum** ve bileşikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi ise daha aşağıda verilmektedir. Bu grubun en yaygın kullanılan elementi alüminyumdur.

III. grup elementlerinin bazı özellikleri

Elementin adı	Kimyasal simge	Bağıl atom kütlesi*	Elektron yerleşimi*	Tepkinlik	Görünüm	Kullanım alanları
Bor	B	10,81	2,3	EĞİLİM YOKTUR	Kahverengi toz veya sarı kristaller	**Denetleme çubuklarında*** camda ve çeliği ertleştirmede
Alüminyum	Al	26.98	2,8,3		Beyaz metal	Bkz. altta
Galyum	Ga	69,72	Yerleşimi karmaşıktır; ama dış kabukta üç elektron vardır.		Gümüşsü, beyaz metal	**Yarıiletkenlerde***
İndiyum	In	114,82			Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	**Denetleme çubuklarında*** ve saydam elektrotlarda
Talyum	Tl	204,37			Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Fare zehrinde

*Tüm III. grup elementlerinin atomları, dış kabukta üç elektrona sahipse de, bu elementler tepkimeye girdiklerinde farklı türde bileşikler oluşturur. **Bor**un tüm, **alüminyum**un bazı bileşikleri **ortaklaşım bileşik**tir*, diğer elementler ise çoğunlukla **iyon bileşikleri*** oluşturur.*

Alüminyum (Al)

Periyodik tablonun III. grubunda bulunan bir elementtir. Dünya'da en yaygın olarak bulunan metaldir ve doğada birçok bileşikte bulunur, örn. **elektroliz*** yoluyla özütlendiği **boksit** (bkz. **alüminyum oksit**) cevherlerinden biridir. Alüminyum sert, hafif, **sünek*** **dövülgen*** ve iyi bir ısı ve elektrik iletkenidir. Havadaki oksijenle tepkiyerek korozyonu durduran bir **alüminyum oksit** katmanı oluşturur. Klor, seyreltik asitler ve alkalilerle de tepkimeye girer.

Alüminyum ve alaşımlarının* bazı kullanım alanları

İnce alüminyum yaprakları, yiyecek maddelerini (çikolata) sarmakta kullanılır. Meşrubat kutularının yapımında da kullanılır.



Enerji iletim hatları alüminyumdan yapılır – elektriği ağırlığına göre bakırdan daha iyi iletir.



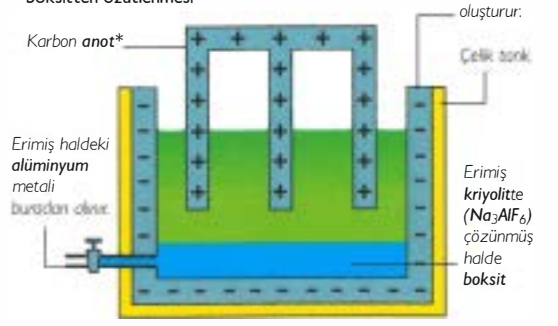
Hafif olması nedeniyle, uçaktan merdivenlere ve bisikletlere kadar birçok şey alüminyumdan yapılır.



Alüminyum oksit (Al_2O_3) ya da alümina

Suda hemen hemen hiç çözünmeyen, beyaz renkli **amfoter*** bir bileşiktir. Doğada **boksit** ($Al_2O_3.2H_2O$ – ayrıca bkz. **alüminyum**) ve çok sert bir kristalin katı olan **korundum** (Al_2O_3) halinde bulunur. Bazı çimentoların yapımında ve fırınların kaplamasında kullanılır.

Alüminyumun elektroliz* yoluyla boksitten özütlenmesi



Alüminyum hidroksit ($Al(OH)_3$)

Suda biraz çözünen, beyaz renkte bir **amfoter*** katıdır. Kumaş boyamada, seramik yapımında ve **antasit*** olarak kullanılır.

Alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$)

Suda çözünen, beyaz renkte bir kristalin katıdır. Su arıtmada ve kâğıt yapımında kullanılır.

* Alaşım, 116; Amfoter, 37; Anot, 42 (Elektrot); Antasit, 116; Bağıl atom kütlesi, 24; Denetleme çubukları, 116; Dövülgen, 117; Elektroliz, 42; Elektron yerleşimi, 13; İyon bileşiği, 17; Katot, 42 (Elektrot); Ortaklaşım bileşikler, 18; Periyodik tablo, 50; Sünek, 116; Yarıiletkenler, 117.

IV. GRUP ELEMENTLERİ

Periyodik tablonun* **IV. grubu**ndaki elementler, genel olarak fazla tepkin değildir ve grupta aşağı doğru inildikçe metal özellikleri artar. Bu elementlerin özellikleri aşağıdaki çizelgede, **silisyum** ve **kurşun**unkiler bu sayfanın alt kısmında, **karbon**unkiler ise s. 64-65'te verilmektedir.

IV. grup elementlerinin bazı özellikleri

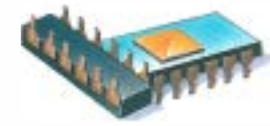
Elementin adı	Kimyasal simge	Bağıl atom kütlesi*	Elektron yerleşimi*	Tepkinlik	Görünüm	Kullanım alanları
Karbon	C	12,01	2,4	EĞİLİM YOKTUR	Katı ametal (bkz. s. 64)	Bkz. s. 64
Silisyum	Si	20,09	2,8,4		Parlak, gri **metalsi*** katı	Bkz. altta
Germanyum	Ge	72,59	Yerleşimi karmaşıktır; ama dış kabukta dört elektron vardır.		Beyazımsı gri **metalsi*** **katı**	Transi torlarda
Kalay	Sn	118,69			Yumuşak, gümüşsü beyaz metal	Kalay kaplamada, örn. konserveler
Kurşun	Pb	207,19			Yumuşak, gümüşsü gri metal	Bkz. altta

*Tüm IV. grup elementlerinin atomları, dış kabukta dört elektrona sahipse de, bu elementler tepkimeye girdiklerinde farklı türde bileşikler oluşturur. Tümü **ortaklaşım bileşikler*** oluştururken, kalay ve kurşun ayrıca **iyon bileşikleri*** de oluşturur.*

Silisyum (Si)

Periyodik tablonun IV. grubundaki bir elementtir. Sert, parlak ve erime noktası yüksek olan gri bir **metalsi**dir*. Silisyum, yerkabuğunda en bol bulunan ikinci elementtir. **Silisyum dioksit** ve **silikatlar** halinde kumda ve kayalarda bulunur. Genellikle eylemsiz olmasına karşın, öğütülerek toz haline getirildiğinde bazı alkalilerle ve elementlerle tepkir.

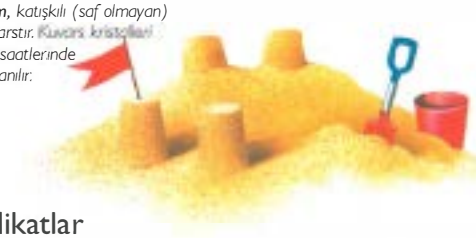
***Silikon** bir **yarıiletken**dir* ve silikon yongaların (mikroelektronik devreler) yapımında kullanılır.*



Silisyum dioksit (SiO_2)

Silisyum(IV) oksit ya da **silis** de denilen, beyaz, çözünmez bir kristalin katıdır. Çeşitli biçimlerde bulunur (örn. **çakmaktaşı** ve **kuvars**). Asiditir ve derişik alkalilerle tepkir. **Silisyum dioksit**in birçok kullanım alanı vardır (örn. cam ve seramik yapımı).

***Kum**, katışkılı (saf olmayan) kuvarstır. Kuvars kristalleri kol saatlerinde kullanılır.*



Silikatlar

Bir metal ve oksijen içeren silisyum bileşikleridir, örneğin **kalsiyum metasilikat** ($CaSiO_3$). Silikatlar yerkabuğunun büyük bir bölümünü oluşturur. Cam ve seramik yapımında kullanılır.

Silikonlar

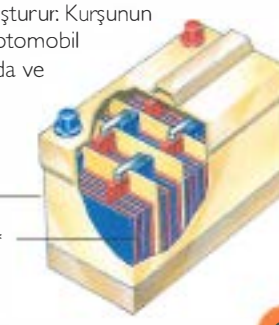
Yapay yollardan elde edilen ve **silisyum**la oksijen atomlarından oluşan uzun zincirler içeren karmaşık bileşiklerdir.

***Silikonlar,** yüksek vasıflı yağlarla greslerde ve yapışmayan yüzeylerde kullanılır. Ayrıca, su itici özelliği nedeniyle mum, cila ve verniklerde kullanılır.*



Kurşun (Pb)

Periyodik tablonun IV. grubunda bulunan bir elementtir. **Galen**den (**kurşun(II) sülfür**) özütlenen yumuşak ve **dövülgen*** bir metaldir. Fazla tepkin olmamasına karşın havada **matlaşır*, yumuşak su**yla* biraz, klor ve nitrik asitle ise yavaş tepkir. **Kurşun(II)** bileşikleri denilen **iyon bileşikleri***, örneğin **kurşun(II) oksit** (PbO); **kurşun(IV)** bileşikleri denilen **ortaklaşım bileşik**ler*, örneğin **kurşun(IV) oksit** (PbO_2) oluşturur. Kurşunun birçok kullanım alanı vardır; otomobil akülerinde, çatı kaplamalarında ve hastanelerde X-ışınlarından korunmak amacıyla kullanılır.



* Bağıl atom kütlesi, 24; Dövülgen, 117; Elektron yerleşimi, 13; Elektrot, 42; İyon bileşiği, 17; Matlaşma, 117; Metalsiler, 51 (Metal); Ortaklaşım bileşikler, 18; Periyodik tablo, 50; Yarıiletkenler, 117; Yumuşak su, 93 (Sert su).

KARBON

Karbon (C) periyodik tablonun* **IV. grubu**nda yer alan bir elementtir (ayrıca bkz. çizelge s. 63). Bir ametaldir ve **elmas, grafit** ve **bukminsterfulleren** gibi birkaç **alotrop**u* vardır. Ayrıca **odun kömürü** denilen **biçimsiz*** (amorf) şekli de bulunur. Karbon fazla tepkin değildir, yalnızca ısıtıldığında su buharıyla ve sıcak **derişik*** sülfürik ve nitrik asitle tepkir (bkz. alttaki denklem). Bir karbon atomu, dört ayrı atomla (başka karbon atomları da olmak üzere) bağ yapabilir. Bu nedenle çok sayıda karbonlu birleşik vardır (bkz. **organik bileşikler**, s. 76). Canlı dokular karbon bileşiklerinden oluşur ve hayvanlar bu bileşikleri parçalayarak açığa enerji çıkarır (bkz. **karbon çevrimi**, s. 95).



Hayvan ve bitki proteinleri karbon, oksijen, hidrojen ve azot içeren bileşiklerdir.

Karbon ve nitrik asit tepkimesinin denklemi:

$$C + 4HNO_3 \rightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$

Karbon — Nitrik asit — Karbon dioksit — Azot dioksit — Su

Karbon ısıtıldığında havada yanarak karbon dioksit oluşturur:

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

Karbon — Oksijen — Karbon dioksit

*Kısıtlı miktarda havanın içinde yandığında **karbon monoksit** oluşturur.*

$$2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$$

Karbon — Oksijen — Karbon monoksit

*Karbon bir **indirgen**dir*. Metallerin **tepkinlik sıralaması**nda* çinkonun altında bulunan bütün metallerin **oksit**lerini* indirger:*

$$C + 2PbO \rightarrow CO_2 + 2Pb$$

Karbon — Kurşun(II) oksit — Karbon dioksit — Kurşun

*Karbon, sanayide metal oksit cevherlerini metallerine indirgemede kullanılır (bkz. **demir,** s. 60).*

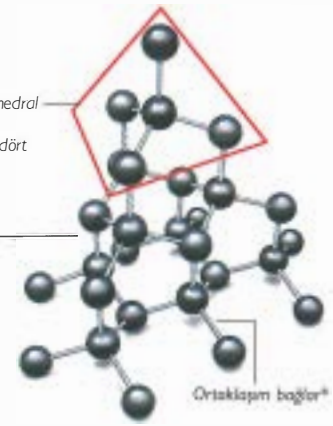


*Elmas, **kimberlit** adı verilen bir kayaçta bulunur. Ham elmas mattır, ama kesildiğinde parlak, değerli taşlar elde edilir.*

Elmas

Karbonun kristalin ve saydam biçimidir. Doğada bulunan en sert maddedir. Tüm karbon atomları güçlü **ortaklaşım bağ**larla* birbirine bağlıdır, sertliği ve yüksek erime noktası (3750°C) bundan kaynaklanır. Elmas **aşındırıcı*** olarak, cam kesmede, kuyumculukta ve matkap uçlarında kullanılır. **Yapay elmas,** çok pahalı bir yöntem olan, **grafit**e yüksek basınç ve sıcaklık uygulanmasıyla üretilir.

Elmasın kristal yapısı



*Her bir karbon atomu, tetrahedral bir yapı oluşturacak şekilde **ortaklaşım bağ**larla* başka dört karbon atomuna bağlıdır.*

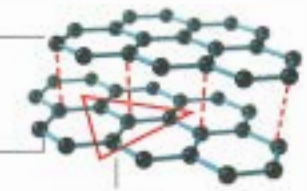
*Elmas, **grafit**ten daha sert ve daha yoğundur.*

*Hem **elmas**ın hem de **grafit**in erime noktaları yüksektir.*

Grafit

Karbonun gri kristalin biçimidir. Her bir katmandaki atomlar birbirine **ortaklaşım bağlarla*** bağlıdır, ancak katmanlar yalnızca zayıf **van der Waals kuvvetleriyle*** bir arada tutulur. Bu nedenle katmanlar birbirinin üzerinde kayabilir, bu da grafite yumuşak ve yapraksı yapısını verir. Grafit, elektriği iyi iletebilen tek ametaldir. Isıyı da iletir. Yağlama maddesi olarak, **elektrolizde*** (**eylemsiz elektrot*** olarak), elektrik motorlarında kontak olarak ve kurşun kalemlerde kullanılır.

Grafitin kristal yapısı



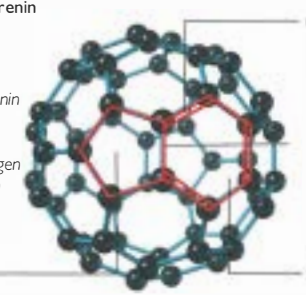
*Her karbon atomundan, aynı katmandaki diğer karbon atomlarına üç **ortaklaşım bağ*** vardır.*

* **Alotroplar,** 22 **(Alotropi); Aşındırıcı,** 116; **Biçimsiz,** 21; **Derişik,** 30; **Dev atom örgüsü,** 23; **Elektroliz,** 42; **Eylemsiz elektrot,** 42; **İndirgen,** 34; **Oksitler,** 69; **Ortaklaşım bağ,** 18; **Periyodik tablo,** 50; **Tepkinlik sıralaması,** 44; **van der Waals kuvvetleri,** 20.

Bukminsterfulleren

Fullerenler grubunun bir üyesidir. Fullerenler, karbonun küre şeklindeki kristalin biçimleridir ve buharlaştırılmış **grafit**in helyum içinde yoğunlaştırılmasıyla elde edilirler. Bukminsterfulleren, doğada yıldızların arasındaki tozda ve karbonca zengin kayaçlarda bulunur. Her molekül altıgenler ve beşgenler halinde dizilmiş olan 60 karbon atomundan oluşur. Altıgenler birbirine çift **ortaklaşım bağ**larla* bağlıdır. (Diğer fullerenler 30 ila 960 karbon atomu içerir.) Bukminsterfulleren bir **yalıtkan*** olmasına karşın, bazı bileşikleri **süperiletken**dir (hiç elektriksel direnci olmayan maddeler).

Bukminsterfullerenin kristal yapısı



*Bukminsterfullerenin bütün molekülleri **ikosahedral** yapıdadır, 20 altıgen ve 12 beşgenden oluşur.*

Kömür

Bitkisel madde kalıntılarının milyonlarca yıl boyunca fosilleşmesiyle oluşan sert ve siyah bir katıdır. Ana maddesi karbon olmakla birlikte hidrojen, oksijen, azot ve kükürt de içerir. Üç tür kömür vardır: **Linyit, antrasit** ve **taşkömürü.** Kömür enerji santrallerinde, sanayide ve evlerde yakıt olarak kullanılır. Önceleri kimyasalların üretildiği önemli bir kaynaktı, ancak bunlar artık büyük ölçüde kömür yerine **petrol**den* elde edilmektedir. Kömürün havasız ortamda yakılmasıyla (**ısıl bozunma**) **havagazı, kömür katranı** ve **kok kömürü**nün yanı sıra amonyak, benzen ve kükürt de elde edilir. Kok kömürü kırılgan ve gözeneklidir, % 80'den fazla karbon içerir ve dumansız yakıt olarak kullanılır (karbonun başka bir katışkılı hali olan o**dun kömürü** gibi).

Karbon elyafı

Organik dokuma elyafından elde edilen siyah renkli ipeksi liflerdir. Aynı ağırlıktaki diğer malzemelerden daha güçlü ve sert olan karbon elyafı, hafif teknelerin yapımında kullanılır.

Karbon dioksit (CO_2)

Atmosferde bulunan renksiz ve kokusuz bir gazdır (bkz. **karbon çevrimi**, s. 95). Sanayide, kalsiyum karbonatın bir kireç fırınında yakılmasıyla elde edilir (laboratuvarda elde edilmesi için bkz. s. 102). Suda çözündüğünde **karbonik asit** (H_2CO_3) oluşur:

$$CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons 2H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

Karbon dioksit — Su — Tersinir tepkime* — Karbonik asit

Karbon dioksit çok tepkin olmamasına karşın, sodyum ve kalsiyum hidroksit çözeltileriyle (bkz. s. 104) tepkir ve magnezyum şeritler karbon dioksit içinde yanar.

***Karbon dioksit**in birçok kullanım alanı vardır: İçeceklerin gazlı olmasını sağlar, şişe ya da kutu açıldığında basınç bir anda azalır ve karbon dioksit açığa çıkar.*



Yangın söndürücülerde kullanılır: Havadan daha yoğun olduğundan, alevlerin üzerinde bir katman oluşturur ve havanın ateşe ulaşmasını engeller.

Karbon monoksit (CO)

Zehirli, renksiz ve kokusuz bir gazdır. **Karbon dioksit**in sıcak karbonun üzerinden geçirilmesiyle ya da karbon yakıtlarının kısıtlı miktarda havanın içinde yakılmasıyla elde edilir. Suda çözünmez, mavi bir alevle yanar ve bir **indirgen**dir* (metal oksit cevherlerini metallerine indirgemekte kullanılır, bkz. **demir,** s. 60). Diğer gazlarla karıştırılarak yakıtlarda da kullanılır (örneğin hidrojenle **su gaz**ında, azotla **üreteç gazı**nda, hidrojen (% 50), metan ve diğer gazlarla **havagaz**ında).

*Yakıt yandığında oluşan **karbon monoksit**, yeterli oksijen yoksa kar**bon dioksit**e dönüşemez. Garaj gibi kapalı bir alanda otomobil çalıştırıldığında karbon monoksit birikimi olur.*



Karbonatlar

Bir metal **katyon**u* ile bir karbonat **anyon**unun* (CO_3^{2-}) oluşturduğu bileşiklerdir, örn. **kalsiyum karbonat** ($CaCO_3$). I. grup karbonatları dışında hiçbiri suda çözünmez ve ısıtıldığında bozunur. Bütün karbonatlar asitlerle tepkiyerek açığa **karbon dioksit** çıkarır.

* **Anyon, Katyon,** 16; **Biçimsiz,** 21; **İndirgen,** 34; **Ortaklaşım bağ,** 18; **Petrol,** 84; **Tersinir tepkime,** 48; **Yalıtkan,** 116.

V. GRUP ELEMENTLERİ

Periyodik tablonun* **V. grubu**ndaki elementler aşağı doğru giderek daha çok metalik olur (aşağıdaki çizelgeye bkz.).

V grup elementlerinin bazı özellikleri

Elementin adı	Kimyasal simge	Bağıl atom kütlesi*	Elektron yerleşimi*	Tepkinlik	Görünüm	Kullanım alanları
Azot	N	14,00	2,5	BU YÖNDE ARTAR ↓	Renksiz gaz	Bkz. altta
Fosfor	P	30,97	2,8,5		Ametal katı (bkz. s. 68)	Bkz. s. 68
Arsenik	As	74,92	Yerleşim karmaşıktır ama dış kabukta beş elektron vardır.		Üç **alotrop*** (biri metalliktir)	**Yarıiletken**lerde* ve **alaşım**larda*
Antimon	Sb	121,75			Gümüşsü beyaz metal	Matbaa harfi metali ve diğer alaşımlarda
Bizmut	Bi	208,98			Kırmızıya çalan beyaz metal	Ender reaktif dolgu alaşımları ve tıpta

*V grup elementlerinin tümünde, atomların **dış kabuğu**nda* beş elektron vardır. Hepsi ortaklaşım **bileşikler*** oluşturmak üzere tepkimeye girer; bu elektronlardan üçünü başka atom ya da atomların üç elektronuyla ortak kullanır (bkz. **sekizli,** s. 13). Antimon, bizmut ve azot, **iyon bileşikleri*** de oluşturu:*

Azot, fosfor ve bunların bileşikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda ve s. 67-68'de verilmektedir. Bunlar gruptaki elementlerin en yaygın bulunanlarıdır.

Azot (N_2)

Periyodik tablonun V. grubunda yer alan bir elementtir. Renksiz, kokusuz, **çift-atomlu*** bir gazdır ve atmosferin % 78'ini oluşturur. **Sıvılaştırılmış hava**dan, **ayrımsal damıtma*** yoluyla üretilir (ayrıca bkz. s. 103). Bileşiklerdeki **yükseltgenme durumu*** -3 ile +5 arasında değişir. Birkaç tepken maddeyle tepkiyerek **nitrür**leri oluşturur.

$$6Li(s) + N_2(g) \rightarrow 2Li_3N(s)$$

Lityum — Azot — Lityum nitrür

Azot, canlı hücrelerin moleküllerinde bulunduğundan tüm organizmalar için gereklidir (örn. proteinler; ayrıca bkz. **azot çevrimi**, s. 95). Haber yöntemiyle (bkz. yanda) amonyak üretiminde ve nitrik **asit üretimi**nde kullanılır. -196°C altındaki **sıvı azot**, birçok alanda (örn. gıda dondurma işleminde) kullanılır.



*Cips paketleri doldurulurken, içlerine cipslerin taze kalmasını sağlayan **azot** gazı da doldurulur (pakette hava kalırsa cipsler bayatlar). Torbadaki gaz, aynı zamanda cipslerin kırılmasını da önler.*

Haber yöntemi

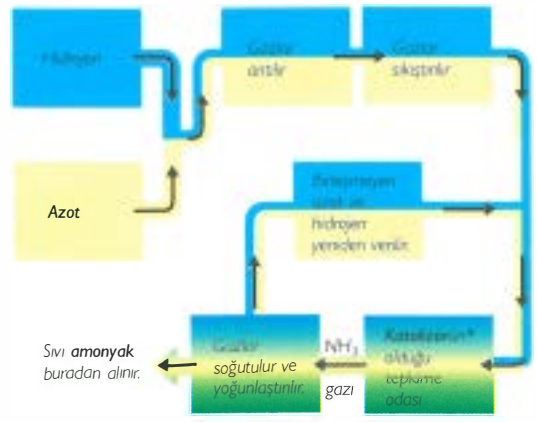
Bu yöntem 1:3 oranında tepkimeye sokulan **azot** ve hidrojenden amonyak üretilmesinde kullanılır. **Amonyak**, uygun bir sıcaklık, basınç ve **katalizör*** kullanılarak en hızlı ve ekonomik şekilde elde edilir (bkz. altta). Bu bir **ısıveren*** ve **tersinir*** tepkimedir.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

Azot — Hidrojen — Amonyak

Demir **katalizörü*** — 400°C, 250 atmosfer

Haber yöntemi *(Bu koşullarda tepkenlerin % 15'i birleşerek **amonyak** oluşturur.)*



* Alaşım, 116; Alotroplar, 22 (Alotropi); Bağıl atom kütlesi, 24; Çift-atomlu, 10; Dış kabuk, 13; Elektron yerleşimi, 13; Isıveren tepkime, 32; İyon bileşiği, 17; Katalizör, 47; Ortaklaşım bileşikler, 18; Periyodik tablo, 50; Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması, 69; Tersinir tepkime, 48; Yarıiletken, 117; Yükseltgenme durumu, 35.

Amonyak (NH_3)

Renksiz, keskin kokulu ve havadan hafif bir gazdır. Bir **ortaklaşım bileşik**tir* ve **Haber yöntemi**yle üretilir. **İndirgen**dir* ve suda alkalik çözelti oluşturan tek basit gazdır. Bu çözelti **amonyak çözeltisi** (NH_4OH) ya da **amonyum hidroksit** olarak bilinir. Amonyak, saf oksijen içinde yandığında azot ve su, klorla tepkidiğinde ise **amonyum klorür** oluşturur.



Amonyak, nitrik asit, gübre, patlayıcılar, evlerde kullanılan temizlik maddeleri ve plastik üretiminde kullanılır.

Amonyum klorür (NH_4Cl) ya da **nişadır**

Beyaz renkte, suda çözünen, kristalin bir katıdır. **Amonyak çözeltis**inin (bkz. **amonyak**) seyreltik hidroklorik asitle tepkimesi sonucunda oluşur. Isıtıldığında **süblimleşir*** ve **ayrışır*** (bkz. alttaki denklem ve s. 48). Bir çok elektrikli aygıtı çalıştıran kuru pillerde kullanılır.

$$NH_4Cl(g) \underset{\text{Soğutma}}{\overset{\text{Isıtma}}{\rightleftharpoons}} NH_3(g) + HCl(s)$$

Amonyum klorür — Amonyak — Hidrojen klorür

Amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$)

Beyaz renkte, suda çözünen, kristalin bir katıdır. **Amonyağın** sülfürik asitle tepkimesinden oluşur. Gübre olarak kullanılır.

Amonyum nitrat (NH_4NO_3)

Beyaz renkte, suda çözünen, kristalin bir katıdır. **Amonyak çözeltisi**nin (bkz. **amonyak**) seyreltik nitrik asitle tepkimesinden oluşur. Isıtıldığında açığa **diazot monoksit** çıkar.



***Amonyum nitrat,** patlayıcılarda ve gübrelerde kullanılır. Ayrıca, saksı bitkilerinin yetiştirildiği toprak karışımlarına da katılır.*

Diazot oksit (N_2O)

Güldürücü gaz olarak da bilinir. Renksiz, hafif tatlımsı bir kokusu olan ve suda çözünen bir gazdır. Bir **ortaklaşım bileşik**tir* ve **amonyum nitrat**ın yavaş yavaş ısıtılmasıyla elde edilir. Anestezide kullanılır.



***Diazot oksit,** bazı tepkin maddelerin yanmasına yardımcı olur ve akkor halindeki bir çubuğun yeniden yanmasına neden olur.*

Azot monoksit (NO)

Suda çözünen renksiz bir gazdır: Bir **ortaklaşım bileşiktir***. Bakır ve % 50 derişimdeki nitrik asit arasındaki tepkime sonucunda elde edilir. Oksijenle tepkidiğinde **azot dioksit** oluşturur. Tepkin elementlerin yanmasına yardımcı olur.

Azot dioksit (NO_2)

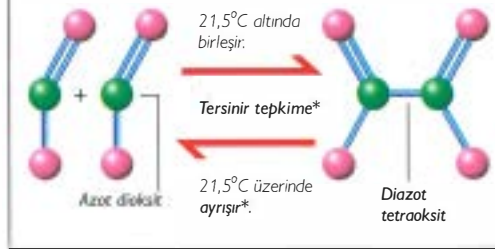
Koyu kahverengi ve boğucu bir kokusu olan bir gazdır. Bir **ortaklaşım bileşik**tir*.

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$$

Bakır — Derişik nitrik asit — Bakır(II) nitrat — Su — Azot dioksit

Azot dioksit, bakırın derişik nitrik asitle tepkimesinden ve bazı **nitratlar**ın* ısıtılmasıyla elde edilir. Yanmaya yardımcı olur ve suda çözünerek bir nitrik asit ve **nitröz asit** (HNO_2) karışımı oluşturur. **Yükseltgen*** olarak kullanılır.

***Azot dioksit** 21,5°C'ın altında **dimerleşerek** (aynı maddenin iki molekülünün birbirine bağlanması) renksiz bir gaz olan **diazot tetraoksidi** (N_2O_4) oluşturur.*



* Ayrışma, 48; Nitratlar, 68; Ortaklaşım bileşikler, 18; Süblimleşme, 7; Tersinir tepkime, 48; Yükseltgen, İndirgen, 34.

V. grup (devamı)

Nitrik asit (HNO_3)

Kezzap olarak da bilinir. Açık sarı, yağımsı, suda çözünen bir sıvıdır. **Yükseltgenme durumu*** +5 olan azot içeren bir **ortaklaşım bileşiktir***. Çok kuvvetli ve aşındırıcı bir asittir. Tepkime denklemleri, aşağıda verilen üç aşamalı **Ostwald yöntemiyle** üretilir.

1. aşama: Amonyak oksijenle tepkir.

$$\underset{\text{Amonyak}}{4NH_3} + \underset{\text{Oksijen}}{5O_2} \xrightarrow[\text{katalizörü*}]{\text{Platin-rodyum, } 900^\circ C} \underset{\text{Azot monoksit}}{4NO} + \underset{\text{Su}}{6H_2O}$$

2. aşama: Azot monoksit soğur ve oksijenle tepkiyerek azot dioksit oluşturur.

$$\underset{\text{Azot monoksit}}{4NO} + \underset{\text{Oksijen}}{2O_2} \rightarrow \underset{\text{Azot dioksit}}{4NO_2}$$

3. aşama: Azot dioksit suda çözünerek nitrik asit oluşturur.

$$\underset{\text{Azot dioksit}}{4NO_2} + \underset{\text{Su}}{2H_2O} + \underset{\text{Oksijen}}{O_2} \rightarrow \underset{\text{Nitrik asit}}{4HNO_3}$$

Derişik nitrik asit, % 70 nitrik asit ve % 30 su içeren bir karışımdır. Kuvvetli bir **yükseltgen**dir*. **Seyreltik nitrik asit** ise % 10 nitrik asit ve % 90 su içerir. **Baz**larla* tepkiyerek **nitrat tuz**ları* ve su oluşturur. Nitrik asit gübre ve patlayıcı yapımında kullanılır.

Nitratlar

Nitrat anyonu* (NO_3^-) ve bir metal katyonu* içeren katı **iyon bileşikleri**dir* (nitrat deneyi için bkz. s. 104). Nitrat iyonundaki azotun **yükseltgenme durumu*** +5'tir. Nitratlar, nitrik asidin **tuzları**dır* ve seyreltik **nitrik aside** bir metal oksit, hidroksit ya da karbonatın katılmasıyla elde edilir. Bütün nitratlar suda çözünür. Sodyum, potasyum ve amonyum nitrat dışındaki nitratlar ısıtıldığında azot dioksit ve oksijen oluşturur.



Sodyum nitrat ($NaNO_3$) barut yapımında kullanılır.



Sodyum nitrat ve *amonyum nitrat* gübre olarak kullanılır.*

Nitrit bileşikleri

Nitrit anyonu* (NO_2^-) ve bir metal **katyon**u* içeren katı **iyon bileşikleri**dir*. Genellikle **indirgen**dir*.

Fosfor (P)

V. grupta bulunan bir ametaldir (bkz. çizelge, s. 66). Fosfor doğada yalnızca bileşikler içinde bulunur. En önemli cevheri **apatit**tir ($3Ca_3(PO_4)_2.CaF_2$). İki genel biçimi vardır. En tepkin biçimi olan **beyaz fosfor** zehirli, mumsu ve havada hemen alev alan beyaz bir katıdır. **Kırmızı fosfor** ise zehirli olmayan ve fazla alev almayan koyu kırmızı bir tozdur.



Apatit (solda) ve turkuaz (sağda) mineralleri fosfor içerir.



*Kibritin ucundaki **kırmızı fosfor**, kibrit kutusunun üzerindeki kimyasallara sürtüldüğünde tepkiyerek tutuşur.*

Fosfor penoksit (P_2O_5)

Beyaz renkte, katı bir **kurutucu madde**dir*. **Fosfor**un havada yakılmasıyla elde edilir. Suyla şiddetli tepkiyerek **fosforik asit*** (H_3PO_4) oluşturur. **Pas**a* karşı koruyucu olarak da kullanılır.

*Canlı organizmalar, örneğin bitkiler, sağlıklı büyümelerini sağlayan **fosfor** bileşikleri içerir.*



* Anyon, 16; Baz, 37; İyon bileşiği, 17; Katalizör, 47; Katyon, 16; Kurutucu madde, 116; Ortaklaşım bileşikler, 18; Pas, 60; Tuzlar, 37; Yükseltgen, İndirgen, 34; Yükseltgenme durumu, 35.

VI. GRUP ELEMENTLERİ

Periyodik tablonun* **VI. grubu**ndaki elementlerin, aşağı doğru inildikçe metalik özellikleri artar, kimyasal tepkinlikleri ise azalır. Aşağıdaki çizelgede, bu elementlerin bazı özellikleri verilmektedir.

VI. grup elementlerinin bazı özellikleri

Elementin adı	Kimyasal simge	Bağıl atom kütlesi*	Elektron yerleşimi*	Tepkinlik	Görünüm	Kullanım alanları
Oksijen	O	15,99	2,6	BU YÖNDE AZALIR	Renksiz gaz (bkz. altta)	Bkz. altta
Kükürt	S	32,06	2,8,6		Sarı, ametal katı (bkz. s. 70)	Bkz. s. 70
Selenyum	Se	78,96	Yerleşimi karmaşıktır; ama dış kabukta altı elektron vardır.		Metal ve ametal, birkaç biçimde	**Fotosel**lerde*
Tellür	Te	127,60			Gümüşsü beyaz, **metalsi*** katı	**Alaşım**larda*, renkli camlarda, **yarıiletken**lerde*
Polonyum	Po	Radyoaktif* element			Metal	

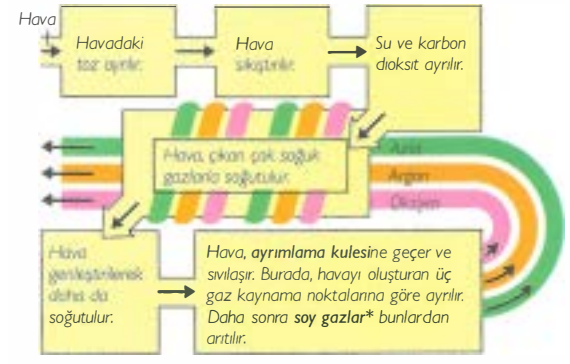
*VI. gruptaki elementlerin tümünde, atomların **dış kabuk**larında* altı elektron vardır. Dış kabuklarını doldurmak için iki elektrona gereksinimleri vardır (bkz. **sekizli**, s. 13) ve diğer maddelerle tepkiyerek hem **iyon** hem de **ortaklaşım bileşik**ler* oluştururlar. Atomları en küçük olan elementler en fazla tepkin olanlardır, çünkü iki elektron için en fazla çekim gücünü atomlar yaratır.*

Çok yaygın olan ve birçok kullanım alanı olan **oksijen, kükürt** ve bunların bileşikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda ve s. 70-71'de verilmektedir.

Oksijen (O_2)

Atmosferin % 21'ini oluşturan renksiz, kokusuz, **çift-atomlu*** bir gazdır. Yerkabuğunda en bol bulunan elementtir ve yaşam için elzemdir (bkz. **iç solunum,** s. 95). Yanmaya yardımcı olur, suda çözünerek bir **nötr*** çözelti oluşturur ve çok tepkin bir **yükseltgen**dir* (örn. Demiri, demir(III) okside yükseltger). Bitkiler **fotosentez*** sırasında oksijen üretir. Endüstride **sıvılaştırılmış havadan ayrımsal damıtma** yoluyla elde edilir. Çok çeşitli kullanım alanları vardır (örn. hastanelerde ve atık sulardaki organik maddelerin parçalanmasında). Oksijenin elde edilmesi ve deneyi için bkz. s. 103-104.

Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması (ayrıca bkz. s. 106)



Ozon (O_3)

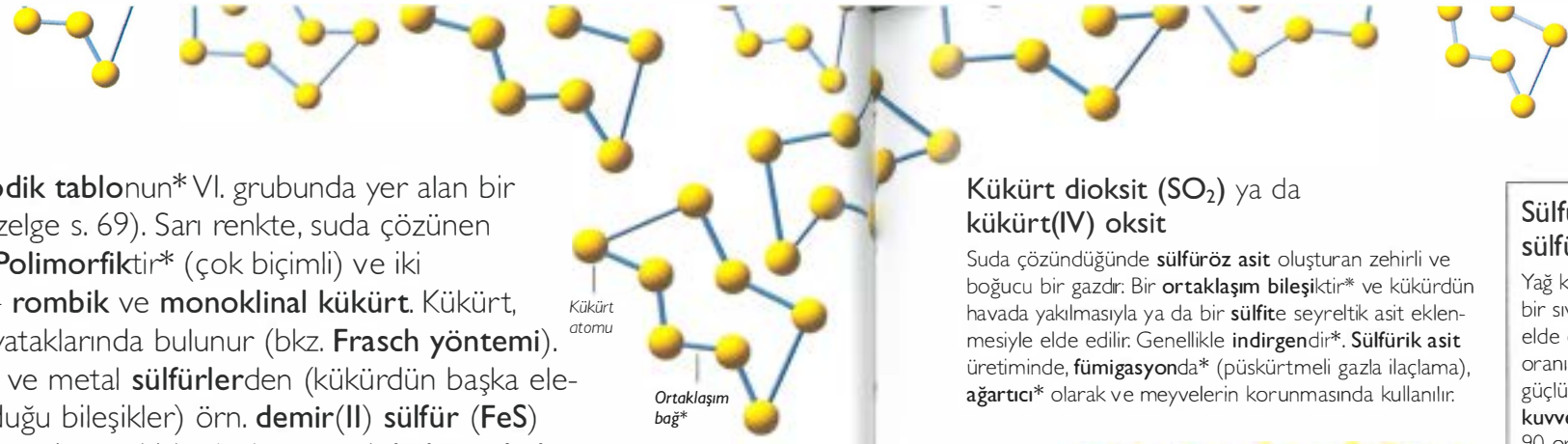
Üç **oksijen** atomu içeren moleküllerden oluşan, soluk mavi renkte, zehirli bir gazdır. Oksijenin, atmosferin üst katmanında bulunan bir **alotrop**udur* ve burada Güneş'ten gelen zararlı morötesi ışınımın çoğunu soğurur (ayrıca bkz. **ozon katmanının incelmesi,** s. 96). Havanın içinden elektriksel kıvılcımlar geçtiğinde (örn. şimşek çakarken) oluşur. Ozon çok güçlü bir **yükseltgen**dir* ve bazen suyun sterilizasyonu için kullanılır.



Oksitler

Oksijenin bir başka elementle oluşturduğu bileşiklerdir. Metal oksitleri genellikle **iyon bileşiği**dir* ve **baz**dır*, örneğin **kalsiyum oksit** (CaO). Bazı metal oksitleri ve **metalsi*** oksitleri **amfoter**dir*, örneğin **alüminyum oksit** (Al_2O_3). Ametal oksitleri **ortaklaşım bileşik**tir* ve genellikle **asidik**tir*, örneğin **karbon dioksit** (CO_2).

* Alaşım, 116; Alotroplar, 22; Amfoter, Baz, 37; Asidik, 36; Bağıl atom kütlesi, 24; Çift-atomlu, 10; Dış kabuk, 13; Elektron yerleşimi, 13; Fotosel, 117; Fotosentez, 95; İyon bileşiği, 17; Metalsiler, 51; Nötr, 37; Ortaklaşım bileşikler, 18; Periyodik tablo, 50; Radyoaktivite, 14; Soy gazlar, 75; Yarıiletkenler, 117; Yükseltgen, 34.



Hem **rombik** hem de **monoklinal kükürt**, sekiz kükürt atomunun birbirine bağlandığı kırık halkalardan oluşur.

KÜKÜRT

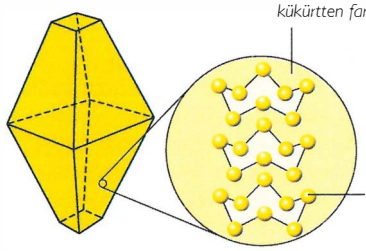
Kükürt (S), periyodik tablonun* VI. grubunda yer alan bir elementtir (bkz. çizelge s. 69). Sarı renkte, suda çözünen ametal bir katıdır. **Polimorfik**tir* (çok biçimli) ve iki **alotrop**u* vardır – **rombik** ve **monoklinal kükürt**. Kükürt, tek başına yeraltı yataklarında bulunur (bkz. **Frasch yöntemi**). Ayrıca **petrol**den* ve metal **sülfürler**den (kükürdün başka elementlerle oluşturduğu bileşikler) örn. **demir**(II) **sülfür** (**FeS**) özütlenir. Kükürt havada mavi bir alevle yanarak **kükürt dioksit** oluşturur. Birçok metalle tepkiyerek sülfür haline dönüşür. Kauçuğun **sertleştirilmesi**nde* (**vulkanizasyon**) ve **sülfürik asit***, ilaç ve **mantar ilacı*** (fungisit) üretiminde kullanılır.

Rombik kükürt

Alfa kükürt (**α-kükürt**) ya da **ortorombik kükürt** olarak da bilinir. Kükürdün, oda sıcaklığında en kararlı olan, açık sarı renkli kristalin **alotrop**udur*.

***Rombik kükürt** kristali (ayrıca bkz. s. 22)*

*Kükürt halkalarından oluşan **molekül örgüsü*** *(monoklinal kükürtten farklı şekilde dizilmiştir)*

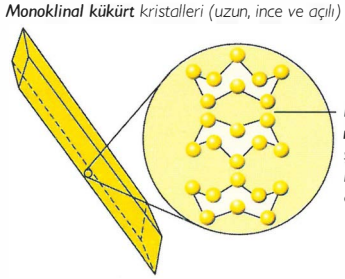


***Rombik kükürt** monoklinal kükürtten daha yoğundur çünkü kükürt halkaları birbirine daha yakındır.*

Monoklinal kükürt ya da beta kükürt (β-kükürt)

Kükürdün sarı renkli kristalin bir **alotrop**udur*. 96°C üzerindeki sıcaklıkta **rombik kükürt**ten daha kararlıdır.

***Monoklinal kükürt** kristalleri (uzun, ince ve açılı)*



*Kükürt halkaları bir **molekül örgüsü*** *şeklinde, ama **rombik kükürt**ten farklı biçimde dizilmiştir.*

Kükürdün alotropları*



Plastik kükürt

Kükürdün, sıcak ve sıvı haldeyken suya dökülerek hızla soğutulması sonucunda oluşan bir biçimidir. Yoğrulup esnetildiğinde, uzun lifler haline getirilebilir. Kararlı değildir ve sekiz kükürt atomlu halkalar oluştuğunda sertleşir (bkz. üstte).

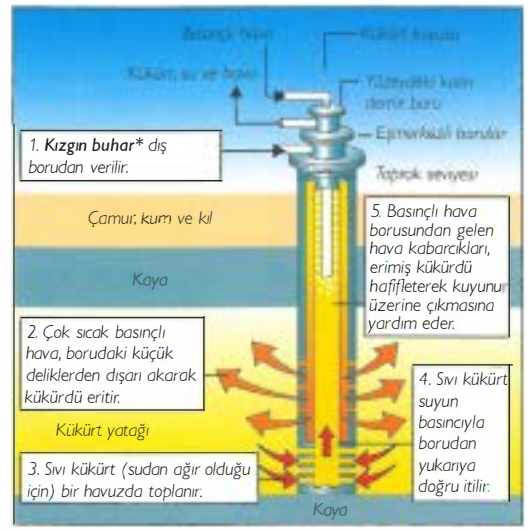
Kükürt çiçekleri

Kükürt buharının hızla soğutulmasıyla oluşan ince sarı bir tozdur. Molekülleri sekiz atomlu halkalar halindedir.

Frasch yöntemi

Kükürdün yeraltındaki yataklarından özütlenmesi için uygulanan yöntemdir. Bu yoldan elde edilen kükürdün saflığı % 99,5'tur.

Frasch yöntemi



Kükürt dioksit (SO_2) ya da kükürt(IV) oksit

Suda çözündüğünde **sülfüröz asit** oluşturan zehirli ve boğucu bir gazdır. Bir **ortaklaşım bileşik**tir* ve kükürdün havada yakılmasıyla ya da bir **sülfit**e seyreltik asit eklenmesiyle elde edilir. Genellikle **indirgen**dir*. **Sülfürik asit** üretiminde, **fümigasyon**da* (püskürtmeli gazla ilaçlama), **ağartıcı*** olarak ve meyvelerin korunmasında kullanılır.

***Kükürt dioksit** böcek ilacı olarak kullanılır.*



Kükürt trioksit (SO_3) ya da kükürt(VI) oksit

Beyaz renkte **uçucu*** bir katıdır. **Değme yöntemi**nde (kontak) oluşur (bkz. sağ altta). Kükürt trioksit suyla şiddetli tepkiyerek **sülfürik asit** oluşturur.

Sülfüröz asit (H_2SO_3) ya da sülfürik(IV) asit

Kükürt dioksitin suda çözünmesiyle oluşan renksiz bir **zayıf asittir***.

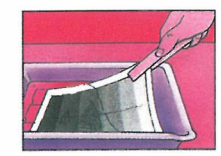
Hidrojen sülfür (H_2S)

Renksiz, çürük yumurta kokulu zehirli bir gazdır. Suda çözünerek bir **zayıf asit*** oluşturur. Organik maddelerin çürümesiyle açığa çıkar. Bir metal sülfüre seyreltik bir asit eklenmesiyle elde edilir.

Sülfatlar ya da sülfat(VI) bileşikleri

Bir **sülfat iyonu** (SO_4^{2-}) ve bir **katyon*** içeren katı haldeki **iyon bileşikleri**dir*. Birçoğu doğada bulunur, örneğin **kalsiyum sülfat** ($CaSO_4$). Seyreltik sülfürik aside **baz**ların* eklenmesiyle elde edilen **sülfürik asit tuz**larıdır*.

***Sodyum sülfat** çözeltisi, fotoğraf filmlerinin tespit banyosunda kullanılır. Bu işlem, ışığa çıkarıldıklarında negatiflerin tamamen kararmasını önler.*



Sülfitler ya da sülfat(IV) bileşikleri

Bir **sülfit iyonu** (SO_3^{2-}) ve bir metal **katyon**u* içeren **iyon bileşikleri**dir*, örneğin **sodyum sülfit** (Na_2SO_3). Bunlar **sülfüröz asidin tuzları**dır*. Seyreltik **kuvvetli asit**lerle* tepkidiklerinde açığa **kükürt dioksit** çıkarır:

Sülfürik asit (H_2SO_4) ya da sülfürik(VI) asit

Yağ kıvamında, renksiz ve korozyona neden olan bir sıvıdır. **Dibazik*** bir asittir ve **değme yöntemi** ile elde edilir (bkz. altta). **Derişik sülfürik asit** % 2 oranında su içerir, **nemçeker*** bir maddedir. Ayrıca güçlü bir **yükseltgen** ve **suçeker*** maddedir. Bir **kuvvetli asit*** olan **seyreltik sülfürik asit** yaklaşık % 90 oranında su içerir. **Elektrokimyasal sıralama**da* hidrojenin üstündeki metallerle tepkiyerek metal **sülfat** ve hidrojen oluşturur.

***Derişik sülfürik asit** bir **yükseltgen**dir*.*

$$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

Bakır — Derişik sülfürik asit — Bakır(II) sülfat — Kükürt dioksit — Su

***Seyreltik sülfürik asit** bir **baz**la* tepkidiğinde bir **sülfat** oluşur.*

$$CuO(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4(aq) + H_2O(l)$$

Bakır(II) oksit — Seyreltik sülfürik asit — Bakır(II) sülfat — Su

***Sülfürik asit** birçok maddenin üretiminde kullanılır, örn. gübre, yapay elyaf, deterjan ve boya.*



***Derişik sülfürik asit**le su arasındaki tepkime çok şiddetli olur. Herhangi bir kazayı önlemek açısından, ikisi karıştırıldığında her zaman suya yavaş yavaş sülfürik asit katılır, tersi yapılmaz.*

Değme yöntemi

Sülfürik asit üretiminde kullanılan endüstriyel yöntemdir.

Değme yöntemi

*Kuru ve saf **kükürt dioksit** havayla birlikte, 450°C sıcaklıkta bir vanadyum pentoksit **katalizörü*** üzerinden geçirilir.*

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

Kükürt dioksit — Oksijen — Kükürt trioksit

***Kükürt trioksit** oluşur.*

***Kükürt trioksit, derişik sülfürik asit** tarafından soğurulur ve **dumanlı sülfürik asit (oleum)** oluşur.*

$$SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$$

Kükürt trioksit — Derişik sülfürik asit — Dumanlı sülfürik asit

***Dumanlı sülfürik asit** seyreltilerek **sülfürik asit** elde edilir.*

$$H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

Dumanlı sülfürik asit — Su — Sülfürik asit

* **Alotroplar**, 22 **(Alotropi)**; **Kızgın buhar**, **Kükürtle sertleştirme**, 117; **Mantar ilacı**, 116; **Molekül örgüsü**, 23; **Ortaklaşım bağ**, 18; **Periyodik tablo**, 50; **Petrol**, 84; **Polimorfizm**, 22.

* **Ağartıcı**, 116; **Baz**, 37; **Dibazik**, 39; **Elektrokimyasal sıralama**, 45; **Fümigasyon**, 116; **İyon bileşiği**, 17; **Katalizör**, 47; **Katyon**, 16; **Kuvvetli asit**, 38; **Nemçeker**, 92; **Ortaklaşım bileşikler**, 18; **Suçeker madde**, 116; **Tuzlar**, 39; **Uçucu**, 117; **Yükseltgen**, **İndirgen**, 34; **Zayıf asit**, 38.

VII. GRUP, HALOJENLER

Periyodik tablonun* **VII. grubu**ndaki elementlere halojenler denir. Bunların bileşikleri ve iyonları genelde **halojenürler** olarak bilinir. VII. grup elementlerinin tümü ametaldir ve tepkinlikleri aşağı doğru inildikçe azalır (bazı özellikleri için bkz. aşağıdaki çizelge). Bu elementlerle ilgili daha ayrıntılı bilgi s. 73-74'te verilmektedir. Grupta yukardan aşağı doğru gidildikçe **yükseltgen*** olma güçleri azalır. Bu elementlerden her biri, kendi altında bulunanların iyonlarını yükseltgeyebilir. Örneğin **klor,** hem **bromür** hem de **iyodür anyon**larını* **brom** ve **iyot** molekülleri haline yükseltgeyerek çözeltide bunların yerine geçer. Brom yalnızca iyodür anyonlarının yerine geçer, iyot ise hiçbir halojenür iyonunun yerine geçemez.

$$2KI(aq) + Br_2(l) \rightarrow 2KBr(aq) + I_2(s)$$

*Brom, iyodür anyon*larını* potasyum iyodür çözeltisinden ayırır. Her bir iyodür anyonu, bir **bromür anyonu*** ile yer değiştirdiğinde bir elektron kaybeder (**yükseltgenir***).

VII grup elementlerinin bazı özellikleri

Elementin adı	Kimyasal simge	Bağıl atom kütlesi*	Elektron yerleşimi*	Yükseltgeme* gücü	Tepkinlik	Görünüm
Flüor	F	18,99	2,7	B U TÜRER AZALIR	B U TÜRER AZALIR	Açık yeşilimsi sarı gaz
Klor	Cl	35,45	2,8,7			Açık yeşilimsi sarı gaz
Brom	Br	79,91	2,8,18,7			Koyu kırmızı dumanlı gaz
İyot	I	126,90	2,8,18,18,7			Ametal, siyahımsı gri katı
Astatin	At	Kararlı izotopu* yoktur				

*VII. gruptaki bütün elementlerin atomlarının **dış kabuğunda*** yedi elektron vardır ve hepsi de tepkimeye girdiğinde hem **iyon*** hem de **ortaklaşım bileşikler*** oluşturur. Üstteki elementler, alttakilere göre daha fazla iyon bileşiği oluşturur.*

***Flüor,** çok zehirli olduğundan ve cama etki ettiğinden hiçbir zaman okul laboratuvarlarında kullanılmaz. **Klor, brom** ve **iyot** cama etki etmez, ancak klor çok zehirlidir; brom ve iyodun ise çıkardığı gazlar çok zehirlidir.*

Flüor (F_2)

Periyodik tablonun VII. grubunda yer alan bir elementtir. **Çift-atomlu*** bir gazdır. **Flüorspat** (CaF_2) ve kriyolit (Na_3AlF_6) cevherlerinden özütlenir.

Gruptaki en tepkin elementtir ve çok güçlü bir **yükseltgen**dir*. Hemen hemen bütün elementlerle tepkimeye girer. Bazı kullanım alanları bu resimlerde verilmektedir.



Flüor,** tepkiyerek **flüorokarbonlar** denilen kullanışlı ve kararlı **organik bileşikleri oluşturur; örneğin **poli(tetraflüoroeten)** ya da **PTFE** (ayrıca bkz. s. 81). Kayaklar, sürtünmeyi azaltmak amacıyla PTFE ile kaplanır*

Tavalara kaplanan PTFE, gıda maddesinin pişerken tavaya yapışmasını önler.



*Bazı **flüorürler** (flüorun inorganik bileşikleri), diş çürümelerini azaltmak amacıyla diş macunlarına, bazı ülkelerde ise içme suyuna katılır.*

Klor (Cl_2)

Periyodik tablonun VII. grubundaki bir elementtir. Zehirli, boğucu, **çift-atomlu*** ve çok tepkin bir gazdır. Doğada yalnızca bileşik halinde bulunur. En önemli bileşiği olan **sodyum klorür** (**NaCl**) kaya tuzunda ve tuzlu suda bulunur. Klor; tuzlu sudan **elektroliz*** yöntemiyle **Downs** hücresinde elde edilir (bkz. **sodyum,** s. 54 ve **klor,** s. 102). Çok güçlü bir **yükseltgen**dir*. Birçok elementle tepkiyerek **klorürler**i oluşturur (bkz. aşağıdaki denklem).

***Klor** gazı sodyumla tepkiyerek **sodyum klorür**ü (basit tuz) oluşturur. Klor gazının zehirli olmasına, sodyumun da çok tepkın olmasına karşın, bu iki kimyasal laboratuvarda sodyum klorür oluşturmak üzere birleştiğinde her ikisi de bu özelliklerini kaybeder. Zararlı gazın dışarı kaçmaması için bu tepkime bir **gaz toplama şişesi**nin* içinde yürütülür.*



$$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$$
Hidrojen + Klor → Hidrojen klorür

Klor**un birçok kullanım alanı vardır. **Hidroklorik asit** üretiminde (bkz. **hidrojen klorür**), bazı organik çözücülerin üretiminde ve yüzme havuzlarında **mikrop öldürücü olarak kullanılır. Ayrıca içme sularına ve dezenfektan maddelere de mikrop öldürücü olarak katılır.*



Sodyum hipoklorit (NaOCl) ya da **sodyum klorat(I)**

Beyaz, kristalin bir katıdır ve suda çözünmüş halde saklanır. **Klor**un soğuk ve seyreltik bir sodyum hidroksit çözeltisine katılmasıyla elde edilir. Evlerde **ağartıcı*** madde olarak kullanılır. Kâğıdın beyazlatılması için kâğıt hamuruna da katılır.



Ağartılmış kâğıt

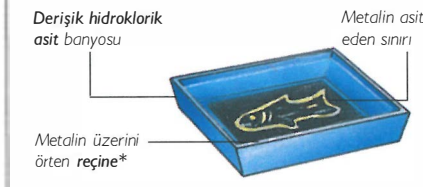
Klorürler

Klorun başka bir elementle birleşmesinden oluşan bileşiklerdir. Ametallerin klorürleri (bkz. **hidrojen klorür**) genellikle sıvı ya da gaz olan **ortaklaşım bileşikler**dir*. Metallerin klorürleri ise (örn. **sodyum klorür** – **NaCl**) bir **klorür anyon**u* (Cl^-) ile bir metal **katyon**undan* oluşan, genellikle katı ve suda çözünen **iyon bileşikleri**dir*. Ayrıca bkz. s. 104.

Hidrojen klorür (HCl)

Renksiz bir **ortaklaşım*** gazdır. Bir **polar çözücü**de* çözündüğünde iyonlar oluşturur. Hidrojenin **klor** içinde yakılmasıyla elde edilir. Amonyakla tepkir; suda çözündüğünde ise **kuvvetli asit*** olan **hidroklorik asidi** (tuz ruhu) oluşturur. % 35 hidrojen klorür ve % 65 sudan oluşan **derişik hidroklorik asit** renksiz, korozyona neden olan (korosif) dumanlı bir çözeltidir; **Seyreltik hidroklorik asit** ise yaklaşık % 7 hidrojen klorür ve % 93 su içeren renksiz bir çözeltidir, **baz**larla* ve **elektrokimyasal sıralama**da* hidrojenin üzerindeki metallerle tepkimeye girer. Derişik hidroklorik asit sanayide, **galvanizleme*** öncesi çelik levhalardan pası sökmek için kullanılır.

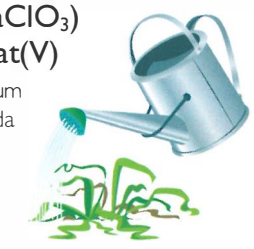
***Derişik hidroklorik asit,** metalleri yakarak resim kalıbı çıkarmakta kullanılır.*



Asitle temas eden metal aşınır ve yüzeyde çizgi halinde bir oyuk bırakır. Resmin baskısı yapılırken bu oyuk mürekkeple doldurulur.

Sodyum klorat ($NaClO_3$) ya da **sodyum klorat(V)**

Klorun sıcak derişik sodyum hidroksite katılmasıyla ya da **sodyum hipoklorit**in ısıtılmasıyla oluşan beyaz, kristalin bir katıdır.



***Sodyum klorat** yabani otları öldürür.*

* Bağıl atom kütlesi, 24; Bromür anyonu, 74 (Bromürler); Çift-atomlu, 10; Dış kabuk, 13; Elektron yerleşimi, 13; İyodür anyonu, 74 (İyodürler); İyon bileşiği, 17; İzotop, 13; Organik bileşikler, 76; Ortaklaşım bileşikler, 18; Periyodik tablo, 50; Yükseltgenme, * Bağıl atom kütlesi, 24; Bromür anyonu, 74 (Bromürler); Çift-atomlu, 10; Dış kabuk, 13; Elektron yerleşimi, 13; İyodür anyonu, 74 (İyodürler); İyon bileşiği, 17; İzotop, 13; Organik bileşikler, 76; Ortaklaşım bileşikler, 18; Periyodik tablo, 50; Yükseltgenme, Yükseltgen, 34;

* Ağartıcı, 116; Anyon, 16; Baz, 37; Çift-atomlu, 10; Elektrokimyasal sıralama, 45; Elektroliz, 42; Galvanizleme, 60 (Pas); Gaz toplama şişesi, 110; İyon bileşiği, 17; Katyon, 16; Kuvvetli asit, 38; Mikrop öldürücü, 116; Ortaklaşım bileşikler, 18; Polar çözücü, 30; Reçineler, 117; Yükseltgen, 34.

Halojenler (devamı)

*Fotoğraf filmi **gümüş bromür**le kaplıdır, ışıkla tepkiyerek negatif resim oluşturur.*

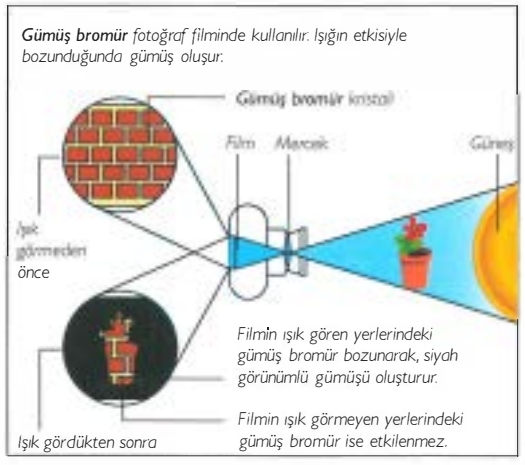
Brom (Br_2)

Periyodik tablonun* **VII. grubu**nda yer alan bir elementtir (**halojenler** – bkz. çizelge, s. 72). **Uçucu*, çift-atomlu*** ve zehirli, boğucu bir dumanı olan bir sıvıdır. Çok tepkindir ve doğada yalnızca bileşikler halinde bulunur (örn. denizdeki organizmalarda, kayaçlarda, deniz suyunda ve bazı göllerdeki bileşiklerde). Deniz suyundaki **sodyum bromür**den (**NaBr**), klor katılarak elde edilir. Brom kuvvetli bir **yükseltgen**dir*. Elementlerin çoğuyla tepkiyerek **bromürler**i ve suda biraz çözünerek **bromlu su** adı verilen turuncu bir çözeltiyi oluşturur. Brom bileşikleri tıpta, fotoğrafçılıkta ve dezenfektanlarda kullanılır. Otomobil motorlarında kurşun birikimini önlemek için benzine katılan **1,2-dibromoetan**ın (CH_2BrCH_2Br) üretiminde de kullanılır.

Bromürler

Bromun bir başka elementle birleşmesinden oluşan bileşiklerdir. Ametallerin bromürleri **ortaklaşım bileşik**tir* (bkz. **hidrojen bromür**). Metallerin bromürleri ise genellikle **iyon bileşikleri**dir*, **bromür anyon**ları* (Br^-) ve metal **katyon**ları* içerir. **Gümüş bromür** (**AgBr**) dışında, bromürlerin tümü suda çözünür. Ayrıca bkz. s. 104.

***Gümüş bromür** fotoğraf filminde kullanılır. Işığın etkisiyle bozunduğunda gümüş oluşur.*



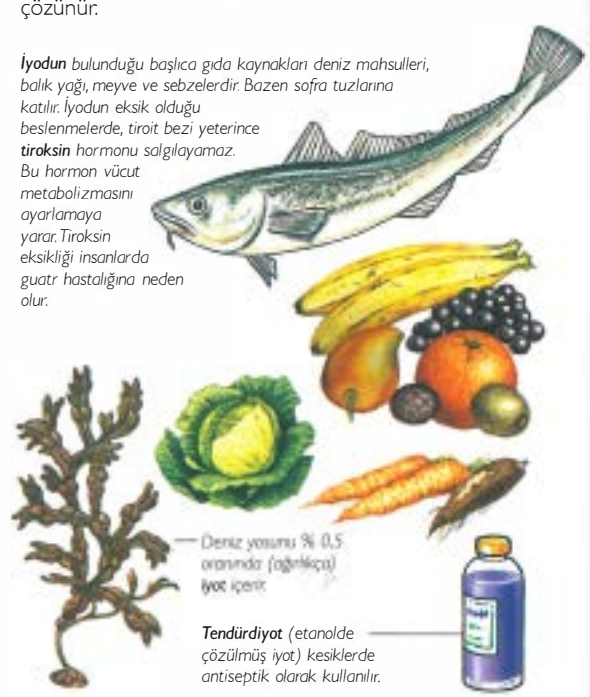
Hidrojen bromür (HBr)

Renksiz, keskin kokulu bir gazdır. **Brom**un hidrojenle tepkimesinden elde edilir. Kimyasal özellikleri hidrojen klorürünkine benzer.

İyot (I_2)

Periyodik tablonun* **VII. grubu**nda yer alan bir elementtir (**halojenler** – bkz. çizelge, s. 72). Tepkin, **çift-atomlu*** ve kristalin bir katıdır. **Sodyum iyodat**tan ($NaIO_3$) ve deniz yosunundan elde edilir. Bir **yükseltgen**dir* ve birçok elementle tepkiyerek **iyodürler**i oluşturur. Isıtıldığında mor renkli bir duman çıkararak **süblimleşir***. İyot, saf suda çok az çözünmesine karşın, **potasyum iyodür** (KI) çözeltisinde ve bazı organik çözücülerde kolay çözünür.

***İyodun** bulunduğu başlıca gıda kaynakları deniz mahsulleri, balık yağı, meyve ve sebzelerdir. Bazen sofra tuzlarına katılır. İyodun eksik olduğu beslenmelerde, tiroit bezi yeterince **tiroksin** hormonu salgılayamaz. Bu hormon vücut metabolizmasını ayarlamaya yarar. Tiroksin eksikliği insanlarda guatr hastalığına neden olur.*



İyodürler

İyotla bir başka elementin birleşmesinden oluşan bileşiklerdir. Ametallerin iyodürleri **ortaklaşım bileşik**tir* (bkz. hidrojen iyodür). Metallerin iyodürleri ise genellikle **iyon bileşiği**dir*; **iyodür anyon**ları* (I^-) ve metal **katyon**ları* içerir. **Gümüş iyodur** (**AgI**) dışında iyon iyodürlerin hepsi suda çözünür. Bkz. s. 104.

Hidrojen iyodür (HI)

Renksiz ve keskin kokulu bir gazdır. Hidrojen ve **iyodun** tepkimesiyle oluşan bir **ortaklaşım bileşik**tir*. Suda çözünerek kuvvetli bir **asidik*** çözelti olan **hidroiyodik asidi** oluşturur (kimyasal özellikleri hidroklorik asidinkilere benzer).

* **Anyon, Katyon,** 16; **Asidik,** 36; **Çift-atomlu,** 10; **İyon bileşiği,** 17; **Ortaklaşım bileşikler,** 18; **Periyodik tablo,** 50; **Süblimleşme,** 7; **Uçucu,** 117; **Yükseltgen,** 34.

VIII. GRUP, SOY GAZLAR

Asal gazlar ya da **eylemsiz gazlar** olarak da adlandırılan **soy gazlar**, **periyodik tablo**nun* bazen **0 grubu** da denen **VIII. grubu**nu oluşturur. Hepsi **sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması**yla* elde edilen **tek-atomlu*** gazlardır. Argon havada % 0,9 oranında, diğerleri ise daha da az oranlarda bulunur. Atomlarının **elektron yerleşimi*** çok kararlı olduğundan hepsi eylemsizdir (**dış kabuk**ları* doludur). Hafif olanların hiç bileşiği yoktur, ağır olanlarınsa çok az sayıda bileşiği vardır.

Helyum (He)

Periyodik tablonun VIII. grubunun ilk elementidir. Renksiz, kokusuz ve **tek-atomlu*** bir gazdır. Atmosferde 200.000'de bir oranında ve ABD'deki bazı doğal gazların içinde bulunur. **Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması**yla* elde edilir. Tamamen eylemsizdir ve bilinen hiçbir bileşiği yoktur. Yoğunluğu havanın sekizde biri kadar olduğundan ve yanıcı olmadığı için zeplinlerde ve balonlarda kullanılır. Ayrıca, derin su dalgıçlığında vurgunları önlemekte de kullanılır.



***Helyum** gazı hücreleri* ***Helyum**lu zeplin*

Neon (Ne)

Periyodik tablonun VIII. grubunda yer alan bir elementtir. Renksiz ve kokusuz bir **tek-atomlu*** gazdır. Atmosferde 55.000'de bir oranında bulunur. **Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması**yla* elde edilir. Tamamen eylemsizdir ve bilinen hiçbir bileşiği yoktur. Düşük basınçta içinden elektrik geçirildiğinde turuncumsu kırmızı bir parlaklık yaydığından, ışıklı tabelalarda ve floresan lambalarda kullanılır.



***Dış kabuk,** 13; **Elektron yerleşimi,** 13; **Periyodik tablo,** 50; **Radyoaktif bozunum, Radyoaktivite,** 14; **Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması,** 69; **Tek-atomlu,** 10.

Radon (Rn)

Periyodik tablonun VIII. grubunun son elementidir. Radyumun **radyoaktif bozunumun**dan* oluşan **radyoaktif*** bir maddedir.

Argon (Ar)

Periyodik tablonun VIII. grubundaki, en bol bulunan elementtir. Renksiz, kokusuz, **tek-atomlu*** ve havanın % 0,9'unu oluşturan bir gazdır. **Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması**yla* elde edilir. Tamamen eylemsizdir ve bilinen hiçbir bileşiği yoktur. Elektrik ampullerinde ve floresan lambalarda kullanılır.



Elektrik ampulü

Kripton (Kr)

Periyodik tablonun VIII. grubunda yer alan bir elementtir. Renksiz, kokusuz, **tek-atomlu*** bir gazdır. Atmosferde 670.000'de bir oranında bulunur. **Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması**yla* elde edilir. Eylemsizdir, bilinen yalnızca bir bileşiği vardır; **kripton flüorür** (KrF_2). Kripton bazı lazerlerde, fotoğraf flaşlarının ampullerinde, floresan lambalarda ve havaalanlarında uçak pistlerindeki stroboskopik işaret ışıklarında kullanılır.

Ksenon (Xe)

Periyodik tablonun VIII. grubunda yer alan bir elementtir: Renksiz, kokusuz, **tek-atomlu*** bir gazdır. Atmosferde milyonda 0,006 oranında bulunur. **Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması**yla* elde edilir. Eylemsizdir, çok az bileşiği vardır; örneğin **ksenon tetraflüorür** (XeF_4). Floresan lambaların ve ampullerin doldurulmasında kullanılır.



ORGANİK KİMYA



Bazı organik bileşikler boya yapımında kullanılır.

Organik kimya, önceleri canlı organizmalarda bulunan kimyasalları inceleyen bilim dalıyken, günümüzde karbon içeren bütün bileşikleri (**karbonatlar*** ve karbonun **oksitleri*** dışında) kapsamaktadır. Bu bileşiklerin (**organik bileşikler**) sayısı iki milyonun üzerindedir, bu da tüm diğer kimyasal bileşiklerin toplam sayısından daha fazladır. Bu kadar çok organik **ortaklaşım bileşiğin*** bulunabilmesinin nedeni, karbon atomlarının çok çeşitli **zincir**ler ve **halka**lar oluşturmak üzere birbirine bağlanabilmesidir.

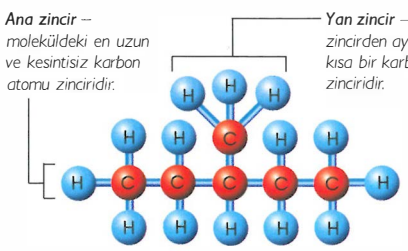
Alifatik bileşikler

Karbon atomlarından oluşan bir **ana zincir**e sahip moleküller içeren organik bileşiklerdir. Zincir **düz, dallanmış** hatta **halka** şeklinde olabilir (ancak **benzen halkası** farklıdır – bkz. **aromatik bileşikler**).

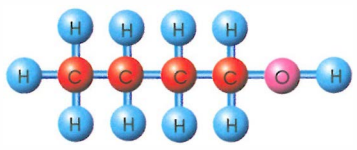
*3-metil pentan molekülünde karbon atomlarının **dallanmış zincir**i. Dallanmış bir zincirde bir karbon atomu, ikiden daha fazla karbon atomuna bağlanmış olabilir.*

***Ana zincir** – moleküldeki en uzun ve kesintisiz karbon atomu zinciridir.*

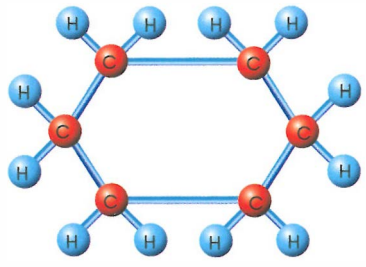
***Yan zincir** – ana zincirden ayrılan, daha kısa bir karbon atomu zinciridir.*



*1-bütanol molekülünde karbon atomlarının **düz zinciri**. Hiçbir karbon atomu, ikiden fazla karbon atomuna bağlı değildir.*



***Siklohekzan** molekülü. Karbon atomu halkası içeren bir molekül örneği.*



Aromatik bileşikler

Moleküllerinde bir **benzen halkası** bulunan organik bileşiklerdir. Bir benzen halkası altı karbon atomu içerir, ancak bir **alifatik** halkadan farklıdır çünkü karbon atomları arasındaki bağlar ne **tekli***, ne de **çift bağ**dır*. Bu bağlar; hem uzunluk hem de tepkinlik açısından, tekli ve çift bağların arasında bir bağdır.

*Bir **benzen halkası**nı göstermenin iki yolu vardır:*

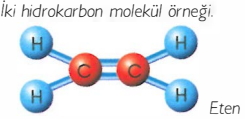


*Karbon atomlarını birleştiren bağlar **tekli bağ*** ile **çift bağ*** arasındadır, çünkü bazı elektronlar molekülün etrafında serbest hareket edebilir.*

Hidrokarbonlar

Yalnızca karbon ve hidrojen atomları içeren organik bileşiklerdir.

İki hidrokarbon molekül örneği.



Eten

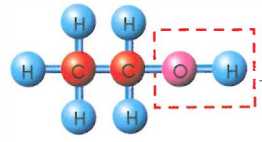


Metan

İşlevsel grup

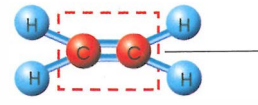
Bir moleküle kimyasal özelliklerinin çoğunu veren bir atom ya da atom grubudur. Organik moleküllerde bu tür birkaç grup bulunabilir (ayrıca bkz. s. 80-81).

***İşlevsel grup**ların çoğunda, karbon ya da hidrojen olmayan en az bir atom vardır.*



Etanol molekülü

***Alkoller**in* **işlevsel grubu** bir **hidroksil** (**-OH**) grubudur.*



Eten molekülü

*Bir **ikili** ya da **üçlü bağ*** ile birleşmiş iki karbon atomu da bir **işlevsel grup** olabilir.*

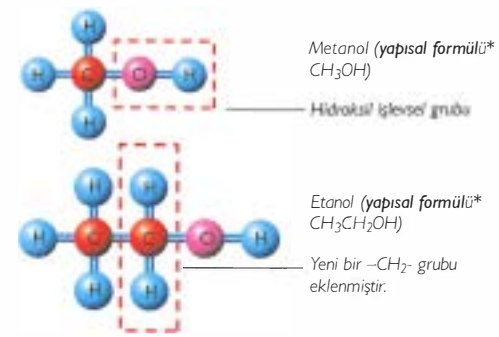
*Alkoller, 82; Karbonatlar, 65; Oksitler, 69; Ortaklaşım bileşikler, Çift bağ, 18; Tekli bağ, Üçlü bağ, 18.

Benzeşik (homolog) diziler

Her seferinde bir $-CH_2-$ grubunun eklenmesiyle büyüyen, organik bileşikler grubudur. Bütün benzeşik diziler (**alkanlar*** dışında) bir **işlevsel grup** da içerir, örneğin **alkoller**in* **hidroksil grubu** (**-OH**). Bir dizideki bileşikler benzer kimyasal özelliklere sahiptir, ancak büyüdükçe fiziksel özellikleri de değişir. Bir benzeşik dizinin tüm bileşikleri için bir **genel formül** vardır.

***Alkoller**in* **genel formül**ü: $C_nH_{2n+1}OH$ (n, karbon atomu sayısıdır).*

Alkollerin* benzeşik dizisindeki ilk iki bileşik:**



*Metanol (**yapısal formül**ü* CH_3OH)*

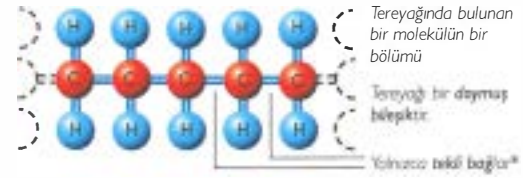
Hidroksil işlevsel grubu

*Etanol (**yapısal formül**ü* CH_3CH_2OH)*

Yeni bir $-CH_2-$ grubu eklenmiştir.

Doymuş bileşikler

Atomları arasında yalnızca **tekli bağ**ların* bulunduğu moleküller içeren organik bileşiklerdir.



Tereyağında bulunan bir molekülün bir bölümü

Tereyağı bir doymuş bileşiktir.

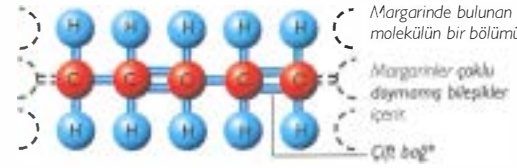
Yalnızca tekli bağlar*

Doymamış bileşikler

Moleküllerinde en az bir tane **çift** ya da **üçlü bağ*** bulunan organik bileşiklerdir.

Çoklu doymamış bileşikler

Moleküllerinde çok sayıda **çift** ya da **üçlü bağ*** bulunan bileşiklerdir, örneğin yumuşak margarinler.



Margarinde bulunan bir molekülün bir bölümü

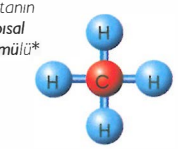
Margarinler çoklu doymamış bileşikler içerir.

Çift bağ*

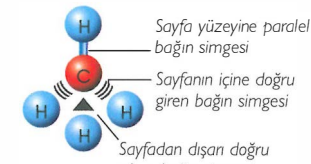
Stereokimya

Moleküllerin 3-boyutlu yapılarını inceleyen kimya dalıdır. Çok benzer organik moleküller (**stereoizomerler**), 3-boyutlu yapıları kıyaslanarak ayırt edilebilir. Bir molekülün 3-boyutlu yapısı, genellikle atomlarının uzaydaki yerleşimlerini gösteren bir **stereokimyasal formül**le* gösterilir.

*Metanın **yapısal formülü***



*Metanın **stereokimyasal formülü***



Molekülün bu basitleştirilmiş hali atomların 3-boyutlu yerleşimini göstermez.

Karbon-hidrojen bağları bir tetrahedron oluşturur.

İzomerler

Molekül formülleri* aynı olan, ama moleküllerindeki atomların yerleşimi ve buna bağlı olarak özellikleri de farklı olan, iki ya da daha çok bileşik. Başlıca iki tür izomer vardır: **Yapısal izomerler** ve **stereoizomerler**

Yapısal izomerler

Molekül formülleri* aynı olan ama **yapısal formül**leri* (atomlarının yerleşim düzeni) farklı olan bileşiklerdir.

*C_2H_6O **molekül formülü**nün* iki farklı **yapısal formülü*** vardır.*

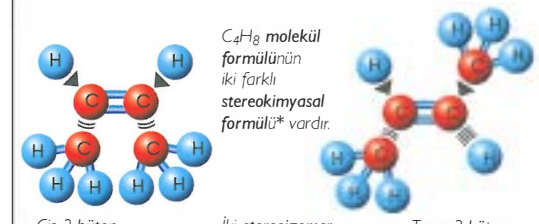
Etanol CH_3CH_2OH *Metoksimetan* CH_3OCH_3



İki yapısal izomer

Stereoizomerler

Molekül formülleri* ve atomlarının gruplaşması aynı olan, ama 3-boyutlu görünüşü farklı olan bileşiklerdir.



*C_4H_8 **molekül formülü**nün iki farklı **stereokimyasal formülü*** vardır.*

Cis 2-büten *İki **stereoizomer*** *Trans 2-büten*

*Alkanlar, 78; **Alkoller**, 82; **Çift bağ**, 18; **Molekül formülü**, 26; **Stereokimyasal formül**, **Yapısal formül** (kısaltılmış) , 26; **Tekli bağ**, 18; **Üçlü bağ**, 18.

ALKANLAR



*Bir alkan olan **propan**, sıcak hava balonlarındaki havayı ısıtmak için kullanılır.*

Parafinler olarak da bilinen **alkanlar doymuş* hidrokarbonlar**dandır* ve **alifatik bileşikler**dir*. Bunlar, **genel formül**ü* C_nH_{2n+2} olan bir **benzeşik dizi*** oluşturur. Dizideki moleküllerin büyüklüğü arttıkça bileşiklerin fiziksel özellikleri değişir (bkz. alttaki çizelge). Alkanlar **apolar*** moleküllerdir. Havada yanarak karbon dioksit ve su oluşturur, ayrıca **halojenler**le* tepkimeye girer, bunların dışında eylemsizdir. **Metan** dışında kalanlar **petrol**den* elde edilir. Alkanlar yakıt olarak ve diğer organik maddelerin (örn. plastik) üretiminde kullanılır.

Alkanların bazı özellikleri

Bileşiğin adı	Molekül formülü*	Yapısal formülü*	Fiziksel hali (25°C'ta)	Kaynama noktası (°C)
Metan	CH_4	CH_4	Gaz	-161,5
Etan	C_2H_6	CH_3CH_3	Gaz	-88,0
Propan	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$	Gaz	-42,2
Bütan	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	Gaz	-0,5
Pentan	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	Sıvı	36,0
Hekzan	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	Sıvı	69,0

*Adın ilk bölümü moleküldeki karbon atomu sayısını, sonundaki *-an* ise molekülün bir alkan olduğunu belirtir (bkz. s. 100).*

Dizideki bir sonraki molekül, her zaman bir $-CH_2-$ grubu kadar daha uzundur.

Molekül uzadıkça fiziksel hal yavaş yavaş değişir.

Moleküller uzadıkça alkanların kaynama noktaları artar. Aynı şekilde, erime noktaları ve yoğunlukları da moleküller büyüdükçe yükselir.

Metan (CH_4)

Alkanlar grubunun en basit bileşiğidir. Renksiz, kokusuz, yanmayan bir gazdır. **Halojenler**le* tepkir (bkz. sağ alttaki denklem) ve bir hidrojen kaynağıdır. **Doğal gaz** % 99 metan içerir.

Etan (C_2H_6)

Alkan grubundan bir bileşiktir. **Doğal gaz**da az miktarda bulunan (bkz. **metan**) ve çoğunlukla **petrol**den* elde edilen bir gazdır. Özellikleri metanınkilere benzer. Diğer organik kimyasalların yapımında kullanılır.

Propan (C_3H_8)

Alkan grubundan bir bileşiktir: Genelikle **petrol**den* elde edilir. Özellikleri etanınkilere benzer. Metal tüplere doldurularak, pişirme ve ısıtma yakıtı olarak kullanılır.



*Alkanlar, yeraltından çıkarılan **petrol**den* ve **doğal gaz**dan elde edilir.*

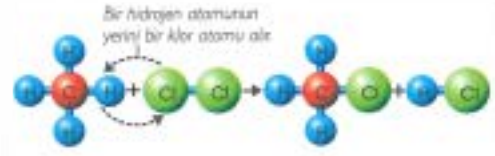
Sikloalkanlar

Karbon atomları bir halka şeklinde birbirine bağlanmış olan alkan molekülleridir (örn. **siklohekzan,** bkz. şekil s. 76). Özellikleri diğer alkanlarınkine benzer.

Ornatma tepkimesi

Yer değiştirme tepkimesi olarak da bilinir. Bir molekülün bir atomunun ya da **işlevsel grubu**nun* farklı bir atom ya da işlevsel grupla yer değiştirdiği tepkimedir. **Doymuş bileşikler**in*, örneğin alkanların molekülleri ornatma tepkimelerine girebilir, ama **katılma tepkimeleri**ne* (bkz. yandaki sayfa) giremez.

Alkan**larla **halojenler arasındaki tepkime, **ornatma tepkimesi**dir. Aşağıda bir örnek verilmektedir:*



ALKENLER

Olefinler olarak da bilinen **alkenler**, **doymamış* hidrokarbonlardandır*** ve **alifatik bileşikler**dir*. Alken moleküllerinin atomları arasında bir ya da daha çok **çift bağ*** vardır. Yalnızca bir çift bağı olanlar, **genel formül**ü* C_nH_{2n} olan bir **benzeşik dizi*** oluşturur. Moleküller büyüdükçe fiziksel özellikleri değişir (bkz. alttaki çizelge). Alkenler **apolar molekül**lerdir*. Dumanlı bir alev çıkararak yanar ve oksijen fazlalığında tamamen **yükseltgenerek*** karbon dioksit ve su oluştururlar. Alkenler, sahip oldukları çift bağ nedeniyle **alkanlar**a göre daha tepkindir – **katılma tepkimeleri**ne girerler, bazıları **polimerler*** oluşturur. Alkenler, alkanlardan **kraking*** (parçalama) yöntemiyle elde edilir ve başta plastik ve antifriz olmak üzere birçok ürünün yapımında kullanılır.

Alkenlerin bazı özellikleri

Bileşiğin adı	Molekül formülü*	Yapısal formülü*	Fiziksel hali (25°C'ta)	Kaynama noktası (°C)
Eten	C_2H_4	$CH_2=CH_2$	Gaz	-104,0
Propen	C_3H_6	$CH_3CH=CH_2$	Gaz	-47,0
1-büten	C_4H_8	$CH_3CH_2CH=CH_2$	Gaz	-6,0
1-penten	C_5H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH=CH_2$	Sıvı	30,0

*Bu rakam moleküldeki **çift bağ**ın* yerini belirtir. Alkenler, **alkanlar** gibi adlandırılır; sonda *-an* yerine *-en* vardır (bkz. s. 100).*

*Her molekül bir $-CH2-$ grubu kadar daha uzundur. **Çift bağ**ın* yeri gösterilir.*

Moleküller uzadıkça gazdan sıvıya, sıvıdan da katıya doğru aşamalı bir değişim vardır.

Molekül uzadıkça alkenlerin kaynama noktaları yükselir. Erime noktaları ve yoğunlukları da aynı eğilimi izler.

Eten (C_2H_4) ya da **etilen**

Alkenlerin en basit bileşiğidir (bkz. yukarıdaki çizelge). Renksizdir ve tatlımsı bir kokusu vardır. **Katılma tepkimeleri**ne girer. **Katılma polimerleşmesi*** sonucunda **politen** olarak bilinen **poli(eten)** oluşturur (bkz. **türdeş polimer,** s. 86). Plastik yapımında ve etanolun yanı sıra birçok başka organik kimyasalın elde edilmesinde kullanılır.

Propen (C_3H_6) ya da **propilen**

Alken grubundan bir bileşiktir: Renksiz bir gazdır. Propanon (aseton olarak da bilinir – bkz. **ketonlar,** s. 80) ve **polipropilen** de denen **poli(propen)** üretiminde kullanılır.

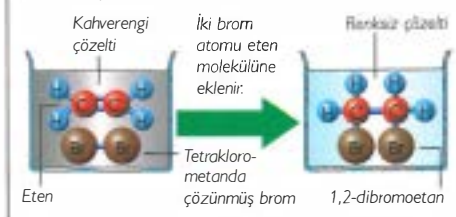
*Bazı mutfak aletleri **propenin polimeri*** olan poli(propen)den yapılır*



Katılma tepkimesi

İki molekülün tepkiyerek daha büyük bir molekül oluşturduğu bir tepkimedir. Moleküllerin biri **doymamış* (çift** ya da **üçlü bağ**a* sahip) olmalıdır.

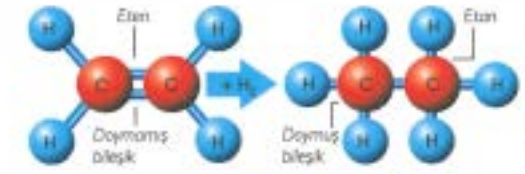
Katılma tepkimesi



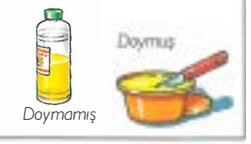
*Bu renk değişmesi alkenler ve diğer **doymamış bileşikler**in* deneylerinde kullanılır.*

Hidrojenleme

Bir doymamış bileşiğin* molekülüne hidrojen atomlarının eklendiği bir **katılma tepkimesi**dir.



*Bu tür tepkimeler, margarin endüstrisinde hayvansal (katı) ve bitkisel (sıvı) yağların sertleştirilmesinde kullanılır. (Bu yağlar **doymamış bileşikler**dir*, ama alken değildir.)*



* **Alifatik bileşikler,** 76; **Apolar molekül,** 19 **(Polar molekül); Çift bağ,** 18; **Doymamış bileşikler,** 77; **Doymuş bileşikler,** 77; **Genel formül,** 77 **(Benzeşik dizi); Halojenler,** 72; **Hidrokarbonlar,** 76; **Molekül formülü,** 26; **Petrol,** 84; **Yapısal formül (kısaltılmış),** 26.

* **Alifatik bileşikler,** 76; **Apolar molekül,** 19 **(Polar molekül); Çift bağ,** 18; **Doymamış bileşikler,** 77; **Doymuş bileşikler,** 77; **Genel formül,** 77 **(Benzeşik dizi); Hidrokarbonlar,** 77; **Katılma polimerleşmesi,** 86; **Kraking,** 84; **Molekül formülü,** 26; **Polimerler,** 86; **Üçlü bağ,** 18; **Yapısal formül (kısaltılmış),** 26; **Yükseltgenme,** 34.

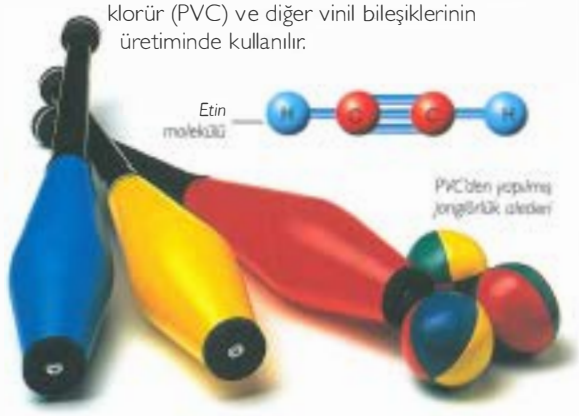
ALKİNLER

Asetilenler olarak da bilinen **alkinler, doymamış*** (her molekülde bir tane karbon-karbon **üçlü bağ*** vardır) **alifatik birleşikler**dir*. **Hidrokarbon*** olan bu bileşikler **genel formülü*** C_nH_{2n-2} olan bir **benzeşik dizi*** oluşturur. Alkinler de **alkanlar*** gibi adlandırılır, ancak adların sonuna -an yerine -in getirilir (bkz. s. 100). **Apolar moleküller**dir* ve kimyasal özellikleri **alkenleri**nkine* benzer. Havada isli bir alevle, saf oksijende ise çok sıcak bir alevle yanarlar. Alkenler **kraking*** (parçalama) yöntemiyle elde edilir. Plastik ve çözücülerin yapımında kullanılır.

Bileşiğin adı	Yapısal formülü*
Etin	CH ≡ CH
Propin	$CH_3C \equiv CH$
1-bütin	$CH_3CH_2C \equiv CH$

Etin (C_2H_2) ya da **asetilen**

Alkinlerin en basit bileşiğidir. Renksiz, havadan hafif ve biraz tatlı kokulu bir gazdır: Alkinler içinde tek yaygın olan bileşiktir. Etin, diğer alkinlerin girdiği tüm tepkimelere girer; ancak şiddeti daha fazladır; örneğin klorla tepkimesi patlayıcı etkisi yapar: **Kraking*** (parçalama) yöntemiyle üretilir. Çok sıcak bir alevle yandığından, oksiasetilen kaynak hamlaçlarında, polivinil klorür (PVC) ve diğer vinil bileşiklerinin üretiminde kullanılır.

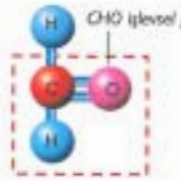


Diğer benzeşik diziler

Aşağıdaki organik bileşik grupları, **alifatik bileşikler**den* **benzeşik diziler*** oluşturur. Her dizinin belli bir **işlevsel grubu*** vardır ve gruptaki bileşikler benzer kimyasal özelliklere sahiptir.

Aldehitler

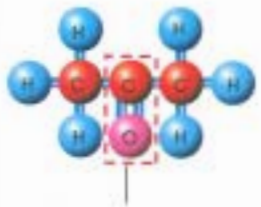
Bir **–CHO işlevsel grubu*** içeren bileşiklerdir. **Genel formülü*** $C_nH_{2n+1}CHO$ olan bir **benzeşik dizi*** oluşturur. **Alkanlar*** gibi adlandırılır, ama adın sonuna -an yerine -al getirilir (bkz. s. 101). Renksiz, sıvı (**metanal** dışında) ve **indirgen**dir*. **Katılma***, **yoğunlaşma*** ve polimerleşme **tepkimeleri**ne* girer: **Yükseltgendiğinde*** **karboksilik asitleri** oluşturur.



*En basit **aldehit** olan **metanal** (**HCHO**) yani **formaldehit** molekülü. Renksiz, keskin kokulu ve zehirli bir gazdır. Suda çözündüğünde, biyolojik örneklerin saklanmasında kullanılan **formalin**i oluşturur. Ayrıca **polimerler**in* ve yapıştırıcıların yapımında kullanılır.*

Ketonlar

Bir **karbonil grubu (–CO- işlevsel grubu*)** içeren bileşiklerdir. Ketonlar karmaşık bir **genel formülü*** olan bir **benzeşik dizi*** oluşturur. **Alkanlar*** gibi adlandırılır; ama adın sonuna -an yerine -on getirilir. Çoğu renksiz sıvıdır. Kimyasal özellikleri **aldehitler**inkine benzer, ancak **indirgen*** değildir.



Karbonil grubu (–CO–)

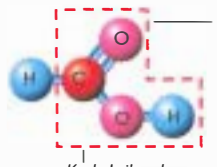
*En basit **keton** **propanon** (**CH_3COCH_3**) yani **aseton** molekülü*

***Propanon,** suyla karışan renksiz bir sıvıdır. **Akrilik** üretiminde ve bir çözücü olarak (örn. tırnak boyası silmek için) kullanılır.*

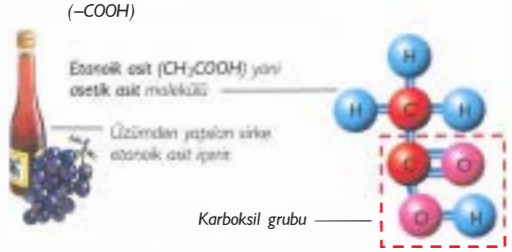


Karboksilik asitler

Bir **karboksil** grubu (bir **–COOH işlevsel grubu***) içeren ve **genel formülü*** $C_nH_{2n+1}COOH$ olan bir **benzeşik dizi*** oluşturan bileşiklerdir. Adlarının sonunda -oik vardır (bkz. s. 101). Keskin kokulu, renksiz, **zayıf asit**lerdir*. **Alkoller**le* tepkiyerek **esterler**i oluştururlar (bkz. **yoğunlaşma tepkimesi**, s. 83).

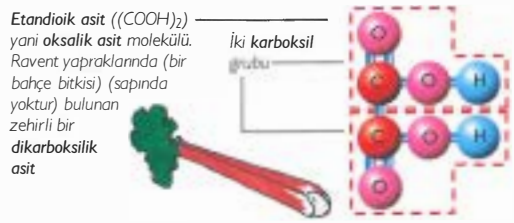


*En basit **karboksilik asit** olan **metanoik asit** (**HCOOH**) yani **formik asit** molekülü – karıncalarda ve ısırgan otunda bulunan bir sıvıdır.*



Dikarboksilik asitler

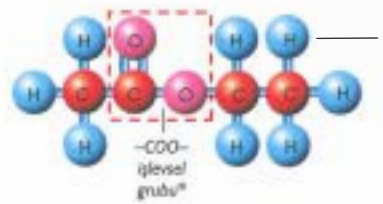
Her bir molekülünde iki **karboksil grubu** (bkz. **karboksilik asitler**) içeren bileşiklerdir.



Etandioik asit** ($(COOH)_2$) yani **oksalik asit** molekülü. Ravent yapraklarında (bir bahçe bitkisi) (sapında yoktur) bulunan zehirli bir **dikarboksilik asit

Esterler

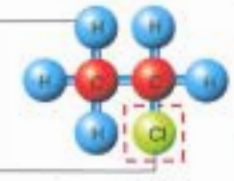
Her molekülünde bir **–COO– işlevsel grubu*** bulunan bileşiklerden oluşan bir **benzeşik dizi**dir*. Eylemsiz, renksiz sıvılardır. Bir **karboksilik asidin** bir **alkol**le* tepkimesinden oluşur (bkz. **yoğunlaşma tepkimesi**, s. 83). Bitkisel (sıvı) ve hayvansal (katı) yağlarda bulunur. Meyve ve çiçeklere tat ve kokularını verir. Parfümlerde ve lezzetlendirici maddelerde kullanılır.



***Etil etanoat** ($CH_3COOCH_2CH_3$) yani **etil asetat esterinin** molekülü. Armut kokusu olan bazı esterler tatlılarda kullanılır.*

Alkil halojenürler ya da **halojenoalkanlar**

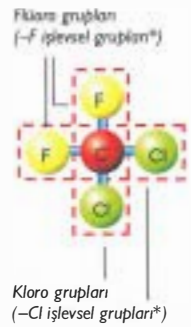
Bir ya da daha çok **halojen*** atomu içeren bileşiklerden oluşan bir **benzeşik dizi**dir*. (ayrıca bkz. s. 101). Çoğu renksiz, suyla karışmayan **uçucu*** sıvılardır: **Ornatma tepkimeleri**ne* girer. En tepkin olanı iyot, en az tepkin olanı ise flüor içerir.



*Bir **alkil halojenür** olan **kloroetan** (CH_3CH_2Cl) molekülü. Buzdolaplarının soğuk tutulmasını sağlar (bkz. **buzdolabı soğutucusu**, s. 117).*

*Klor atomu **halojen*** işlevsel grubu**dur*. Buna **kloro grubu** (**–Cl**) denir (bkz. s. 101).*

Önemli bazı organik bileşiklerin moleküllerinde birden fazla **halojen*** atomu bulunur.



*Klor, flüor ve karbondan oluşan bir **kloroflüorokarbon** bileşiği olan **freon**un (CCl_2F_2) molekülü (önceleri aerosol püskürtücülerinde kullanılırdı)*

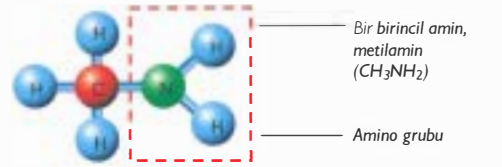
*Atmosferin uydudan alınan bu görüntüsündeki turuncu bölge, **ozon*** katmanındaki deliği göstermektedir. Bunun freondan kaynaklandığı düşünülmektedir, bu nedenle aerosol püskürtücülerinde artık başka maddeler kullanılmaktadır.*



PTFE ayrıca tavalarda yapışmayı önleyici kaplama olarak kullanılır.

Birincil aminler

Bir **amino grubu (–NH_2 işlevsel grubu*)** içeren bileşiklerdir: **Zayıf baz**lardır* ve balığınkine benzer bir kokuları vardır.



Diaminler

Her bir molekülünde iki **amino grubu** bulunan bileşiklerdir.

* Alifatik bileşikler, 76; Alkanlar, 78; Alkenler, 79; Apolar molekül, 19; Doymamış bileşikler, 77; Genel formül, 77 (Benzeşik dizi); Hidrokarbonlar, 76; İndirgen, 34; İşlevsel grup, 76; Katılma tepkimesi, 79; Kraking, 84; Polimerleşme, Polimerler, 86; Üçlü bağ, 18; Yapısal formül, 26; Yoğunlaşma tepkimesi, 83; Yükseltgenme, 34.

* Alkoller, 82; Genel formül, 77 (Benzeşik dizi); Halojenler, 72; İşlevsel grup, 77; Ornatma tepkimesi, 78; Ozon, 96 (Ozon katmanının delinmesi); Uçucu, 117; Zayıf asit, Zayıf baz, 38

ALKOLLER

Her bir molekülünde bir ya da daha çok **hidroksil grubu (–OH işlevsel grubu*)** olan organik bileşiklerdir. Aşağıda verilen alkollerin hepsi **genel formülü*** $C_nH_{2n+1}OH$ olan alkollerin **benzeşik dizi**sine* mensup, **alifatik bileşikler**dir*. Dizideki molekül sayısı arttıkça fiziksel özellikleri, aşağıdaki çizelgede belirtildiği gibi dengeli bir şekilde değişir. İçerdikleri **hidroksil grupları** nedeniyle, alkol molekülleri **polar**dır* ve **hidrojen bağları**na* sahiptir. Kısa zincirli alkoller suyla tamamen karışır, oysa uzun zincirliler, daha fazla sayıda –CH2– grubu içerdiklerinden daha az polardır ve bu nedenle de suyla tamamen karışamaz. Alkoller suda **iyonlaşma**z* ve **nötrdür***, yandığında ise karbon dioksit ve su oluşturur.

Bazı alkollerin özellikleri

Bileşiğin adı	Yapısal formül*	Fiziksel hal (25°C'ta)	Kaynama noktası (°C)
Metanol	CH_3OH	Sıvı	65,5
Etanol	CH_3CH_2OH	Sıvı	78,5
1-propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$	Sıvı	97,2
1-bütanol	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	Sıvı	117,6

*Alkoller **alkanlar*** gibi adlandırılır, ama adlarının sonuna –ol getirilir. Adın başındaki rakam **hidroksil grubu**nun hangi karbon atomuna bağlı olduğunu gösterir (bkz. yandaki sayfa ve s. 100-101).*

Aşağı doğru inildikçe moleküller bir $-CH_2-$ grubu kadar uzar.

Moleküller uzadıkça alkollerin kaynak noktası yükselir.

*Moleküller uzadıkça alkollerin kaynama noktası yükselir. Kaynama noktalarının **bağıl molekül kütlelerine*** göre yüksek olması **hidrojen bağları**ndan* kaynaklanır.*

Alkoller sodyumla tepkimeye girer:

$$\underset{\text{Etanol}}{2CH_3CH_2OH} + \underset{\text{Sodyum}}{2Na} \rightarrow \underset{\text{Sodyum etoksit}}{2CH_3CH_2ONa} + \underset{\text{Hidrojen}}{H_2}$$

Alkoller fosfor halojenürlerle tepkidiğinde **alkil halojenür**leri (bkz. s. 81), **karboksilik asitler**le* tepkidiğinde ise **esterleri** (bkz. **yoğunlaşma tepkimesi** ve s. 81) oluşturur.

Birincil alkoller yükseltgendiğinde* önce **aldehitler**i* daha sonra **karboksilik asitler**i* oluşturur.

*Asitlendirilmiş potasyum permanganat **katalizörü***

$$\underset{\text{1-propanol}}{CH_3CH_2CH_2OH} \rightarrow \underset{\text{Propanal}}{CH_3CH_2CHO} \rightarrow \underset{\text{Propanoik asit}}{CH_3CH_2COOH}$$

İkincil alkoller yükseltgendiğinde* ketonları oluşturur (bkz. s. 80).

*Asitlendirilmiş potasyum permanganat **katalizörü***

$$\underset{\text{2-propanol}}{CH_3CHOHCH_3} \rightarrow \underset{\text{Propanon}}{CH_3COCH_3}$$

Etanol (CH_3CH_2OH ya da genellikle C_2H_5OH)

Etil alkol kısaca **alkol** olarak da bilinir. Biraz tatlımsı bir kokusu olan, suda çözünen ve hayli yüksek bir kaynama noktasına sahip bir sıvıdır. Yandığında neredeyse renksiz bir alev çıkarır. Etenin su buharıyla tepkimesinden elde edilir. Ayrıca **alkol mayalanması** yöntemiyle de üretilir.



__Etanol__ bir çözücü olarak ve mavi ispirtoda kullanılır. Ayrıca parfüm, boya, vernik ve alkollü içecekler gibi başka birçok kullanım alanı daha vardır

Alkol mayalanması



Şarap üzümdeki glikozun mayalandırılmasıyla yapılır.

Alkollü içeceklerin etken maddesi olan **etanol**ün, meyvelerden ve tahıl tane-lerinden elde edilmesinde kullanılan yöntemdir. Meyvelerde ve tahıl tanelerinde bulunan **glikoz*** **enzim**ler*** (canlı hücrelerindeki **katalizör**ler*) tarafından etanole dönüştürülür. Bu süreçte maya kullanılır – mayanın içindeki **zimas** enzimi, glikozun etanole dönüşmesinde katalizör işlevi yapar.

Laboratuvarda mayalanma



***Etanol** derişimi çok fazla artarsa maya ölür. Alkol derecesi yüksek olan içkiler (örn. tahıldan yapılan viski), etanol çözeltisinin **damıtılması**yla* elde edilir. Damıtmada etanol sudan ayrılır ve elde edilen derişik alkol, daha sert içkilerin yapımında kullanılır.*

$$\underset{\text{Glikoz çözeltisi (meyveden ya da arpadan)}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{Enzim*}} \underset{\text{Etanol}}{2CH_3CH_2OH} + \underset{\text{Karbon dioksit}}{2CO_2}$$

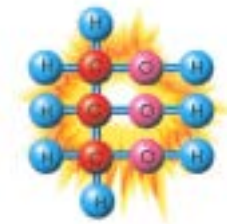
Polihidrik alkoller

Moleküllerinde birden çok **hidroksil grubu** bulunan alkollerdir (bkz. s. 82).

***Etan-1,2-diol** ya da **etilen glikol** bir dioldur (iki **hidroksil grubu** içerir). Antifriz olarak kullanılır*

***Propan-1,2,3-triol**, **gliserin** yani **gliserol** bir **triol**dur (üç **hidroksil grubu** içerir). Patlayıcı yapımında kullanılır.*





Yoğunlaşma tepkimesi

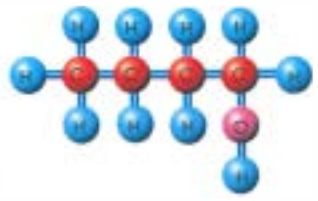
Tepkimeye giren iki molekülün, bir küçük molekül (örn. su) kaybederek tek bir molekül oluşturduğu bir tepkime türüdür. (Ayrıca bkz. **yoğunlaşma polimerleşmesi,** s. 86.)

*Bir **yoğunlaşma tepkimesi** örneği:*

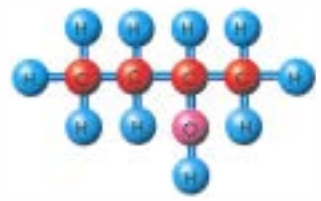
$$\underset{\text{Etanol}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{Etanoik asit}}{CH_3COOH} \rightarrow \underset{\text{Etil etanoat}}{CH_3COOCH_2CH_3} + \underset{\text{Su molekülü kaybedilir}}{H_2O}$$

Bu tepkime, aynı zamanda bir **esterleşme tepkimesi**dir – etil etanoat bir **ester**dir*. Bir alkolle bir organik asidin tepkimesinden her zaman bir ester oluşur.

Birincil, ikincil ve üçüncül alkoller



*Bir **birincil alkol** olan **1-bütanol** molekülü. **Hidroksil grubu**nun (bkz. giriş paragrafı) bağlı olduğu karbon atomuna iki hidrojen atomu bağlıdır.*



*Bir **ikincil alkol** olan **2-bütanol** molekülü. Hidroksil grubunun (bkz. giriş paragrafı) bağlı olduğu karbon atomuna bir hidrojen atomu bağlıdır.*



*Bir **üçüncül alkol** olan **2-metil 2-propanol** molekülü. Hidroksil grubunun (bkz. giriş paragrafı) bağlı olduğu karbon atomuna hidrojen atomu bağlı değildir.*

*Alkollerin adlarının önündeki rakamlar **hidroksil grubu**nun bağlı olduğu karbon atomunun yerini belirtir (sondan başlayarak sayılır). (Alkollerin adlandırılmasıyla ilgili ayrıntılı bilgi için bkz. s. 100-101.)*

* **Aldehitler,** 80; **Alifatik bileşikler,** 76; **Alkanlar,** 78; **Bağıl molekül kütlesi,** 24; **Genel formül,** 77 **(Benzeşik dizi); Hidrojen bağı,** 20; **İşlevsel grup,** 76; **İyonlaşma,** 16; **Karboksilik asitler,** 81; **Katalizör,** 47; **Nötr,** 37; **Polar molekül,** 19; **Yapısal formül (kısaltılmış),** 26; **Yükseltgenme,**

***Damıtma,** 106; **Enzim,** 47; **Esterler,** 81; **Glikoz,** 90; **Katalizör,** 47; **Yükseltgenme,** 34.

PETROL

Petrol yani daha genel adıyla **ham petrol**, genellikle yeraltında ve deniz tabanının altında, çok derinde bulunan, koyu renkte, kalın kıvamlı bir sıvıdır. Çoğunlukla, büyük bölümü **metan**dan* oluşan **doğal gaz**la* birlikte bulunur. Petrol, hayvanların ve bitkilerin milyonlarca yıllık bir süre içinde basınç altında bozunmasıyla meydana gelir. Çok çeşitli büyüklük ve yapıdaki **alkan*** bileşiklerinin bir karışımıdır. Petrolün **arıtılması**yla çok sayıda yararlı ürün elde edilir.

Arıtma

Petrolün daha yararlı ürünlere dönüştürülmesi için uygulanan bir dizi yöntemdir. Arıtma, başlıca üç süreçten oluşur -- **birincil damıtma, kraking** (parçalama) ve **reforming** (düzeltim)

Birincil arıtma ya da ayrımsal damıtma

Petrolü, kaynama noktalarına göre **kesimlerine** ayırmak için kullanılan bir yöntemdir (ayrıca bkz. s. 106). İşlemin yapıldığı **ayrımlama kulesi**nin (bkz. yandaki şekil) alt kısmı çok sıcak tutulur; yukarıya çıkıldıkça sıcaklık azalır. Kaynatılan petrol, buhar halinde kuleye girer ve yukarı doğru çıktıkça ısı kaybeder. Bir kesim, kaynama noktasının hemen altındaki bir sıcaklıkta bir tepsiye ulaştığında tepsinin üzerinde yoğunlaşır ve borularla dışarı alınarak, daha da ayrımlanmak üzere yeniden damıtma işlemine gönderilir.



Kesim (Fraksiyon)

Birincil damıtmadan elde edilen ve kaynama noktaları birbirine yakın sıvılardan oluşan bir karışımdır. **Hafif kesimlerin** kaynama noktaları düşüktür ve **hidrokarbon*** zincirleri kısadır. **Ağır kesimlerin** ise kaynama noktaları yüksektir ve zincirleri uzundur.

Kraking (Parçalama)

Bu tepkimede büyük **alkanlar*** daha küçük alkanlara ve **alkenler**e* dönüşür. Daha küçük alkanlar **benzin** olarak kullanılır. Kraking, yüksek sıcaklıklarda ya da bir **katalizör*** eşliğinde gerçekleşir **(katalitik kraking).**

C_9H_{20} → C_7H_{16} + C_2H_4

Alkan (Nonan) — *Alkan (Heptan)* — *Alken (Eten*)*

Reforming (Düzeltim)

Benzinin hafif **kesimlerden** elde edilmesinde kullanılan bir yöntemdir. **Düz zincir**li* **alkanlar*** parçalanarak, **dallanmış zincir**li* moleküller halinde yeniden birleştirilir.

Rafineri gazı

Başlıca bileşeni **metan*** olan bir gazdır. **Propan** ve **bütan** (her ikisi de **alkan**dır*) içeren diğer hafif kesimler, **sıvılaştırılmış petrol gazına** (**LPG**) dönüştürülür.



*Sıvılaştırılmış petrol gazı (bkz. **rafineri gazı**), tüp gaz olarak kullanılır.*

Kimyasal hammaddeler

Petrolün organik kimyasallar üretiminde kullanılan kesimleridir. Bunların en önemlileri, benzin kesiminin bir bölümü olan, **rafineri gazı** ile **nafta**dır.



Kimyasal hammaddeler boya yapımında kullanılır.

Rafineri gazı

Benzin

Birincil damıtmadan elde edilen sıvı **kesim**dir. 5 ila 12 karbon atomlu molekülleri olan **alkanlar**dan* oluşur. Kaynama noktası 40°C - 150°C arasında değişir. (Ayrıca bkz. **kraking** ve **reforming.**)

Oktan sayısı

Benzinin yanma verimini belirten 0 - 100 arasındaki bir değerdir. Oktan sayısı, metil-üçüncül-bütil-eter ($C_5H_{12}O$) gibi bir **vuruntu önleyici madde** kullanılarak yükseltilebilir.



*Otomobillerde kullanılan **benzin**in **oktan sayısı** 90'ın üzerindedir. Ağırlıklı olarak, **dallanmış zincirli** **alkanlar**dan* oluşur.*

Benzin

Gazyağı ya da kerosen

Birincil damıtmadan elde edilen bir sıvı **kesim**dir. 9 ila 15 karbon atomlu molekülleri olan ***alkanlar***dan* oluşur. Kaynama noktası 150°C - 250°C arasında değişir.



Gazyağı

Mazot ya da motorin

Birincil damıtmadan elde edilen bir sıvı **kesim**dir. 12 ila 25 ya da daha çok karbon atomlu molekülleri olan **alkanlar**dan* oluşur. Kaynama noktası 250°C ve üzeridir.

*Mazot, dizel motorlarda **yakıt*** olarak kullanılır.*



Mazot

Artık

Birincil damıtmadan arta kalan sıvı kısımdır. **Bağıl molekül kütlesi*** çok yüksek olan **hidrokarbonlar**dan* oluşur. Molekülleri 40'a kadar karbon atomu içerir ve kaynama noktası 350°C üzerindedir. Bir kısmı **yağyakıt** (fuel oil) olarak, yapıların ısıtılmasında ve elektrik üretiminde kullanılır. Geri kalanı ise yeniden damıtılarak yanda belirtilen maddelere dönüştürülür.

Yağlama yağı



Artığın vakum içinde damıtılmasından elde edilen, **uçucu*** olmayan sıvılardan oluşan bir karışımdır.

Hidrokarbon mumları ya da parafin mumu



Artığın vakum içinde damıtılmasından sonra **yağlama** yağından ayrılan yumuşak katılardır.

Mumlar ve cilada

Bitüm ya da asfalt



Artığın vakum içinde damıtılmasından arta kalan bir sıvıdır. Oda sıcaklığında katranımsı, siyah, yarı-katı bir maddedir.

Yol kaplamaları ve çatılarda

Artık

Elektrik kuvveti, 4; **Elektromanyetik dalgalar**, 44, **Frekans**, 33, **Nukleonlar**, 80 **(Çekirdek)**; **Potansiyel farkı** 56, **Potansiyel enerji**, 6; **Protonlar**, 80

* **Alkanlar**, 78, **Bağıl molekül kütlesi**, 24 **Dallanmış zincir**, 76, **Hidrokarbonlar**, 76; **Metan**, 78, **Uçucu**, 117 **Yakıt**, 94

POLİMERLER VE PLASTİKLER

Polimerler, çok sayıda **monomer**in (küçük moleküllerin), yinelenen diziler halinde birbirine bağlanmasıyla oluşan maddelerdir. Çok uzun molekülleri vardır ve **bağıl molekül kütleleri*** çok yüksektir. Doğada bulunabildikleri gibi (örn. **proteinler***), çok çeşitli **yapay polimer** de vardır (örn. **plastikler**).



***Yapay polimerler** (örn. **plastikler,** bkz. s. 87) birçok alanda kullanılır. Motosiklet yarışçılarının kaskları, yapay elyafla güçlendirilmiş **ısılsertleşir plastik**ten yapılır. Ayrıca, gövdede kullanılan plastik malzeme motosikletin ağırlığını azaltarak yakıt tasarrufu sağlar.*

Monomerler

Birbiriyle tepkiyerek polimerleri oluşturan hayli küçük moleküllerdir. Örneğin **eten*** molekülleri, birbirleriyle tepkiyerek politen oluşturur (ayrıca bkz. sağ altta verilen türdeş polimer denklemi).

Bir polimerleşme tepkimesinin basitleştirilmiş resmi – monomerlerin birbiriyle bağ yaparak bir polimer oluşturması



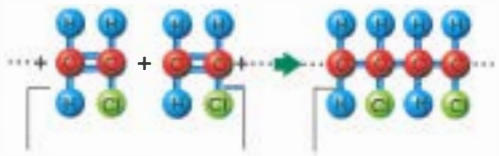
*Her biri bir **monomer***

*Tamamı bir **polimer***

Katılma polimerleşmesi

Monomerler**in hiçbir atom kaybetmeden birbirlerine bağlandığı tepkimelere denir. Oluşan tek ürün polimerdir ve monomerle aynı ***kaba formül**e* sahiptir. (Ayrıca bkz. ***katılma tepkimesi, s. 79.)

Bir katılma polimerleşmesi tepkimesi örneği



*Vinil klorür **monomeri***

*Vinil klorür **monomeri***

Polivinil klorür (PVC)** polimeri **(türdeş polimer)

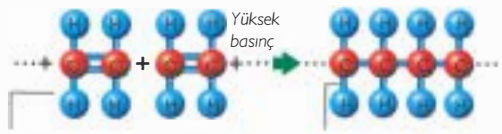
Yoğunlaşma polimerleşmesi

Monomerlerin, su molekülü gibi küçük moleküller kaybederek polimerler oluşturduğu, polimerleşme tepkimelerine denir. (Bkz. **yoğunlaşma tepkimesi**, s. 83.)

Türdeş polimer (homopolimer)

Aynı türdeki **monomer**lerden oluşan bir polimerdir.

Bir türdeş polimer olan politenin oluşma tepkimesi



*Bütün **monomerler eten*** molekülleridir.*

*Bu bir **katılma polimerleşmesi** tepkimesidir.*

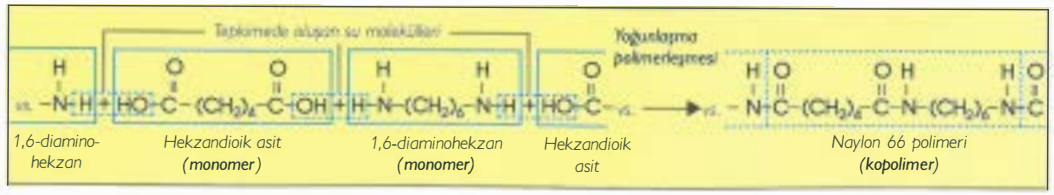
***Politen** molekülünün bir bölümü*

Kopolimer

İki ya da daha fazla farklı **monomer**den oluşan bir polimerdir. (Bkz. aşağıdaki **yoğunlaşma polimerleşmesi** örneği.)

Polimer parçalanması

Bir polimerin kendisini oluşturan **monomerler**e ayrılmasına denir. Örneğin, **akrilik** ısıtıldığında polimer parçalanması olur.

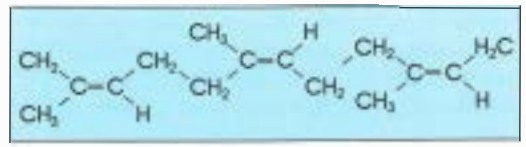


*Bağıl molekül kütlesi, 24; Eten, 79; Kaba formül, 26; Proteinler, 91

Doğal polimerler ya da biyopolimerler

Doğada bulunan, örneğin **nişasta** ve **kauçuk** gibi polimerlerdir. **Nişasta, glikoz*** monomerlerinden oluşur. (Nişasta polimerinin resmi için bkz. **nişasta**, s. 90.)

Kauçuk polimerinin bir bölümü



*Kauçuk, kauçuk ağacının özsuyu olan **lateks**ten* çıkarılır ve **kükürtle sertleştirme*** (vulkanizasyon) işleminden geçirildikten sonra, otomobil lastiği, hortum gibi birçok maddenin yapımında kullanılır.*

Yapay ya da sentetik polimerler

Laboratuvarlarda ve endüstride üretilen, örneğin **naylonlar** gibi, **doğal olmayan polimerler**dir.

Plastikler

Kolayca şekillendirilebilen **yapay polimerler**dir. **Petrol**den* türetilen kimyasallardan yapılır. Genellikle dayanıklı, ısıl ve elektriksel yalıtkanlığı olan hafif katılardır: Çoğu biyolojik olarak bozunmaz (**biyolojik bozunur*** değildir) ve yandığında zehirli duman çıkarır. İki tür plastik vardır – ısıtıldığında yumuşayan ya da eriyen **ısılyumuşar** (termoplastik) plastikler (örn. politen) ve ısıtıldığında sertleşen ve yeniden erimeyen **ısılsertleşir** (termoset) plastikler (örn. tezgâhların üzerinde kullanılan plastik).

Polyesterler

Diol* ve **dikarboksilik asit*** monomerlerinin, **yoğunlaşma polimerleşmesi**yle elde edilen **kopolimerler**dir. Monomerler birbirine **esterler**de* bulunan –COO– **işlevsel grup**larıyla* bağlıdır.



*Teknelerin yelkenleri **polyester**den yapılır. Elyaf halinde üretilen bazı **polyester**ler, giysi ve döşeme kumaşlarında kullanılır.*

Naylonlar

Bir **poliamit** grubu olan naylonlar güçlü, kolay kolay eskimeyen, esneyen, su emmeyen ve çürümeyen polimerlerdir. Genellikle başka elyaf maddelerle birlikte dokumalarda kullanılır. (Naylon 66'nın elde edilmesi için bkz. **yoğunlaşma polimerleşmesi** denklemi, s. 86.)

Poliamitler

Bir **dikarboksilik asit*** **monomer**inin, bir **diamin*** **monomer**iyle **yoğunlaşma polimerleşmesi** sonucunda oluşan **kopolimerler**dir (örn. **naylonlar**).

Polistiren yani **poli(fenileten)**

Stirenin **(fenileten)** katılma **polimerleşmesi** sonucunda oluşan bir **türdeş polimer**dir.



***Polistiren,** atılabilir çatal, kaşık ve bardak yapımında kullanılır. Ambalajlama ve yalıtımda, havayla genleştirilmiş polistiren levhalar kullanılır.*

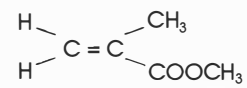
Politen

Poli(eten) ve **poli(etilen)** de denir. **Eten**in* **katılma polimerleşmesi**nden oluşan bir **türdeş polimer**dir (bkz. **türdeş polimer,** s. 86). Politen, kullanılan yönteme göre iki farklı şekilde üretilir – düşük yoğunlukta yumuşak bir malzeme olarak ya da yüksek yoğunlukta daha sert, esnemeyen bir malzeme olarak. Politenin **bağıl molekül kütlesi*** 10.000 ila 40.000 arasında değişir. Birçok maddenin yapımında kullanılır, örneğin, yumuşak olanından politen (naylon) torba, sert olanından ise leğen, vs yapılır.

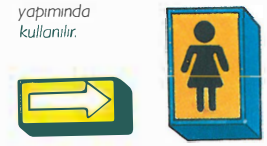
Akrilik

Poli(metilmetakrilat) ve **poli((1-metoksi karbonil)-1-metileten)** olarak da adlandırılır. **Katılma polimerleşmesi**nden oluşan bir **türdeş polimer**dir. Genellikle cam yerine kullanılır.

*Akrilik **monomeri, metil metakrilat***



***Akrilik** işaret levhalarının yapımında kullanılır.*



Polivinil klorür (PVC) yani poli(kloroeten)

***PVC** kaplama, sualtı video kamerasının ıslanmamasını sağlar.*

Dayanıklılığı nedeniyle birçok şeyin (örn. şişe, eldiven) yapımında kullanılan bir **türdeş polimer**dir. (Ayrıca bkz. **katılma polimerleşmesi** resmi, s. 86.)



* **Bağıl molekül kütlesi,** 24; **Biyolojik bozunur,** 96; **Diaminler,** 81; **Dikarboksilik asitler,** 81; **Dioller,** 83 **(Polihidrik alkoller); Esterler,** 81; **Eten,** 79; **Glikoz,** 90; **İşlevsel grup,** 76; **Karboksil grubu,** 81 **(Karboksilik asitler); Kükürtle sertleştirme,** 117; **Lateks,** 117; **Petrol,** 84.

DETERJANLAR

Deterjan, içine katıldığı suyun kirleri gidermesini sağlayan maddedir. Bu işlevi üç şekilde yerine getirir: suyun **yüzey gerilimi**ni* azaltıp damlacıklar oluşturmadan düzgünce dağılmasını sağlayarak, yağ moleküllerinin suda çözünmesini sağlayarak ve serbestleşen kirlerin suda asıltı halinde kalmasını sağlayarak. **Sabun** da bir tür deterjandır, ancak **sabunsuz deterjan**lar da vardır.

Deterjan molekülü

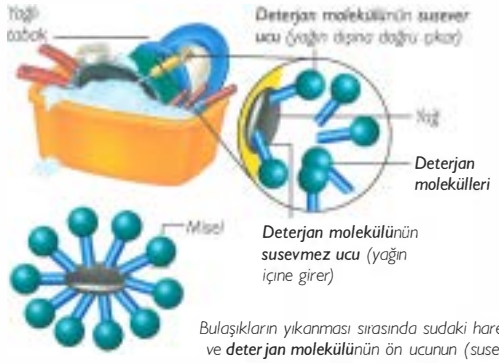
Bir ucunda **işlevsel grup*** olan uzun bir **hidrokarbon*** zincirinden oluşan, büyük bir moleküldür (işlevsel grup, bulunduğu ucu **polar*** yapar). **Apolar*** zincir **susevmez** (hidrofobik), polar uç ise **susever** (hidrofilik) yapıdadır. Suyun içinde bu moleküller bir araya gelerek **misel**ler oluşturur.

Bir deterjan molekülünün basitleştirilmiş görünümü



Misel

Deterjan moleküllerinin suda küresel gruplaşmasıdır (kiri saran bir tür koruyucu koloittir). Yağlar; miselin ortasındaki **susevmez** bölgede çözünür. Aşağıdaki resimler, sıvı bulaşık deterjanındaki misellerin yağı nasıl giderdiğini göstermektedir.



*Bulaşıkların yıkanması sırasında sudaki hareket ve **deterjan molekülü**nün ön ucunun (susever) suya yönelmesi, deterjanı ve yağı dışarı çeker. Yağın etrafında hemen bir **misel** (yanda) oluşur. Miseller, yağı çözeltinin içinde asılı halde tutar.*

Sabun

Bir deterjan türüdür. Uzun zincirli bir **karboksilik asidin*** (örn. oktadekanoik asit) sodyum ya da potasyum **tuz**udur* (bkz. alttaki denklem). Hayvansal (katı) ya da bitkisel (sıvı) yağların (**esterler***) sodyum hidroksit veya potasyum hidroksit ile tepkimeye sokulmasıyla elde edilir (potasyum hidroksitle yapılan sabunlar daha yumuşaktır). Sabun elde etme sürecine **sabunlaştırma** adı verilir. Sabun molekülleri suda **misel**ler oluşturur. Sabun, **sert su**da* köpüklü bir kir tabakası oluşturur, oysa **sabunsuz deterjanlar** oluşturmaz.

Sabunlaştırma (sabun üretimi)

*Belli miktarda **katı yağ*** ve sodyum hidroksit ya da potasyum hidroksit çözeltileri geniş, içi boş ve kolona benzer bir yapıya sürekli olarak beslenir. Kolonda yüksek sıcaklık ve basınç vardır.*

Sabun fabrikası



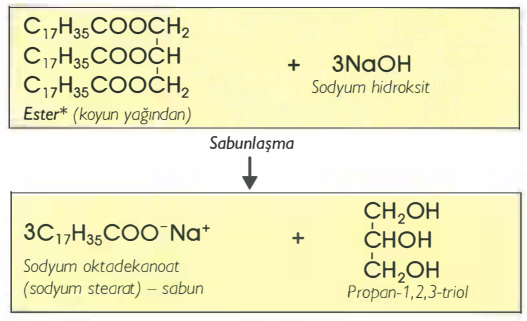
Sabun ve propan-1,2,3-triol oluşur, daha sonra karışım tuzlu suda çözülür.



*Sürecin son aşaması olan **tam hazırlama**da, tepkimeye girmemiş olabilecek uzun zincirli **karboksilik asitler*** alkali ile **nötrleştirilir*** ve tuz derişimi ayarlanır. Daha sonra, sabunu ayırmak için karışım santrifüj edilir.*



Sabunlaşma denklemi



*Bütün **sabun** molekülleri, uzun zincirli **karboksilik asitler**inin* sodyum ya da potasyum **tuzlar**ıdır*. Bu örnekteki sabun **oktadekanoik asidin** bir tuzudur.*

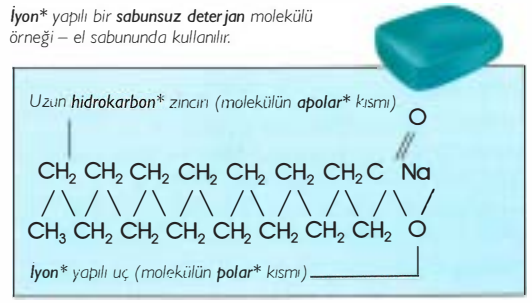


Sabunsuz deterjanlar yani yapay deterjanlar

Ham petrolün **arıtılma**sı* sırasında oluşan yan ürünlerden yapılan deterjan türleridir. Bunlar **toz deterjanlar,** şampuanlar ve saç kremleri gibi birçok ürünün yapımında kullanılır ve genellikle deterjanlar olarak anılır. Sabunsuz deterjanlar **sert su**da* köpüklü kir tabakası oluşturmaz ve **sabun**dan daha iyi köpürür. **Biyolojik olarak bozunur** özellikte değilse (bkz. sağda) nehirlerde kirlenmeye yol açar.

*İ**yon*** *kısmı olmayan **sabunsuz deterjan** molekülü örneği – bulaşık deterjanında kullanılır.*

*İyon** yapılı bir **sabunsuz deterjan** molekülü örneği – el sabununda kullanılır.*



Toz deterjanlar

Giysilerin yıkanmasında kullanılan **sabun** ya da **sabunsuz deterjanlar**dır. Dokumalardaki kirin çıkarılmasına yardımcı olduğu için, yalnızca su kullanmaktan daha uygundur. İki tür toz deterjan vardır – elle yıkamada kullanılanlar (çoğunlukla sabun tozlarıdır) ve çamaşır makinelerinde kullanılanlar. İkinci gruptaki toz deterjanlar genellikle köpüğün azaltılması ve dokumaya parlaklık kazandırması amacıyla başka maddelerin katıldığı sabunsuz deterjanlardır: **Enzim**ler* içerenlere **biyolojik toz deterjanlar** ya da **enzimli deterjanlar** adı verilir. Enzimler **proteinleri**n* parçalanmasını ve kirlerin yumuşamasını sağlar.

Biyolojik olarak bozunan deterjanlar

Bakteriler tarafından parçalanabilen **sabunsuz deterjanlar**dır (bkz. **biyolojik bozunurluk,** s. 96). **Biyolojik olarak bozunmayan** deterjanların köpüğü parçalanamaz ve bunlar, suyun üzerini örterek, yaşamı oksijenden yoksun bırakır.

***Biyolojik olarak bozunmayan** deterjanlar, oksijenin suda çözünmesini engelleyerek suda yaşayan canlıların ölmesine neden olur.*

Yüzey etkin maddeler

Suyun ***yüzey gerilimi***ni* azaltan maddelerdir. Deterjanlar bu özellikleri nedeniyle, kir çıkarmanın yanı sıra başka amaçlarla da kullanılır. Bazıları aşağıda verilmektedir.



*Yağlama greslerine, daha iyi yayılabilmeleri için **yüzey etkin maddeler** katılır.*

*Boyalara katılan **yüzey etkin maddeler,** pigmentlerin boyanın içinde düzgün bir şekilde dağılmasını, boyanın düzgün bir katman halinde sürülebilmesini ve damlamamasını sağlar.*

***Yüzey etkin maddeler,** kozmetik ürünlere de (örneğin, düzgün sürülebilmesi için yüz pudrasına) katılır. Kremlerin suyla iyice karışmasını ve gerektiği gibi koyulaşmasını da sağlar*



* Apolar molekül, 19 (Polar molekül); İşlevsel grup, 76; Karboksilik asitler, Esterler, 81; Hidrokarbonlar, 76; Katı yağlar, 91 (Lipitler); Nötrleştirme, 37; Polar olamayan molekül, 19 (Polar molekül); Sert su, 93; Tuzlar, 39; Yüzey gerilimi, 117.

* Apolar molekül, 19 (Polar molekül); Arıtma, 84; Benzen halkası, 76 (Aromatik bileşikler); Enzim, 47; Hidrokarbonlar, 76; İyon bileşiği, 17; Proteinler, 91; Sert su, 93; Yüzey gerilimi, 117.

BESİNLER



İnsan vücudunun sağlıklı kalabilmesi için, çeşitli besinleri içeren bir beslenme planı gerekir.

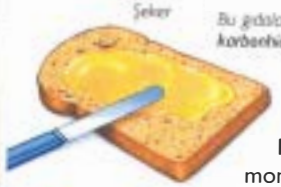
Canlı organizmaların, yaşamlarını sürdürebilmesi ve gelişebilmesi için çeşitli maddelere gereksinimi vardır. Bunların başında besinler –**karbonhidratlar, proteinler** ve **katı yağlar** (bkz. **lipitler**) gelir. Bunların tümü, bitkilerin **fotosentezi**yle* oluşan ve hayvanlar tarafından tüketilen **organik bileşiklerd**ir*. Ayrıca, **yardımcı besinler** olarak nitelendirilen, hem bitki hem de hayvanlar için gerekli olan su ve **mineral**ler ve yalnızca hayvanlar için gerekli olan **vitaminler** de beslenmede önemli bir yere sahiptir. Besinlerin bağırsak içinde hareket edebilmesini sağlayan **lif**ler, hayvanlar için ek besindir. Sağlıklı bir beslenme için, farklı hayvanların, bu maddelerin her birinden farklı miktarlarda alması gerekir (maddelerden birinin fazla ya da az alınması hastalığa yol açabilir).

Karbonhidratlar



Şeker

Kimi basit kimi ise karmaşık yapıda **organik bileşik**lerdir*. En karmaşık olanı birçok aynı birimden oluşan **polisakaritler** (örn. **nişasta**), en basit olanı ise yalnızca bir birimden oluşan monosakaritlerdir. Hepsi aynı **genel formü**le* sahiptir – $C_x(H_2O)_y$. Hemen hemen tüm canlı organizmalar; enerji için **glikoz** monosakaritini kullanır.



Bu gıdalar **karbonhidrat** içerir.

Ekmek



Makarna



Cips

Glikoz

Molekül formülü* $C_6H_{12}O_6$ olan bir **monosakarit**tir (bkz. **karbonhidratlar**). Parçalandığında hayvan ve bitkilere enerji sağlar. Bitkiler kendi glikozlarını **fotosentez*** yoluyla üretir ve gerekli olduğunda kullanmak üzere **nişasta** olarak depolar. Hayvanlar ise karbonhidratları farklı biçimlerde alır, karmaşık olanlarını glikoz haline parçalayıp bir **polisakarit** olan **glikojen** (bkz. **karbonhidratlar**) halinde saklarlar.

Glikozun vücutta parçalanmasıyla enerjinin açığa çıktığını gösteren basitleştirilmiş denklem

$$\underset{\text{Glikoz}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Solunum yoluyla alınan oksijen}}{6O_2} \rightarrow \underset{\text{Karbon dioksit}}{6CO_2} + \underset{\text{Su}}{6H_2O} + \underset{\text{(kJ cinsinden ölçülür)}}{\text{ENERJİ}}$$

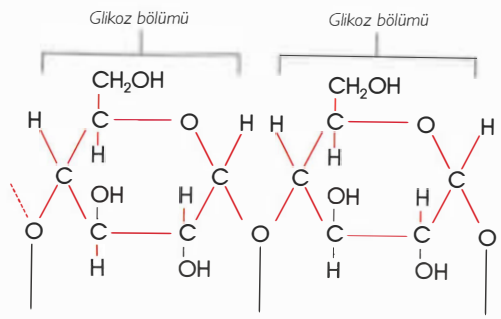
Sakaroz

İki **monosakarit** biriminden (burada **glikoz** ve **früktoz**) oluşan bir **karbonhidrat**tır (**disakarit**). Tatlı bir tadı vardır ve genellikle gıdaları tatlandırmak için kullanılır; şeker olarak bilinir. **Molekül formülü*** $C_{12}H_{22}O_{11}$'dir ve şeker kamışı ya da şeker pancarından elde edilir.

Nişasta

Bitkilerde **glikoz**un depolanma hali olan **polisakarit**tir (bkz. **karbonhidratlar**). **Glikojen** gibi (bkz. **glikoz**) bir **doğal polimer*** örneğidir – **monomerler*** glikoz **monosakaritleri**dir. Bunlar birleştiğinde, bağlanma noktalarında su oluşur (bkz. **yoğunlaşma polimerleşmesi**, s. 86).

Nişasta molekülünün bir kısmı



Bağlanmadan önce, bunlar her bir moleküldeki OH idi. H_2O oluştu ve bitkinin dokularına geçti.

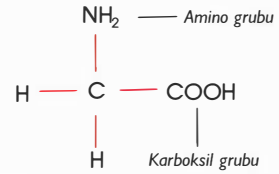
* Doğal polimerler, 87; Fotosentez, 95; Genel formül, 77 (Benzeşik dizi); Molekül formülü, 26; Monomerler, 86; Organik bileşikler, 76; Polimer, 86.

Amino asitler

Bir **karboksil grubu**na* (–COOH) ve bir **amino grubu**na* ($-NH_2$) bağlanmış bir karbon atomu içeren molekülleri olan bileşiklerdir. **Proteinler** amino asitlerden oluşur.

*Birbirinden farklı yaklaşık 20 doğal **amino asit** vardır. Her biri bir **amino grubu*** ve bir **karboksil grubu*** içerir.*

***Glisin** (amino asit)*



Proteinler vücutta nasıl parçalanır



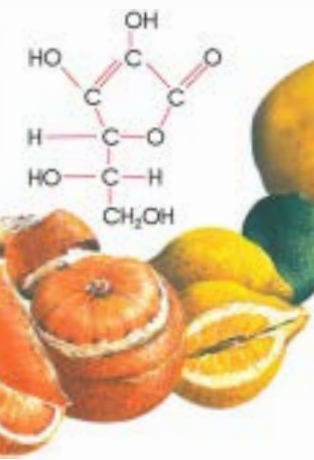
Proteinler

Birçok **amino asit monomer**inin* birleşmesiyle oluşan **doğal polimerler**dir*. Proteinlerin **bağıl molekül kütleleri*** 20.000 ile birkaç milyon arasında değişir. Başta et, süt ürünleri, fındık, ceviz, tahıl, yumurta, fasulye olmak üzere birçok gıdada bulunur. Proteinler; hayvanların gelişmesi ve hücrelerinin onarımı için gereklidir.

Vitaminler

Gıdaların içinde az miktarda bulunan organik **bileşik**lerdir*. Hayvanların beslenmesinde temel görevleri vardır: **Enzim**lerin* vücuttaki kimyasal tepkimeleri **kataliz**lemesine* yardımcı olurlar.

Bir vitamin örneği – askorbik asit de denilen C vitamini

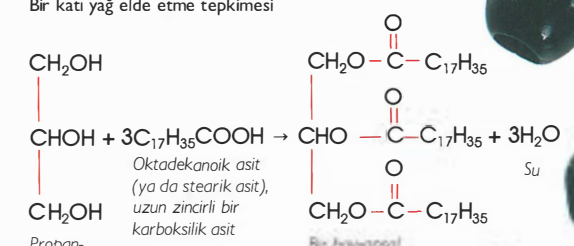


Yeterince C vitamini alınmaması iskorbüt hastalığına yol açar. Turunçgiller ve sebzeler, C vitamininin ana kaynaklarıdır.

Lipitler

Canlı dokularda bulunan bir **esterler*** grubudur (örn. katı yağlar ve mumlar). Katı yağlar organizmada yedek bir enerji kaynağı oluşturur. Lipitler suda çözünmez, ama **organik çözücü**lerde* çözünür. Çoğu **doymuş* karboksilik asit**lerden* oluşur ve katı ya da yarı-katıdır. Daha küçük bir grup olan **sıvı yağlar, doymamış*** karboksilik asitlerden oluşur.

Bir katı yağ elde etme tepkimesi





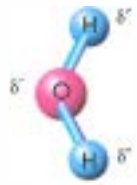


*Zeytinin içinde, büyük oranda oleik ve linoleik asit gibi **doymamış*** yağ asitlerini içeren, bir sıvı yağ vardır. Bu yağ yemek pişirmede kullanılır.*

* Amino grubu, 81 (Birincil aminler); Bağıl molekül kütlesi, 24; Doğal polimerler, 87; Doymuş bileşikler; Doymamış bileşikler, 77; Enzim, 47; Esterler, 81; Karboksil grubu, 81 (Karboksilik asitler); Katalizleme, 47 (Katalizör); Monomerler, 86; Organik çözücü, 117.

SU

Su (H_2O) Dünya üzerindeki en önemli bileşiktir. Hem Dünya'nın yüzeyinde ve atmosferde hem de bütün canlılarda bulunur. Her gün evlerde ve sanayide, örneğin üretimde ve kimyasal tesislerde, enerji santrallerinde **soğutucu*** olarak çok fazla su tüketilir. Normalde su, çözünmüş halde bazı gazlar, **tuzlar*** ve **kirletici maddeler*** içerir. (Ayrıca bkz. s. 53.)



*Bir su molekülü, bir oksijen atomu ve iki hidrojen atomu içerir. Bir **polar molekül**dür*, bu nedenle etkili bir **polar çözücü**dür*.*

Buz

Suyun katı halidir. Moleküllerinin arasındaki mesafe, sudakine göre çok daha fazla olan bir **molekül örgüsü*** vardır: Bunu sağlayan **hidrojen bağları**dır*, bu nedenle buzun yoğunluğu sudan azdır ve su donduğunda genişler.

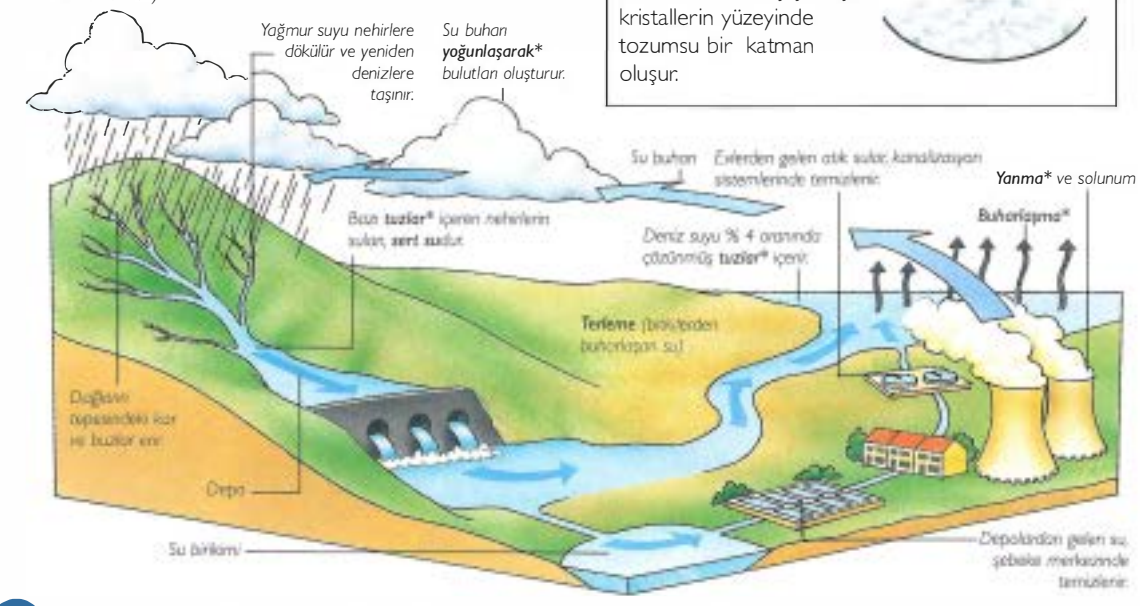


Buz parçası – suyun katı hali

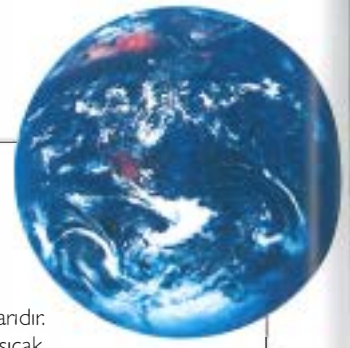
Su çevrimi

Suyun hava, nehirler ve denizler arasında kesintisiz dolaşımıdır:

*Yağmur suyu, hayli saf olmasına karşın içinde çözünmüş halde bazı gazlar barındırır (örn. karbon dioksit ve **asit yağmur**una* neden olan kükürt dioksit).*



Atmosferik su



Yer yüzeyinin % 70'ten fazlası suyla kaplıdır.

Nem

Havadaki su buharı miktarıdır. Sıcaklığa göre değişir ve sıcak havada soğuk havaya göre daha yüksektir (havanın % 4'üne kadar).

Nemçeker (higroskopik)

Kütlesinin % 70'ine kadar su buharı soğurabilen maddelere denir. Bu maddeler erimez, yalnızca ıslanır. Örneğin, sodyum klorür bir nemçeker maddedir.

Sulanan madde

Havadaki su buharını soğurarak, bu buharın içinde eriyen ve **derişik*** çözeltiler oluşturan maddelere denir.



*Açıkta bırakılan kalsiyum klorür su buharını emerek bir **derişik*** çözelti oluşturur.*

Çiçekleşen

Kristal suyunun* bir bölümünü kaybeden kristallere denir. Çiçekleşen kristallerin yüzeyinde tozumsu bir katman oluşur.

Sodyum karbonat kristallerinin üzerinde beyaz bir toz oluşur.

* **Asit yağmuru**, *96;* **Buharlaşma**, *7;* **Derişik**, *30;* **Hidrojen bağı**, *20;* **Kirletici maddeler**, *96;* **Kristal suyu**, *21;* **Molekül örgü**, *23;* **Polar çözücü**, *30;* **Polar molekül**, *19;* **Soğutucu**, *116;* **Tuzlar**, *39;* **Yanma**, *94;* **Yoğunlaşma**, *7.*

Su kaynakları

Damıtık su

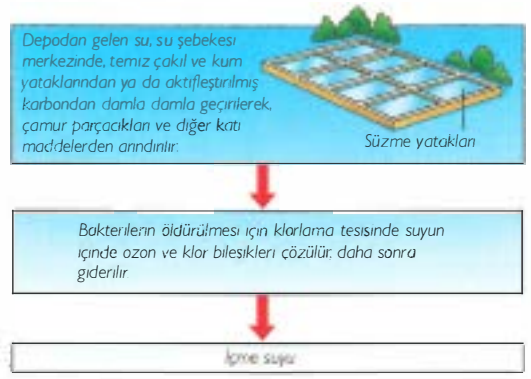
Damıtma* yoluyla **tuzları*** alınmış sudur. Çok saf olmasına karşın, bir miktar çözünmüş gaz içerir.

Tuz giderme

Deniz suyunun, içindeki erimiş **tuzların*** giderilmesi için işlemlerden geçirilmesidir. **Damıtma*** ya da **iyon değişimi** yöntemleriyle yapılır.

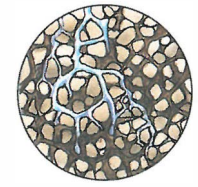
Arıtma

Suyun, içindeki bakterilerden ve diğer zararlı maddelerden arındırılarak, içme suyu haline getirilmesi için işlemden geçirilmesidir.



Sert su

Üzerinden aktığı kayalardan çözdüğü kalsiyum ve magnezyum **tuzlarını*** içeren suya denir (bkz. **kalsiyum,** s. 57). Bunları içermeyen sulara **yumuşak su** adı verilir. İki tür sertlik vardır – kolayca giderilebilen **geçici sertlik** ve giderilmesi daha güç olan **kalıcı sertlik**. Sert su, sabunla köpük yapmaz, yüzeyde bir **kirli köpük tabakası** oluşturur. Oysa yumuşak su kolayca köpürür, sabunla böyle bir tabaka oluşturacak şekilde tepkimeye girmez.

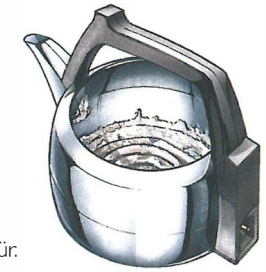


Suyun içindeki minerallerin türü, üzerinden aktığı kayaların cinsine bağlıdır.

Kirli köpük tabakasının oluşma denklemi

Kalsiyum ve magnezyum iyonları (sert suda)	+	Sabun (sodyum stearat)	→	Kirli köpük tabakası (kalsiyum ve magnezyum stearat)	+	Sodyum iyonları

* **Damıtma**, *106;* **Hidrat**, *40;* **Kristaller**, *21;* **Polimerler**, *86;* **Tuzlar**, *39.*



Sert suyu kaynatmak için kullanılan çaydanlıkların dibi "kireç" bağlar.

Geçici sertlik

Suda çözünmüş halde bulunan kalsiyum bikarbonat **tuz**unun* neden olduğu bir sertlik türüdür. Kaynatılarak giderilir, geriye çözünmez bir beyaz katı (kalsiyum karbonat ya da "kireç") bırakır.

Kalıcı sertlik

Suda çözünmüş haldeki kalsiyum ve magnezyum **tuzları**nın* (sülfatlar ve klorürler) neden olduğu bir sertlik türüdür. Kaynatılarak giderilemez, ancak **damıtma*** (**damıtık su** elde etme) ya da **su yumuşatma** (**iyon değişimi** veya **su yumuşatıcıları** kullanma) yoluyla giderilebilir.

İyon değişimi

Bir **su yumuşatma** yöntemidir (bkz. **kalıcı sertlik**). Yumuşatılacak su, **zeolit** (sodyum alüminyum silikat) gibi bir maddenin üzerinden geçirilir, sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonları zeolitteki sodyum iyonlarıyla yer değiştirir. Bazı organik **polimerler*** de iyon değişim malzemesi olarak kullanılır.



Su yumuşatıcıları

Kalıcı sertliğin giderilmesinde kullanılan maddelerdir. Sudaki kalsiyum ve magnezyum **tuzları**yla* tepkimeye girerek, sabunla tepkimeyen bileşikler oluşturur.

Çamaşır sodası

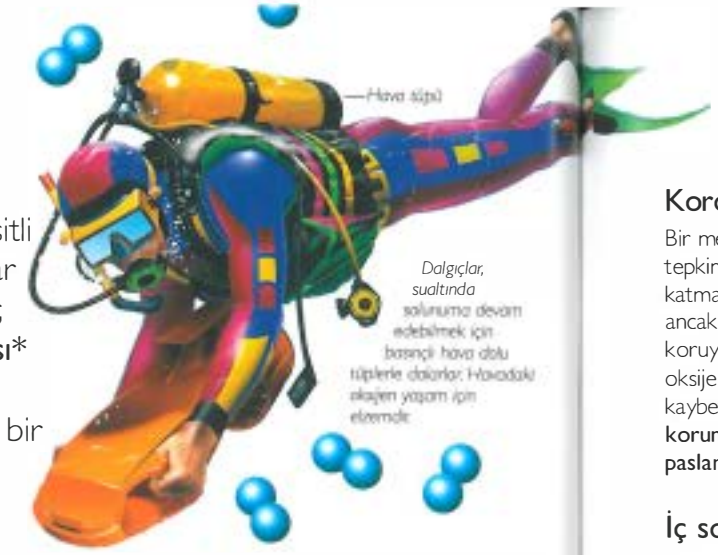
Sodyum karbonatın **hidrat*** için kullanılan addır (ayrıca bkz. s. 55). Evlerde **su yumuşatıcısı** olarak kullanılır.

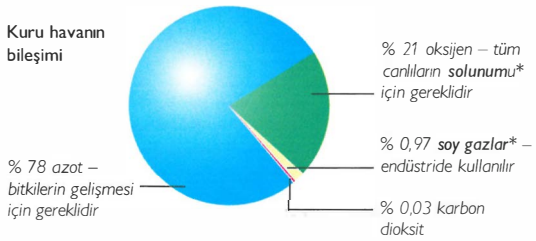


*Çamaşır sodası **kristalleri**.*

HAVA VE YANMA

Hava, yerküreyi çevreleyen ve başta azot, oksijen ve karbon dioksit olmak üzere çeşitli gazlardan oluşan bir karışımdır. Tüm canlılar için temel bir gereksinimdir. İçindeki gazlar, **sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması*** yöntemiyle ayrıştırılarak endüstride hammadde olarak kullanılır. Havada ayrıca bir miktar su buharı ve bazı bölgelerde **kirleticiler*** de bulunur.





Yanma

Bir madde ile bir gaz arasındaki **ısıveren tepkime**dir*. Yanma genellikle havada, yanıcı maddenin oksijenle birleşmesi sonucunda gerçekleşir: Diğer gazlarda da (örn. klor) yanma olabilir. Yanma, çoğunlukla kendi kendine olmaz, ısıtma ile başlatılması gerekir (bkz. **tepkinleştirme enerjisi,** s. 46).



Doğal gaz *(ana bileşeni **metan**), evlerdeki ocaklarda yakılarak, yemek pişirmede gerekli ısıyı sağlar.*

$$CH_4(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + \text{ENERJİ}$$

Metan + *Havadaki oksijen* → *Karbon dioksit* + *Su buharı* + *pişirmek için*

Hızlı yanma

Çok miktarda ısı ve ışık enerjisinin açığa çıktığı **yanma** biçimidir.



Hızlı yanma *büyük miktarlarda gaz ve ısı çıkışına yol açabilir, bu da patlamaya neden olur.*

Yavaş yanma

Düşük sıcaklıklarda oluşan yanma şeklidir. Alev olmaz. İç solunum (bkz. s. 95) bir yavaş yanma biçimidir.

Alev

Hızlı yanma sırasında oluşan bir ısı ve ışık enerjisi karışımıdır.



Yakıt

Isı enerjisi elde etmek amacıyla yakılan maddedir. Günümüzde kullanılan yakıtların çoğu, tarih öncesindeki hayvan ve bitki yaşamının kalıntıları olan fosil yakıtlardır.



*Odun, bilinen en eski **yakıt**tır.*



Doğal gaz* *ve **petrol**** *gibi fosil yakıtlar, yeraltının derinliklerinden çıkarılır.*

Isıl değer

Kalorifik değer olarak da bilinir. Belirli miktarda bir **yakıt**ın yakılmasıyla elde edilen ısı enerjisi miktarının ölçümüdür. Aşağıdaki tabloda, bazı yakıtların göreceli ısıl değerleri gösterilmektedir



*Isı enerjisi **kilojul***/g cinsinden*

* **Antrasit, Kok kömürü,** 65 **(Kömür); Benzin,** 85; **Doğal gaz,** 78 **(Metan); Isıveren tepkime,** 32; **Kilojul,** 32; **Kirleticiler,** 96; **Petrol,** 84; **Soy gazlar,** 75; **Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması,** 69.).

Korozyon (Yenim)

Bir metal ile havadaki gazlar arasında oluşan bir tepkimedir. Metal **yükseltgenir*** ve yüzeyinde bir oksit katmanı oluşur. Bu katman, genellikle metali zayıflatır, ancak bazen de daha fazla korozyonu engelleyen bir koruyucu kaplama işlevi görür. Korozyon, metalle oksijenin temasını önleyerek ya da metalin elektron kaybetmemesini sağlayarak engellenebilir (bkz. **katodik koruma,** s. 45). Demirin korozyona uğramasına **paslanma** denir (bkz. pas, s. 60).

İç solunum

Hayvan ve bitkilerdeki bir **yavaş yanma** biçimidir. **Glikoz**la* oksijen arasındaki tepkimeden enerji oluşturur: Kimyasal olarak fotosentezin tersidir.

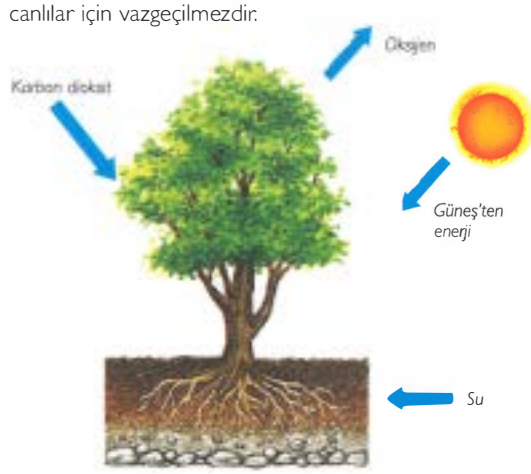


$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ENERJİ}$$

Glikozla oksijenin tepkimesi sonucunda enerjinin oluşması

Fotosentez

Yeşil bitkilerdeki bir **fotokimyasal tepkime**dir*. Güneş ışığından alınan enerjiyi kullanarak, karbon dioksit ve sudan **glikoz*** üretilmesidir. Fotosentez, kimyasal olarak **iç solunum**un tersidir ve tüm canlılar için vazgeçilmezdir.



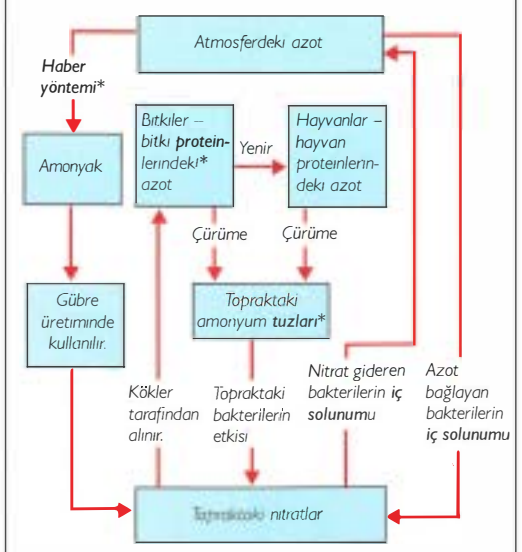
Güneş'ten enerji

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Karbon dioksit suyla tepkiyerek glikoz oluşturur.

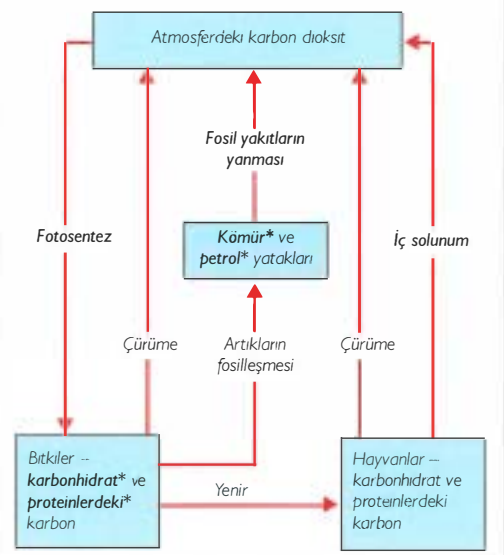
Azot çevrimi

Azotun hava, hayvanlar, bitkiler ve toprak arasındaki sürekli dolaşımıdır.



Karbon çevrimi

Karbonun hava, hayvanlar, bitkiler ve toprak arasındaki dolaşımıdır.



* **Fotokimyasal tepkime,** 46; **Glikoz,** 90; **Haber yöntemi,** 66; **Karbonhidratlar,** 90; **Kömür,** 65; **Petrol,** 84; **Proteinler,** 91; **Tuzlar,** 39;. **Yükseltgenme,** 34.

ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Çevre kirliliği, Dünya'nın doğal süreçlerini bozan zararlı maddelerin, toprağa, atmosfere, nehirlere ve okyanuslara salınmasıdır. Bu maddelere **kirletici** denir. Çevre kirliliğinin başlıca kaynakları ve türleri aşağıda anlatılmaktadır.

Biyolojik bozunur madde

Bakteriler tarafından daha basit bileşiklere dönüştürülen maddelerdir. Birçok plastik türü biyolojik olarak bozunmaz (ayrıca bkz. **biyolojik bozunur deterjanlar,** s. 89).

Kirli duman

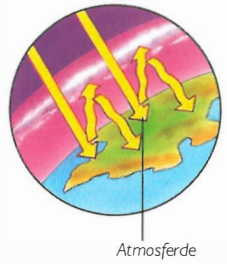
Toz ve is içeren sise denir. Bu sis, endüstriyel tesislerin yoğun olduğu bölgelerde **yakıt**ların* yakılmasıyla oluşan kükürt dioksit içerdiğinden, asidiktir



*Yakıt*lardaki* katışkıların oluşturduğu kükürt dioksit, **asit yağmuru**nun en önemli nedenidir.

Asit yağmuru

Normalden daha asidik olan yağmur suyuna denir. Yağmur suyunun **pH*** değeri, çözünmüş haldeki karbon dioksitin oluşturduğu seyreltik karbonik asit nedeniyle 5 ila 6 arasındadır. **Yakıt**ların* yanma ürünleri olan kükürt dioksit ve azot oksitleri, atmosferdeki suyla tepkiyerek pH değeri 3 civarında olan sülfürik ve nitrik asidi oluşturur.



Atmosferde tutulan güneş enerjisi

Sera etkisi

Güneş enerjisinin, karbon dioksit tarafından atmosferde tutulması sonucunda sıcaklığın artmasıdır. **Yakıt**ların* yakılması sonucunda daha fazla karbon dioksit oluşması, bu tehlikeyi daha da artırır.

Ozon katmanının incelmesi

Atmosferin üst kısmında (stratosfer) bulunan ve Dünya'yı Güneş'ten gelen zararlı morötesi ışınımdan koruyan **ozon*** gazı katmanının incelmesidir. Ozonun oksijene dönüşmesinde **katalizör*** görevi yapan klorun, bu etkiyi hızlandırdığı düşünülmektedir. Klor, aerosollerde püskürtücü olarak, buzdolaplarında **soğutucu*** olarak ve **polistiren*** yapımında kullanılan **kloroflüorokarbon* (CFC)** kimyasallarının bozunmasıyla ortaya çıkar. CFC'lerin üretimini ve kullanımını uluslararası düzeyde azaltıcı önlemler alınmaktaysa da birçok bilim insanı bundan daha fazlasının yapılabileceğini düşünmektedir.

Isıl kirlilik

Fabrikalardan ve enerji santrallerinden çıkan sıcak suların, nehirlere ve göllere dökülmesiyle oluşan etkidir. Bu, sudaki çözünmüş oksijen miktarının azalmasına neden olur ve sudaki yaşama zarar verir.

Aşırı beslenme (ötröfikasyon)

Su bitkilerinin, gübrelerden gelerek nehirlere karışan nitrat, nitrit ve fosfat fazlalığı nedeniyle aşırı büyümesidir. Bunun sonucunda sudaki oksijen miktarı azalır. Bu da, balıkların ve diğer su canlılarının ölümüne neden olur.



*Arıtma, 93; **Katalizör,** 47; **Kloroflüorokarbonlar,** 81; **Ozon,** 69; **Petrol,** 84; **pH,** 38; **Polistiren,** 87; **Soğutucu,** 116; **Vuruntu önleyici madde,** 85 (Oktan sayısı); **Yakıt,** 94.

TEPKİNLİK SIRALAMASI

(10 metal için verilmiştir – ayrıca bkz. s. 44)

Simge	K	Na	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	Pb	Cu	Ag
Isının nitratına etkisi	Bozunmuş nitrat ve oksijen oluşturur		Bozunmuş oksijen ve azot dioksit oluşturur. Aşağı doğru indikçe bu kolaylaşır							Bozunmuş metal ve oksijen oluşturur ve azot dioksit
Isının karbonatına etkisi	Eksi olmaz		Bozunmuş oksit ve karbon dioksit oluşturur. Aşağı doğru indikçe bu kolaylaşır							ve karbon dioksit
Isının oksitine etkisi	Eksi olmaz									yalnızca
Oksitinin hidrojenle tepkimesi	Tepkimez								Oksit metale **indirgenir*.** Aşağı indikçe bu kolaylaşır. Su oluşur	
Karbon dioksitin tepkimesi	Tepkimez					Oksit metale **indirgenir*.** Aşağı indikçe bu kolaylaşır. Karbon dioksit oluşur				
Ornatma* tepkimeleri	Tüm metaller, incelendiği koşullarda oksijenle oksitlerini oluşturdukları için bu tepkime metal yerine oksijen ekleme tepkimesi olarak da görülebilir.									
Seyreltik kuvvetli asitlerle* tepkimesi	Patlama şiddetiyle tepkiyerek hidrojen gazı ve **tuz*** çözeltisi oluşturur		Tepkiyerek hidrojen gazı ve **tuz*** çözeltisi oluşturur. Aşağı doğru indikçe tepkime şiddetli olur						Tepkimez	
Suyla tepkimesi	Soğuk suyla tepkiyerek hidrojen gazı ve hidroksit oluşturur. Hidroksit, sudan çözünmek üzere çözelti oluşturur. Aşağı doğru indikçe tepkime şiddetli olur.				Soğuk suyla tepkimez. Su kuvvetiyle tepkiyebilmek için hidrojen gazı ve oksit oluşturur. Aşağı doğru indikçe tepkime şiddetli olur.			Tepkimez		
Havayla tepkimesi	Kuvvetli yanar, oksitleri oluşur.		Istıldığında yanar, oksitleri oluşur. Aşağı doğru indikçe yanma şiddeti azalır					Isıtıldığında yanmaz, ama yüzeyinde bir oksit tabakası oluşur.	Tepkimez	
Simge	K	Na	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	Pb	Cu	Ag
Metal	Potasyum	Sodyum	Kalsiyum	Magnezyum	Aluminyum	Çinko	Demir	Kurşun	Bakır	Gümüş

*İndirgenme, 34; **Kuvvetli asit,** 38; **Ornatma,** 44; **Tuzlar,** 39.

ELEMENTLERİN ÖZELLİKLERİ

Aşağıdaki çizelgede **periyodik tablod**aki (bkz. s. 50-51) elementlerin fiziksel özellikleri verilmektedir. **Atom numaraları*** 96 ila 103 olan son sekiz element çizelgeye alınmamıştır (bunların simgeleri ve adları için bkz. s. 51 ve s. 112-113). Özel laboratuvar koşullarında elde edilebilen bu elementlerin kararlı kalabildiği süre bir saniyeden daha az olduğundan, bunlarla ilgili çok az bilgi vardır. Çizelgede verilen yoğunluklar, († işaretiyle belirtilen gazlar dışında) oda sıcaklığındaki değerlerdir. Gazların yoğunlukları ise kaynama noktalarında ölçülen değerlerdir. Çizgi (–) işareti, bilinen bir değerin bulunmadığını belirtir.

Element	Simge	Atom numarası*	Yaklaşık bağıl atom kütlesi*	Yoğunluk (g cm^{-3})	Erime noktası (°C) (ayraç içindeki değerler yaklaşıktır)	Kaynama noktası (°C)
Aktinyum	Ac	89	227	10,1	1050	3200
Alüminyum	Al	13	27	2,7	660	2470
Amerikyum	Am	95	243	11,7	(1200)	(2600)
Antimon	Sb	51	122	6,62	630	1380
Argon	Ar	18	40	1,4 †	–189	–186
Arsenik	As	33	75	5,73	–	613 (süblimleşir*)
Astatin	At	85	210	–	(302)	–
Baryum	Ba	56	137	3,51	714	1640
Berilyum	Be	4	9	1,85	1280	2477
Bizmut	Bi	83	209	9,78	271	1560
Bor	B	5	11	2,34	2300	3930
Brom	Br	35	80	3,12	–7,2	58,8
Kadmiyum	Cd	48	112	8,65	321	765
Sezyum	Cs	55	133	1,9	28,7	690
Kalsiyum	Ca	20	40	1,54	850	1487
Karbon	C	6	12	2,25 (grafit*)	3730 (süblimleşir*)	4830
				3,51 (elmas*)	3750	–
Seryum	Ce	58	140	6,78	795	3470
Klor	Cl	17	35,5	1,56 †	–101	–34,7
Krom	Cr	24	52	7,19	1890	2482
Kobalt	Co	27	59	8,7	1492	2900
Bakır	Cu	29	64	8,89	1083	2595
Disprosyum	Dy	66	162	8,56	1410	2600
Erbiyum	Er	68	167	9,16	1500	2900
Evropyum	Eu	63	152	5,24	826	1440
Flüor	F	9	19	1,11 †	–220	–188
Fransiyum	Fr	87	223	–	(27)	–
Gadolinyum	Gd	64	157	7,95	1310	3000
Galyum	Ga	31	70	5,93	29,8	2400
Germanyum	Ge	32	73	5,4	937	2830
Altın	Au	79	197	19,3	1063	2970
Hafniyum	Hf	72	178,5	13,3	2220	5400
Helyum	He	2	4	0,147 †	–270	–269
Holmiyum	Ho	67	165	8,8	1460	2600
Hidrojen	H	1	1	0,07 †	–259	–252
İndiyum	In	49	115	7,3	157	2000
İyot	I	53	127	4,93	114	184
İridyum	Ir	77	192	22,4	2440	5300
Demir	Fe	26	56	7,85	1535	3000
Kripton	Kr	36	84	2,16 †	–157	–152
Lantan	La	57	139	6,19	920	3470
Kurşun	Pb	82	207	11,3	327	1744
Lityum	Li	3	7	0,53	180	1330
Lütesyum	Lu	71	175	9,84	1650	3330

*Atom numarası, 13; Bağıl atom kutlesi, 24; Elmas, Grafit, 64; Sublimleşme, 7

Element	Simge	Atom numarası*	Yaklaşık bağıl atom kütlesi*	Yoğunluk (g cm^{-3})	Erime noktası (°C) (ayraç içindeki değerler yaklaşıktır)	Kaynama noktası (°C)
Magnezyum	Mg	12	24	1,74	650	1100
Mangan	Mn	25	55	7,2	1240	2100
Cıva	Hg	80	201	13,6	–38,9	357
Molibden	Mo	42	96	10,1	2610	5560
Neodimyum	Nd	60	144	7,0	1020	3030
Neon	Ne	10	20	1,2 †	–249	–246
Neptünyum	Np	93	237	20,4	640	–
Nikel	Ni	28	59	8,8	1453	2730
Niyobyum	Nb	41	93	8,57	2470	3300
Azot	N	7	14	0,808 †	–210	–196
Osmiyum	Os	76	190	22,5	3000	5000
Oksijen	O	8	16	1,15 †	–218	–183
Paladyum	Pd	46	106	12,2	1550	3980
Fosfor	P	15	31	1,82 (beyaz*)	44,2 (beyaz)	280 (beyaz)
				2,34 (kırmızı*)	590 (kırmızı)	–
Platin	Pt	78	195	21,5	1769	4530
Plütonyum	Pu	94	242	19,8	640	3240
Polonyum	Po	84	210	9,4	254	960
Potasyum	K	19	39	0,86	63.7	774
Praseodimyum	Pr	59	141	6,78	935	3130
Prometyum	Pm	61	147	–	1030	2730
Protaktinyum	Pa	91	231	15,4	1230	–
Radyum	Ra	88	226	5	700	1140
Radon	Rn	86	222	4,4 †	–71	–61,8
Renyum	Re	75	186	20,5	3180	5630
Rodyum	Rh	45	103	12,4	1970	4500
Rubidyum	Rb	37	85	1,53	38,9	688
Rutenyum	Ru	44	101	12,3	2500	4900
Samaryum	Sm	62	150	7,54	1070	1900
Skandiyum	Sc	21	45	2,99	1540	2730
Selenyum	Se	34	79	4,79	217	685
Silisyum	Si	14	28	2,35	1410	2360
Gümüş	Ag	47	108	10,5	961	2210
Sodyum	Na	11	23	0,97	97,8	890
Stronsiyum	Sr	38	88	2,62	768	1380
Kükürt	S	16	32	2,07 (rombik*)	113 (rombik)	444
				1,96 (monoklinal*)	119 (monoklinal)	444
Tantal	Ta	73	181	16,6	3000	5420
Teknesyum	Tc	43	99	11,5	2200	3500
Tellür	Te	52	128	6,2	450	990
Terbiyum	Tb	65	159	8,27	1360	2800
Talyum	Tl	81	204	11,8	304	1460
Toryum	Th	90	232	11,7	1750	3850
Tulyum	Tm	69	169	9,33	1540	1730
Kalay	Sn	50	119	7,3	232	2270
Titan	Ti	22	48	4,54	1675	3260
Tungsten	W	74	184	19,3	3410	5930
Uranyum	U	92	238	19,1	1130	3820
Vanadyum	V	23	51	5,96	1900	3000
Ksenon	Xe	54	131	3,52 †	–112	–108
İterbiyum	Yb	70	173	6,98	824	1430
İtriyum	Y	39	89	4,34	1500	2930
Çinko	Zn	30	65	7,1	420	907
Zirkonyum	Zr	40	91	6,49	1850	3580

* Atom numarası, 13: Bağıl atom kutlesi, 24; Beyaz fosfor, 68 (Fosfor); Kırmızı fosfor, 68 (Fosfor); Monoklinal kükürt, 70; Rombik kükurt, 70

BASİT ORGANİK BİLEŞİKLERİN ADLANDIRILMASI

Basit **organik bileşikler*** (**işlevsel grup*** içermeyen ya da en fazla bir tane içerenler) aşağıda 1. Aşama ve 2. Aşama altında verilen kurallara göre adlandırılır.

Bir zincirdeki karbon atomu sayısını belirtmek için kullanılan önekleri gösteren çizelge

Zincirdeki karbon atomu sayısı	Kullanılan önek
Bir	met-
İki	et-
Üç	prop-
Dört	büt-
Beş	pent-
Altı	hekz-
Yedi	hept-
Sekiz	okt-

1. Aşama

Aşağıdaki a'dan i'ye kadar seçenekler arasından, adlandırılacak molekülün tanımına uyanı seçin ve karşısında belirtilen 2. Aşama numarasına gidin.

a) Molekül yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve **tekli bağlar*** içerir. → Bkz. 1

b) Molekül yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve bir **çift bağ*** içerir. → Bkz. 2

c) Molekül yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve bir **üçlü bağ*** içerir. → Bkz. 3

d) Molekül karbon, hidrojen ve bir **hidroksil grubu (-OH)** içerir. → Bkz. 4

e) Molekül karbon, hidrojen ve bir ucunda bir **–CHO grubu** içerir. → Bkz. 5

f) Molekül karbon, hidrojen ve karbon zincirindeki iki karbon arasında bir **karbonil grubu (-CO-)** içerir. → Bkz. 6

g) Molekül karbon, hidrojen ve bir **karboksil grubu (-COOH)** içerir. → Bkz. 7

h) Molekül yalnızca karbon ve hidrojen içerir ama bir **yan zincir*** vardır. → Bkz. 8

i) Molekül karbon, hidrojen ve bir ya da daha çok **halojen*** atomu içerir. → Bkz. 9

* **Alkanlar**, 78; **Alkenler**, 79; **Alkinler**, 80; **Çift bağ**, 18; **Halojenler**, 72; **İşlevsel grup**, 76; **Organik bileşikler**, **Yan zincir**, 76; **Tekli bağ**, **Uçlü bağ**, 18

Atomların gösterilmesi

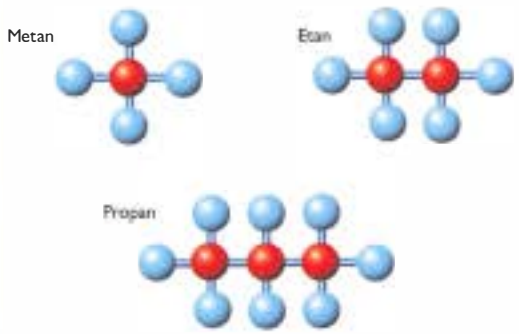
Hidrojen atomu

Karbon atomu

Diğer atomların üzerinde simgeleri yazılır.

2. Aşama

*1. Yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve **tekli bağlar*** içeren bir molekülün adı, karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, solda) ile başlar ve sonuna **–an** getirilir. Örneğin:*



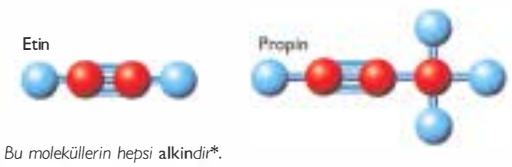
*Bu moleküllerin hepsi **alkan**dır*.*

*2. Yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve **bir çift bağ*** içeren bir molekülün adı, karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, solda) ile başlar ve sonuna **–en** getirilir. Örneğin:*



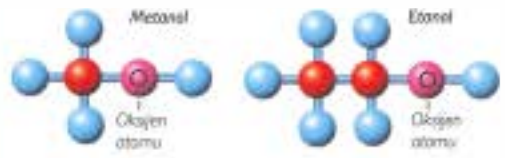
Bu moleküllerin hepsi alkendir.*

*3. Yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve bir **üçlü bağ*** içeren bir molekülün adı, karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, solda) ile başlar ve sonuna **–in** getirilir. Örneğin:*

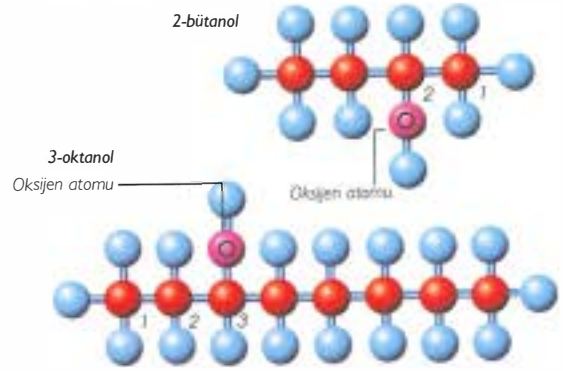


*Bu moleküllerin hepsi **alkin**dir*.*

*4a. Yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve bir **hidroksil grubu** (–OH) içeren bir molekülün adı, karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, solda) ile başlar ve sonuna **-ol** getirilir. Örneğin:*

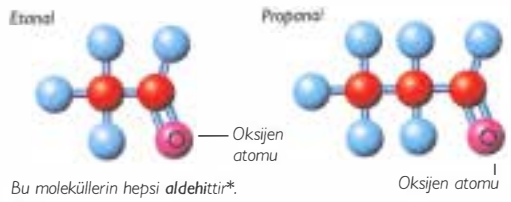


*4b. Eğer –**OH** grubu molekülün ucunda değilse, bu grubun bağlı olduğu karbonun numarası adın önünde belirtilir. Karbon atomlarının numaralandırılmasına, her zaman molekülün –OH grubuna yakın olan ucundan başlanır.*



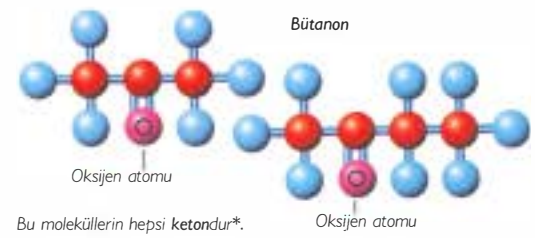
*4a ve 4b'deki moleküllerin hepsi **alkol**dür*.*

5. Yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve zincirin ucunda bir –CHO grubu içeren bir molekülün adı, karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, s. 100) ile başlar ve sonuna -al getirilir. Örneğin:



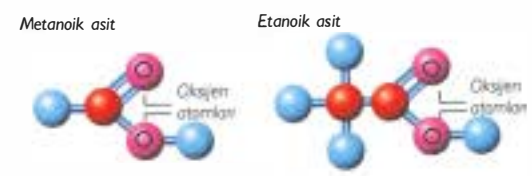
*Bu moleküllerin hepsi **aldehit**tir*.*

*6. Yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve karbon zincirinin iki ucu arasında bir **karbonil grubu** (–CO–) içeren bir molekülün adı, karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, s. 100) ile başlar ve sonuna **-on** getirilir. Örneğin:*



*Bu moleküllerin hepsi **keton**dur*.*

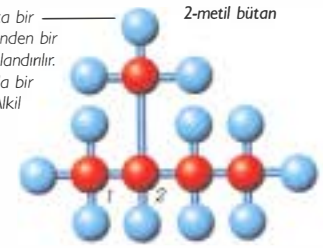
*7. Yalnızca karbon ve hidrojen atomları ve bir **karboksil grubu** (–COOH) içeren bir molekülün adı, karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, s. 100) ile başlar ve sonuna **-oik asit** getirilir. Örneğin:*



*Bu moleküllerin hepsi **karboksilik asit**tir*.*

*8. Dallanmış bir molekülün adı, **yan zincir**in* yani dalın adıyla başlar. Eğer bu dal yalnızca karbon ve hidrojen atomları içeriyorsa, adı karbon sayısına göre seçilen önek (bkz. önek çizelgesi, s. 100) ile başlar ve sonuna **–il** getirilir. Ana zincir daha sonra normal şekilde adlandırılır (bkz. 1). Örneğin:*

*Bu **yan zincir***, yalnızca bir karbon atomu içerdiğinden bir **metil grubu** olarak adlandırılır. Bu grup aynı zamanda bir **alkil grubu** örneğidir. Alkil grupları karbon ve hidrojen atomları içeren ve **genel formülü*** C_nH_{2n+1} olan gruplardır.*



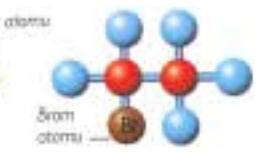
Adın önündeki rakam, yan zincirin bağlı olduğu karbon atomunun numarasını belirtir. Karbon atomlarının numaralandırılmasına, her zaman zincirin dala yakın olan ucundan başlanır.

*9. Karbon ve hidrojen atomları ve bir ya da daha çok **halojen*** içeren bir molekülün adı, halojen(ler)i belirten öneklerle başlar. (Birden fazla türde halojen olursa alfabetik sırayla yazılır.) Brom, klor, flüor ve iyot için kullanılan önekler, sırasıyla: **bromo-**, **kloro-**, **flüoro-** ve **iyodo-***

Klorometan

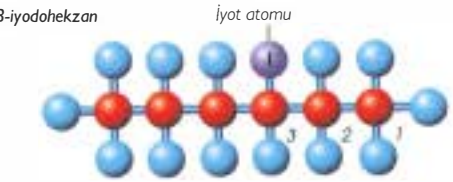


Bromoetan

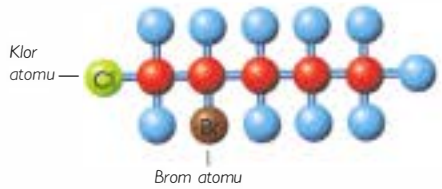


Adın sonuna, bütün halojen atomlarının yerinde hidrojen atomlarının olması halinde, moleküle verilecek olan ad getirilir (bkz. 1). Üç ya da daha fazla karbon atomu içeren moleküllerde, adın önüne halojenin bağlı olduğu karbon atomunun numarası yazılır. Karbon atomlarının numaralandırılmasına, her zaman zincirin halojenlere en yakın olan ucundan başlanır: Örneğin:

3-iyodohekzan



2-bromo,1-kloropentan



*9. kısımdaki moleküllerin hepsi **alkil halojenür**dür*.*

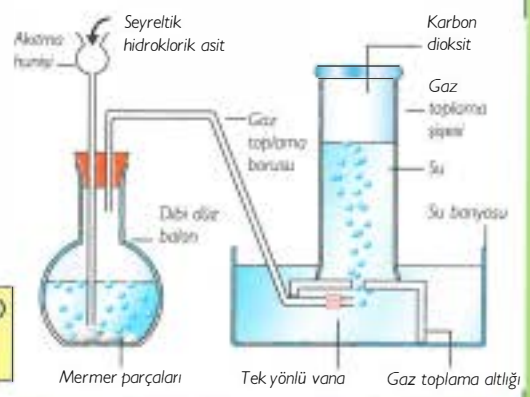
* **Aldehitler**, 80; **Alkil halojenürler**, 81, **Alkoller**, 82; **Genel formül**, 77 **(Benzeşik diziler)**; **Halojenler**, 72; **Karboksilik asitler**, 81. **Ketonlar**, 80; **Yan zincir**, 76.

ALTI BASİT GAZIN LABORATUVARDA ELDE EDİLMESİ

Karbon dioksit, klor, eten, hidrojen, azot ve **oksijen**in elde edilme yöntemleri aşağıda verilmektedir.

Karbon dioksit (bkz. s. 65) hidroklorik asidin kalsiyum karbonat (mermer parçaları) ile tepkimesinden elde edilir. Suyla doldurulmuş bir gaz toplama şişesi, gaz toplama borusunun üstüne gelecek şekilde, bir gaz toplama altlığı üzerine oturtulur. Tepkimeyle oluşan gaz, gaz toplama borusundan gelir, suyun içinden yukarı çıkarak suyu aşağı doğru iter ve üstte birikir. Bir gazın bu şekilde elde edilme yöntemine **su üzerinde** toplama adı verilir.

Karbon dioksidin elde edilmesi

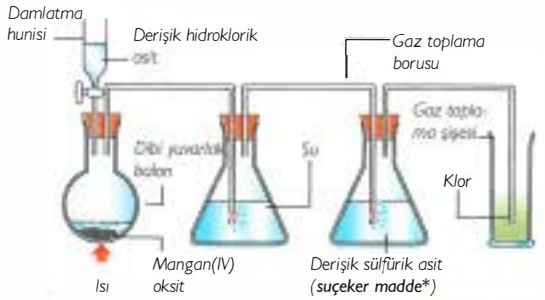


$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O + CO_2(g)$$

Kalsiyum karbonat — Hidroklorik asit — Kalsiyum klorür — Su — Karbon dioksit

Klor (bkz. s. 73) derişik hidroklorik asidin mangan(IV) oksit kullanılarak **yükseltgenmesi*** yoluyla elde edilir. Bu tepkime her zaman bir **çeker ocak*** içinde yapılmalıdır. Tepkimeden oluşan gazın içinde bir miktar hidrojen klorür ve su vardır. Hidrojen klorür, gazın su içinden geçirilmesiyle, su ise gazın derişik sülfürik asidin içinden geçirilmesiyle alınır. Elde edilen klor, bir gaz toplama şişesinde toplanır. Havadan ağır olduğu için, havayı yukarı doğru iterek kendisi şişenin dibinde kalır. Gazların bu şekilde toplanmasına **havanın yukarı itilmesi**yle toplama yöntemi adı verilir.

Klorun elde edilmesi

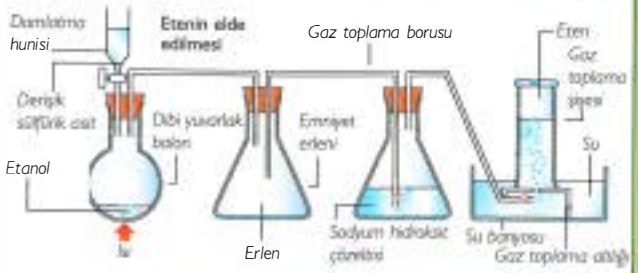


$$MnO_2(s) + 4HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + H_2O(l)$$

Mangan(IV) oksit — Hidroklorik asit — Mangan(IV) klorür — Klor — Su

Eten (bkz. s. 79) etanolün derişik sülfürik asitle tepkimeye sokularak suyunun alınması yoluyla elde edilir. Köpürmeyi engellemek için alüminyum sülfat eklenir. Emniyet erleni, sodyum hidroksitin kendi erleninden geri kaçarak asitle karışmasını önler. Sodyum hidroksit gazdaki asit dumanını giderir. Eten **su üzerinde** toplanır (bkz. **karbon dioksit**, yukarıda).

Etenin elde edilmesi



Derişik sülfürik asit

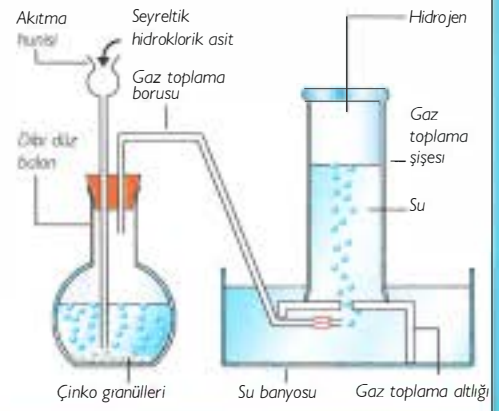
$$CH_3CH_2OH(l) \rightarrow C_2H_4(g) + H_2O(l)$$

Etanol — Eten — Su

*Çeker ocak, 110; Suçeker madde, 116; Yükseltgenme, 34

Hidrojen (bkz. s. 53) hidroklorik asidin granül halindeki çinkoyla tepkimeye sokulmasıyla elde edilir. Tepkimeyi hızlandırmak için genellikle bir miktar bakır(II) sülfat eklenir. Hidrojen **su üzerinde** toplanır (bkz. **karbon dioksit**, s. 102); ancak hidrojenin kuru olması istenirse, hidrojen gazı derişik sülfürik asidin içinden geçirilerek **havanın aşağı itilmesiyle** toplanır (havadan hafif olduğu için, havayı şişenin altından dışarı iter).

Hidrojenin elde edilmesi

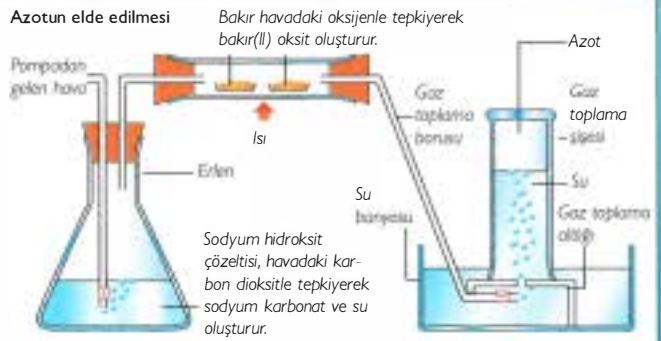


$$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

Çinko — Hidroklorik asit — Çinko klorür — Hidrojen

Azot (bkz. s. 66) havanın karbon dioksit ve oksijeninin alınmasıyla elde edilir. Karbon dioksit, havanın sodyum hidroksit çözeltisinin içinden, oksijen ise ısıtılmış bakırın üzerinden geçirilmesiyle alınır. Azot **su üzerinde** toplanır (bkz. **karbon dioksit**, s. 102). Azotun içinde bir miktar **soy gaz*** kalır:

Azotun elde edilmesi



$$CO_2(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2CO_3(aq) + H_2O(l)$$

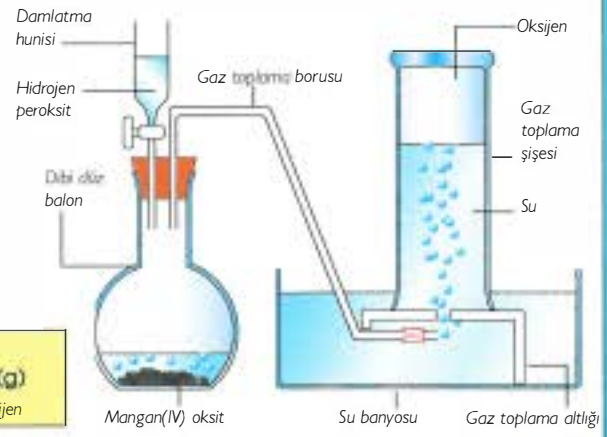
Karbon dioksit — Sodyum hidroksit — Sodyum karbonat — Su

$$O_2(g) + 2Cu(s) \rightarrow 2CuO(s)$$

Oksijen — Bakır — Bakır(II) oksit

Oksijen (bkz. s. 69) hidrojen peroksitin bozunmasıyla elde edilir. Bu tepkimeyi hızlandırmak için mangan(IV) oksit **katalizör*** olarak kullanılır. Gaz **su üzerinde** toplanır (bkz. **karbon dioksit**, s. 102); ancak gazın kuru olması istenirse, derişik sülfürik asidin içinden geçirilir ve **havanın yukarı itilmesi**yle toplanır (bkz. **klor,** s. 102).

Oksijenin elde edilmesi



Mangan(IV) oksit

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

Hidrojen peroksit — Su — Oksijen

*Katalizör, 47; Soy gazlar, 75.

LABORATUVAR DENEYLERİ

Maddelerin ne olduğunu anlamak için çeşitli deneyler yapılır. Bazı deneyler ileri teknoloji ürünü aygıtlarla yapılırken, bazıları basit laboratuvar deneyleridir; bunların hepsi **nitel çözümleme** (kalitatif analiz) olarak bilinir. İleri düzeydeki bazı deneyler 108. sayfada verilmektedir. Bu iki sayfada ise suyun, basit gazların, bazı **anyon**larla* **katyon**ların* (bileşikleri oluşturan bileşenlerin) ve bazı metallerin belirlenmesi için yapılan basit laboratuvar deneyleri verilmektedir. Bir maddenin görünüşü ya da kokusu, genellikle o maddenin ne olduğu hakkında ipuçları verir – bunlar deneylerle doğrulanabilir. Böyle ipuçları olmadığında, gerekli deneyler yapılarak olasılıkların kademeli olarak elenmesi yoluna gidilir (genellikle alev deneyi ile başlamak uygundur). Bir iyonun (anyon ya da katyon) belirlenmesi için birden fazla deney yapılması gerekebilir, çünkü o iyonun varlığının anlaşılması ancak belirli birkaç deneyin sonuçlarının bir arada değerlendirilmesi ile mümkündür (**kurşun, çinko** ve **magnezyum** için yapılan deneyleri ve sonuçlarını karşılaştırın).

Su (H_2O) deneyleri

Deney	Sonuçlar
Susuz* *bakır(II) sülfata ekleyin.*	*Beyaz bakır(II) sülfat tozu maviye döner.*
Susuz* *kobalt(II) klorüre ekleyin.*	*Mavi kobalt(II) klorür pembeye döner.*

Gazların belirlenmesi için deneyler

Gaz	Simge	Deney	Sonuçlar
Karbon dioksit	CO_2	***Kireç suyu**ndan (kalsiyum hidroksit çözeltisi) geçirin.*	*Kireç suyu bulanıklaşır.*
Hidrojen	H_2	*Ucu yanan bir çubuğu gaz örneğine sokun.*	*Küçük patlamalarla yanar.*
Oksijen	O_2	*Ucu akkor olan bir çubuğu gaz örneğine sokun.*	*Çubuk yeniden tutuşur.*

Anyonlar* için deneyler

Bu deneyler, bileşiklerdeki bazı **anyon**ların* belirlenmesinde kullanılır:

Anyon	Simge	Deney	Sonuçlar
Bromür	Br^-	*Maddenin seyreltik nitrik asitteki çözeltisine gümüş nitrat çözeltisi ekleyin.*	*Amonyak çözeltisinde biraz çözünen açık sarı çökelti*
Karbonat	CO_3^{2-}	*a) Maddeye seyreltik hidroklorik asit ekleyin.* *b) Maddeyi, içinde **evrensel belirteç*** *çözeltisi bulunan suda çözmeyi deneyin.*	*a) Karbon dioksit gazı açığa çıkar.* *b) Çözünürse belirteci mora çevirir (**bikarbonat** deneyi ile karşılaştırın).*
Klorür	Cl^-	*Maddenin seyreltik nitrik asitteki çözeltisine gümüş nitrat çözeltisi ekleyin.*	*Amonyak çözeltisinde çözünen yoğun, beyaz çökelti*
Bikarbonat	HCO_3^-	*a)Maddeye seyreltik hidroklorik asit ekleyin.* *b)Maddeyi, içinde **evrensel belirteç*** *çözeltisi bulunan suda çözmeyi deneyin.*	*a) Karbon dioksit gazı çıkar.* *b) Çözünür ve kaynatıldığında belirteç çözeltisini mora çevirir.*
İyodür	I^-	*Maddenin seyreltik nitrik asitteki çözeltisine gümüş nitrat çözeltisi ekleyin.*	*Amonyak çözeltisinde çözünmeyen sarı çökelti*
Nitrat	NO_3^-	*Çözeltiye önce demir(II) sülfat çözeltisi, sonra derişik sülfürik asit ekleyin.*	*İki sıvının birleştiği yerde kahverengi bir halka*
Sülfat	SO_4^{2-}	*Çözeltiye baryum klorür çözeltisi ekleyin.*	*Seyreltik hidroklorik asitte çözünmeyen beyaz çökelti*
Sülfit	SO_3^{2-}	*Çözeltiye baryum klorür çözeltisi ekleyin.*	*Seyreltik hidroklorik asitte çözünen beyaz çökelti*
Sülfür	S^{2-}	*Çözeltiye kurşun(II) etanoat çözeltisi ekleyin.*	*Siyah çökelti*

* Anyon, Katyon, 16; **Evrensel belirteç**, 38; **Susuz**, 40 (**Anhidrat**).

Katyonlar* için deneyler

Bileşiklerdeki **katyon**ların* çoğu, saf metaller için kullanılan **alev deneyleri**yle belirlenebilir (alev deneyinin yapılışı s. 108'de verilmektedir). Sağdaki çizelgede, bazı alev deneylerinin sonuçları gösterilmektedir. Katyonlar bazı tepkimelerin sonuçlarına göre de belirlenebilir. Bu tür tepkimelerden birkaçı aşağıdaki çizelgede verilmektedir. Ancak bu tepkimeler, saf metallerin belirlenmesinde kullanılamaz çünkü metallerin çoğu suda çözünmediğinden, çözeltilerinin oluşturulması olanaklı değildir.

Alev deneyleri

Metal	Simge	Alevin rengi
Baryum	*Ba*	*Sarımsı yeşil*
Kalsiyum	*Ca*	*Kiremit kırmızısı*
Bakır	*Cu*	*Mavimsi yeşil*
Kurşun	*Pb*	*Mavi*
Lityum	*Li*	*Koyu kırmızı*
Potasyum	*K*	*Eflatun*
Sodyum	*Na*	*Turuncumsu sarı*

Katyon	Simge	Deney	Sonuçlar
Alüminyum	Al^{3+}	*a) Maddenin çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin.* *b) Maddenin çözeltisine seyreltik amonyak çözeltisi ekleyin.* *c) **Kurşun**la karşılaştırın (aşağıdaki deneylere bakınız).*	*a) Sodyum hidroksit çözeltisi eklendikçe çözünen beyaz çökelti* *b) Amonyak çözeltisi eklendikçe çözünmeyen beyaz çökelti* *c) –*
Amonyum	NH_4^+	*Maddenin çözeltisine sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin ve yavaşça ısıtın.*	*Amonyak gazı açığa çıkar. Kendine özgü keskin bir kokusu vardır.*
Kalsiyum	Ca^{2+}	*a) Bkz. **alev deneyi*** *b) Maddenin çözeltisine seyreltik sülfürik asit ekleyin.*	*a) –* *b) Beyaz çökelti oluşur.*
Bakır(II)	Cu^{2+}	*a) Bkz. **alev deneyi*** *b) Maddenin çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin.* *c) Maddenin çözeltisine seyreltik amonyak çözeltisi ekleyin.*	*a) –* *b) Sodyum hidroksit çözeltisi eklendikçe çözünen açık mavi çökelti* *c) Açık mavi çökelti oluşur, amonyak çözeltisi eklendikçe koyu mavi çözeltiye dönüşür.*
Demir(II)	Fe^{2+}	*a) Maddenin çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin.* *b) Maddenin çözeltisine seyreltik amonyak çözeltisi ekleyin.*	*a) Açık yeşil çökelti oluşur.* *b) Açık yeşil çökelti oluşur*
Demir(III)	Fe^{3+}	*a) Maddenin çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin.* *b) Maddenin çözeltisine seyreltik amonyak çözeltisi ekleyin*	*a) Kırmızımsı kahverengi çökelti oluşur.* *b) Kırmızımsı kahverengi çökelti oluşur.*
Kurşun(II)	Pb^{2+}	*a) Maddenin çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin.* *b) Maddenin çözeltisine seyreltik amonyak çözeltisi ekleyin.* *c) Kurşunu **alüminyum**dan ayırt etmek için **alev deneyi**ne başvurun.*	*a) Sodyum hidroksit çözeltisi eklendikçe çözünen beyaz çökelti* *b) Amonyak çözeltisi eklendikçe çözünmeyen beyaz çökelti* *c) –*
Magnezyum	Mg^{2+}	*a) Maddenin çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin.* *b) Maddenin çözeltisine seyreltik amonyak çözeltisi ekleyin.*	*a) Sodyum hidroksit çözeltisi eklendikçe çözünmeyen beyaz çökelti* *b) Amonyak çözeltisi eklendikçe çözünmeyen beyaz çökelti*
Çinko	Zn^{2+}	*a) Maddenin çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ekleyin.* *b) Maddenin çözeltisine seyreltik amonyak çözeltisi ekleyin.*	*a) Sodyum hidroksit çözeltisi eklendikçe çözünen beyaz çökelti* *b) Amonyak çözeltisi eklendikçe çözünen beyaz çökelti*

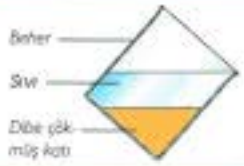
*Katyon, 16.

MADDELERİN İNCELENMESİ

Kimyasal maddelerin incelenmesinde, çok çeşitli yöntemlerden yararlanılır. İlk aşama, genellikle maddenin saf bir örneğinin elde edilmesini kapsar (katışkılar deney sonuçlarını etkiler). Bunu gerçekleştirmek için kullanılan ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden bazıları, bu iki sayfada açıklanmaktadır. Saf örneğin elde edilmesinden sonra, çok çeşitli yöntemler kullanılarak maddenin kimyasal bileşimi, fiziksel ve kimyasal özellikleri (**nitel çözümleme** – kalitatif analiz) ve ne miktarda bulunduğu (**nicel çözümleme** – kantitatif analiz) araştırılır. Daha ayrıntılı bilgi için bkz. s. 104-105 ve 108.

Dökerek ayırma

Bir sıvıyı dikkatle başka bir yere aktararak, dibine çökmüş olan bir katıdan ayırma işlemidir.



Süzme

Bir karışımı ince gözenekli bir yüzeyden geçirerek, sıvıyla katıyı birbirinden ayırma yöntemidir. Gözenekli yüzey (genellikle süzgeç kâğıdı) katıyı üstte tutar ve sıvıyı alta geçirir.

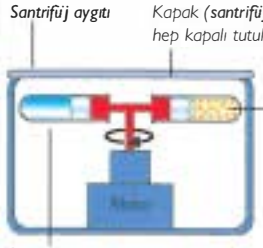
İki ayrı süzme yöntemi



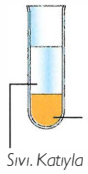
***Nuçe hunisi**yle yapılan süzme daha çabuk olur çünkü erlendeki düşük basınç süzgeç kâğıdına dökülen sıvının hızla emilmesini sağlar.*

Santrifüjleme

*Bir sıvıda karışık halde bulunan değişik maddeleri ayırma yöntemidir. Sıvıyı içeren tüp, **santrifüj aygıtı**nda (bkz. alttaki resim) yüksek hızda döndürülerek yapılır. Kütleleri farklı olan parçacıklar, deney tüpünün farklı bölgelerinde birikir (en ağır olan madde en altta kalır).*

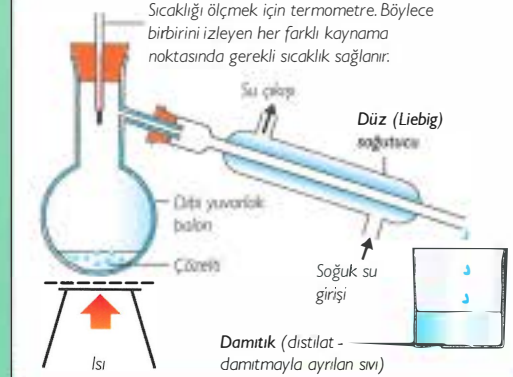


Döndürüldükten sonra



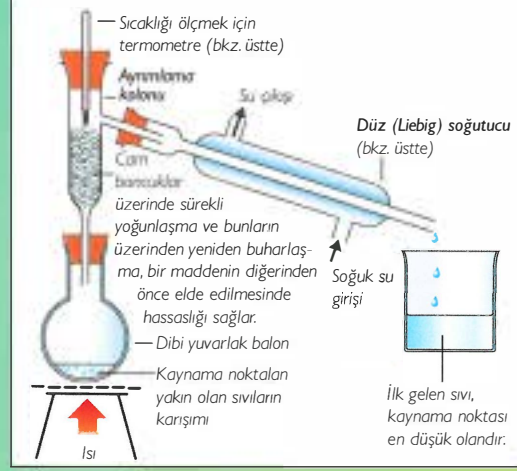
Damıtma

*Sıvılardan oluşan bir karışımın ya da bir sıvının, katışkılarından ısıtma yoluyla ayrılması yöntemidir. İlk önce kaynama noktası en düşük olan sıvının buhan çıkar ve bir **düz (Liebig) soğutucu**da (bkz. alttaki resim) yoğunlaşarak yeniden sıvı hale dönüşür.*



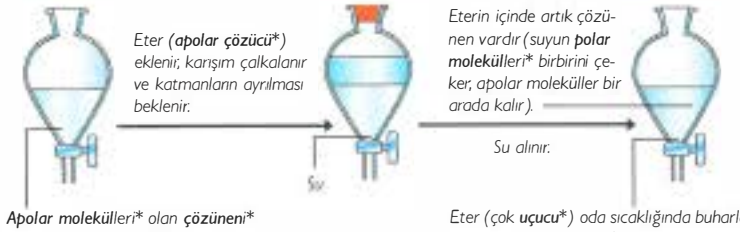
Ayrımsal damıtma

*Kaynama noktaları birbirine yakın olan iki ya da daha fazla sıvıyı, bir **ayrımlama kolonu** kullanarak ayırmaya yarayan bir **damıtma** yöntemidir. Kolonun üst kısmına, önce kaynama noktası en düşük olan sıvının buhan ulaşır. Laboratuvarlarda aşağıdaki resimde gösterilen küçük kolonlar kullanılır. Diğer amaçlar için, çeşitli çıkış noktalarında çok daha büyük ve farklı buharların sıvılaştırılarak toplandığı kolonlar kullanılır (ayrıca bkz. s. 69 ve 84).*



Çözücüyle ayırma

*Bir **çözüneni***, kendi çözücüsünden* daha fazla çözünebildiği ve kolayca ayrılabildiği bir çözücüye aktararak ayırma yöntemidir. Çözünenin ısıtılamadığı durumlarda sıklıkla kullanılan bu yöntemde, çözücülerin belli bir özelliğinden (**polar** ya da **apolar çözücü*** olmalarından) yararlanılır. **Eterle ayırma** bu yönteme bir örnektir.*



Kromatografi

*Bir karışımda az miktarda bulunan maddelerin, bir ortamın (**sabit faz**, örn. kurutma kâğıdı) içinde ya da üzerinde hareket etme hızlanna göre ayrılması yöntemidir. Kromatografi yöntemlerinin çoğunda karışım bir **çözücü**nün* (**ayırma sıvısı**) içinde çözülür, ancak **gaz kromatografisi**nde karışım buharlaştırılır. Maddelerin farklı hızlarda hareket etmesinin nedeni, **çözünürlük**lerinin* ve ortam tarafından çekilme derecelerinin farklı olmasıdır.*

Kâğıt kromatografisi

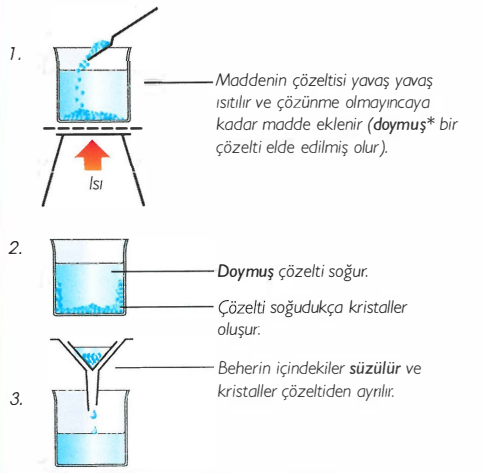


*Maddelerin R_f değerlerinin (maddenin ilerlediği mesafenin, **çözücü**nün* ilerlediği mesafeye bölünmesi) verildiği standart tablolar vardır.*

*Başta **kolon kromatografisi** ve **gaz kromatografisi** olmak üzere, birkaç farklı kromatografi yöntemi vardır. Birincisinde, karışımın bileşenleri bir çözücünün ve molekülleri çeken bir malzemenin bulunduğu bir kolonda ayrılır. İkincisinde ise, buharlaştırılan karışım ısıtılmış bir kolonun içinde bir gazdan geçirilerek bileşenlerine ayrılır*

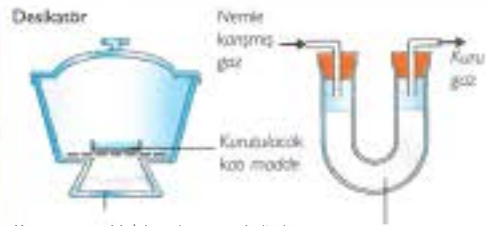
Kristallendirme

*Bir maddenin çözeltisinden kristallerin elde edilmesidir. Maddedeki katışkılar kristaller oluşturmadığından, elde edilen kristaller maddenin saf bir örneği olur. Saf kristaller elde etmek için maddenin sıcak ve **doymuş*** çözeltisi soğutulur ve oluşan kristaller **süzme** yoluyla ayrılır. (Ayrıca bkz. s. 21.)*



Nem çekme / su giderme

*Bir maddenin içindeki suyun ya da **kristal suyu**nun* alınmasıdır. Katılar genellikle içinde bir **kurutucu madde**nin* (örn. silis jeli) bulunduğu büyük cam **desikatörler**de kurutulur. Çoğu gazın ve sıvının içerdiği su, bir kurutucu madde (örn. **susuz** * kalsiyum klorür) ile doğrudan temas ettirilerek alınır. Kurutucu madde suyu emer (madde sıvı ise daha sonra **süzülür**).*



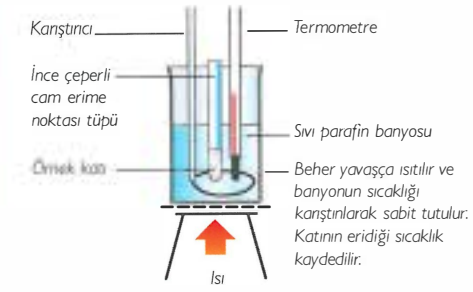
Kurutucu madde katıyla temas halinde değildir; havanın nemini emerek katının içindeki suyun buharlaşmasına neden olur.*

Kurutucu madde** (örn. **susuz kalsiyum klorür)*

Erime noktası ve kaynama noktası deneyleri

Bir örneğin saflığını belirlemek amacıyla yapılan deneylerdir. Bir maddenin saf örneğinin belirli bir erime ve kaynama noktası değeri vardır ve maddedeki herhangi bir katışkı, bu değerleri değiştirir.

Erime noktasının ölçülmesi



* Apolar çozücu, Polar çözücu, 30; Apolar molekül, 19 (Polar molekül); Çözünen, Çozücü. 30; Çözünürlük, Doymuş, 31, Kristal suyu, 21; Kurutucu madde, 116. Susuz, 40 (Anhidrat); Uçucu, 117

NİTEL VE NİCEL ÇÖZÜMLEME

Maddelerin incelenmesi için iki tür çözümlemeden yararlanılır: kimyasal bileşimi belirlemek için nitel **çözümleme** (kalitatif analiz) ve belirli bir maddenin, bir örnekteki miktarını bulmak için **nicel çözümleme** (kantitatif analiz). Her iki tür çözümlemeye ilişkin bazı örnekler aşağıda verilmektedir.

Nitel çözümleme

Aşağıda nitel çözümleme için bazı örnekler verilmektedir. **Alev deneyi** ve s. 104-105'te verilen deneyler okullarda kullanılan nitel çözümleme örnekleridir. Aşağıda verilenler ise daha ileri düzeydeki yöntemlerdir.

Alev deneyi

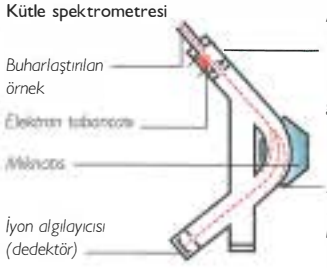
Metallerin belirlenmesi için kullanılır. Araştırılacak madde, temiz bir platin ya da nikel-krom telin ucuna alınır ve bir alevin içine tutularak yandığında çıkardığı renk gözlemlenir (bkz. s. 105). İki deney arasında tel, hidroklorik aside batırılarak ve iyice ısıtılarak temizlenir.



Kütle spektroskopisi

*Bir maddenin bileşiminin, özellikle de içerdiği **izotop**ların* belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bir maddedeki izotopların ya da moleküllerin göreli oranlarının ölçülmesini olanaklı kıldığından, nicel çözümleme yöntemi olarak da yararlanılır. Kullanılan aygıta **kütle spektrometresi** denilir.*

Kütle spektrometresi



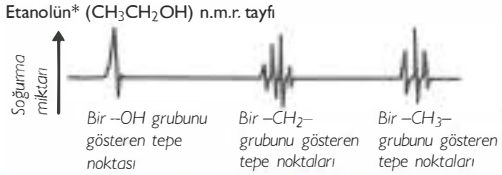
*Maddeyi **iyonlaştırmak*** için üretilen yüksek enerjili elektronlar. Artı iyonlar manyetik alana geçirilerek hızlandırılır.*

Manyetik alan, değişik kütleli iyonları farklı miktarlarda saptırır.

Nükleer manyetik rezonans (n.m.r.) spektroskopisi

*Bir moleküldeki atomların konumunu belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bir mıknatısın kutupları arasında tutulan bir örneğin içinden radyo dalgaları geçirilir. Bu dalgaların soğurulma miktarı, belirli atomların molekül içindeki yerinin belirlenmesini sağlar. Elde edilen bilgiler, **nükleer manyetik rezonans (n.m.r.) tayfı** denilen bir grafik üzerinde gösterilir.*

Etanolün* (CH_3CH_2OH) n.m.r. tayfı

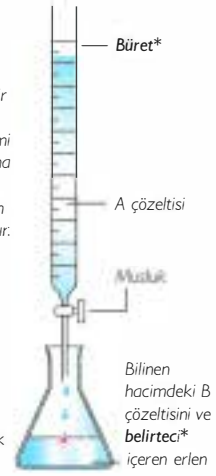


Nicel çözümleme

Bazı nicel çözümleme yöntemleri aşağıda verilmektedir. (Ayrıca bkz. **kütle spektroskopisi.**)

Hacimsel çözümleme

*Volumetrik ya da titrimetrik analiz olarak da bilinen bu yöntemde, bir çözeltinin **titrasyon** yoluyla derişimi bulunur. Titrasyon, bir çözeltiye başka bir çözeltinin büret* kullanılarak katılmasıdır. Çözeltilerden birinin derişimi bilinir. Büretteki çözelti **dönüm noktası**na (ikinci çözeltinin tepkimesi tamamlanıncaya) kadar eklenir. Dönüm noktası bir **belirteç*** kullanılarak anlaşılır. Büretteki çözeltinin (**titrant**) hacmi, erlendeki çözeltinin hacmi ve çözeltilerden birinin bilinen derişimi kullanılarak ikinci çözeltinin derişimi hesaplanır.*

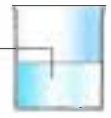


Titrasyon için kullanılan düzenek

Ağırlıksal çözümleme

Gravimetrik analiz olarak da bilinen bu yöntem, bir maddenin, kimyasal bileşimi bilinen ve kolayca saflaştırılıp tartılabilen başka bir maddeye dönüştürülerek miktarının bulunması için kullanılır.

***Ağırlıksal çözümleme**, bir kurşun tuzu içeren su örneğindeki kurşun miktarının bulunması için kullanılabilir:*





*Sarı bir **çökelti*** (kurşun kromat) oluşur ve **süzülerek*** ayrılır.*

Çökelti yıkanır, kurutulur ve hassas bir şekilde tartılır.

*Su örneğindeki kurşun miktarı, suyun hacmi, kurşun kromatın ağırlığı ve kurşunun **bağıl atom kütlesi*** kullanılarak hesaplanır.*

* **Bağıl atom kütlesi,** 24; **Belirteç,** 38. **Büret,** 109, **Çökelti,** 31 **Etanol,** 82, **İyonlaşma,** 16; **İzotop,** 13, **Süzme,** 106

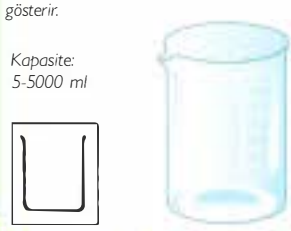
LABORATUVAR MALZEMELERİ

Kimya laboratuvarlarında sıkça kullanılan **malzemeler,** şekilleri ve iki boyutlu basit gösteriliş biçimleriyle birlikte aşağıda ve 110-111. sayfalarda verilmektedir. Malzemelerin yaklaşık büyükleri de belirtilmiştir.

Beher

Sıvıların konması için kullanılır. Yaklaşık hacim gösterir.

Kapasite: 5-5000 ml



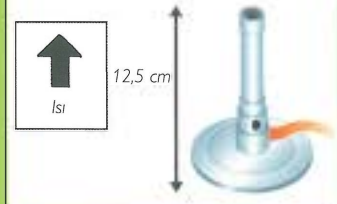
Gaz toplama altlığı

*Bir gazın, su seviyesinin değişmesi yöntemiyle toplanması sırasında, **gaz toplama şişesi**nin* üzerine oturtulduğu destektir (kullanım şekilleri için bkz. s. 102-103).*



Bunsen beki

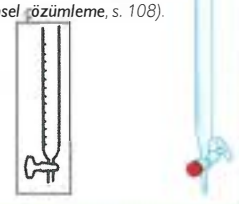
Kimyasal tepkimeler için kullanılan ısı kaynağıdır. Ayarlanabilir hava deliği, alev sıcaklığının bir miktar değiştirilebilmesini sağlar. Delik kapalıyken alev sarıdır ve sıcaklığı daha azdır, açıkken ise mavidir ve daha sıcaktır (bkz. resim, s. 94).



Büret

***Titrasyon** sırasında, hassas hacimlerde sıvı eklemek için kullanılır (bkz. **hacimsel çözümleme**, s. 108).*

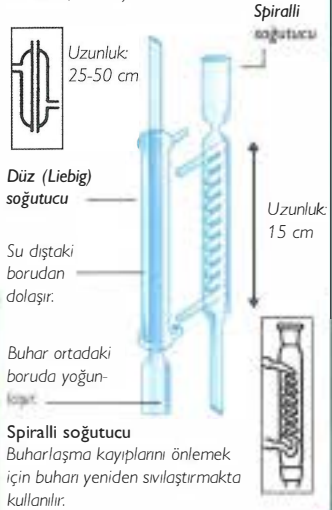
Kapasite: 10-100 ml



Soğutucular

Düz (Liebig) soğutucu

*Buharları yoğunlaştırmak için kullanılır. Buhar ortadaki borunun içinden geçer ve dıştaki borudan geçen suyla soğutulur (bkz. **damıtma,** s. 106).*



Spiralli soğutucu

Buharlaşma kayıplarını önlemek için buharı yeniden sıvılaştırmakta kullanılır.

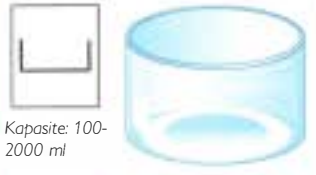
Kroze

*Küçük miktarda katıların, bir fırında ya da **bunsen beki** üzerinde yüksek sıcaklıkta ısıtılması için kullanılır. Porselen, silis, ateş kili, nikel ya da çelikten yapılır.*



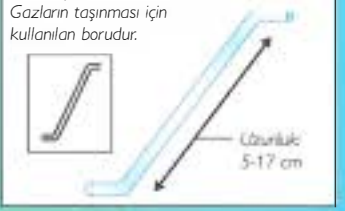
Kristalizuvar

Çözeltilerin kristaller oluşturmak üzere içinde buharlaştırıldığı kaplardır. Tabanın düz olması, düzgün bir kristal katmanı oluşmasını sağlar.



Gaz toplama borusu

Gazların taşınması için kullanılan borudur.



Desikatör

*Katıların kurutulması için kullanılan bir cam kaptır. Dibinde **kurutucu madde*** vardır (bkz. **nem çekme / su giderme,** s. 107).*

Çap: 22 cm



Buharlaştırma kapsülü

*Bir çözeltinin **çözücüsünü*** buharlaştırarak **çözünen**inden* ayırma işleminin yapıldığı kaptır. Genellikle ısı kullanılır.*

Kapasite: 50-500 ml



Süzgeç kâğıdı

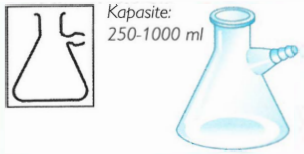
*Bir filtre işlevi yaparak sıvıyı alta geçiren ve katıyı üstte tutan kâğıttır. Süzgeç kâğıtları, gözeneklerinin boyutuna (alta geçirdiği parçacık büyüklüğüne) göre sınıflandırılır. Bir normal **huni**ye ya da **nuçe hunisi**ne* yerleştirilir ve içinden sıvı geçirildikçe katı maddeler kâğıdın üzerinde birikir (bkz. **süzme,** s. 106).*

Liflerin arasındaki boşluklar, küçük parçacıkların alta geçmesine izin verir.

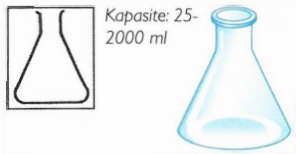
* **Çözünen, Çözücü,** 30; **Gaz toplama şişesi,** 110, **Huni,** 110, **Kurutucu madde,** 116; **Nuçe hunisi,** 110

Erlenler

Nuçe erleni
*Sıvıların vakumla süzülmesinde kullanılan erlenlerdir (bkz. **süzme,** s. 106).*



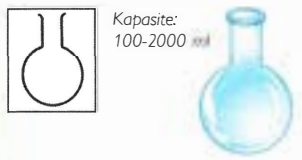
Erlen
*Sıvıların tepkimeye sokuldukları ya da belli derişimlerdeki çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan kaplardır. Ağızları kapatılabildiğinden, bazı durumlarda beherlerin yerine tercih edilir. Üzerlerinde hacim çizgileri bulunmasına karşın, **pipet** ya da **büret** kadar hassas değildir*



Dibi düz balon
Sıvıların, ısıtılma gerekmeyen tepkimelerinde kullanılır (çalışma tezgâhının üzerinde durur).



Dibi yuvarlak balon
Sıvıların, özellikle ısıtılması gereken tepkimelerinde kullanılır. Hacim çizgileri yaklaşıktır. Kıskaçlarla tutturulur.

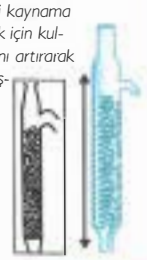


Balonjoje
Derişimleri hassas olarak ayarlanan çözeltilerin karıştırılmasında kullanılır. Boyun kısımlarında, tam ölçümlü hacim işaretleri ve çalkanarak karışmayı sağlamak için kapakları vardır.



Ayrımlama kolonu
*Bir karışımın bileşenlerini kaynama noktalarına göre ayırmak için kullanılır. İçinde, yüzey alanını artırarak daha verimli bir buharlaşma ve yoğunlaşma sağlayan cam kürecikler ya da halkalar bulunur (bkz. **ayrımsal damıtma,** s. 106).*

Uzunluk: 15-36 cm



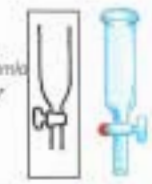
Çeker ocak
Etrafı cam kapaklarla kapalı ve üzerinde bir emici fanı bulunan, tehlikeli deneylerin yürütüldüğü çalışma tezgâhıdır.

Huniler

Nuçe hunisi
*Sıvıların vakumla süzülmesinde kullanılır. Düz ve delikli bir tabanı vardır, **süzgeç kâğıdı*** *buraya yerleştirilir (bkz. **süzme**, s. 106).*



Damlatma hunisi
Bir sıvıyı bir tepkime karışımına damla damla akıtmak için kullanılır (bkz. s. 102-103).



Huni (Süzme hunisi)
*Katıları sıvılardan **süzme** (bkz. s. 106) yoluyla ayırmak için kullanılır. **Süzgeç kâğıdı*** *huninin içine yerleştirilir.*



Akıtma hunisi
Bir sıvının bir tepkime karışımına akıtılmasında kullanılır.

Uzunluk: 30 cm

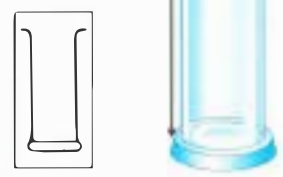


Ayırma hunisi
*Birbirine **karışmayan*** *sıvıları ayırmakta kullanılır. Önce daha yoğun olan sıvı alınır, daha sonra hafif olanı alınır (bkz. **çözücüyle ayırma,** s. 107).*
Kapasite: 50-500 ml

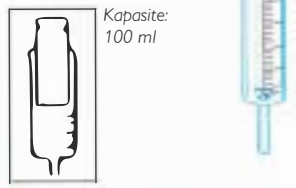


Gaz toplama şişesi
Gaz elde ederken ve gazları saklamak için kullanılır. Şişenin dışarıya sızdırmaması için cam kapağın kenarına ince bir gres katmanı sürülür (bkz. s. 102-103).

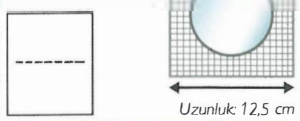
Yükseklik: 15-30 cm



Gaz şırıngası
Bir gazın hacmini ölçmek için kullanılır. Hem bir yerden gaz çekmek hem de bir tepkime kabına gaz eklemek için yararlanılır.

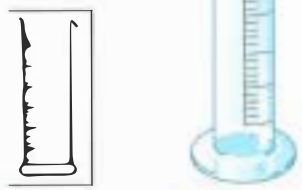


Amyantlı tel
Bir malzemenin ısıtılması sırasında, alevden gelen ısının tabana düzgünce yayılmasını sağlamak için kullanılır. Demir, çelik, bakır ya da seramikten yapılır.



Mezür
Sıvıların yaklaşık hacimlerini ölçmeye yarar.

Kapasite: 5-2000 ml



*Büret, 109; Karışmaz, 31 (Karışabilir); Süzgeç kâğıdı, 109

Kil üçgen
*Kroze**leri*** *ısıtırken **üçayak** üzerine oturtmak için kullanılır: Ateş kilinden yapılmış boruların içinden demir ya da nikel-krom tel geçirilerek yapılır.*



Tüp maşası
Deney tüplerini, alev üzerinde ısıtırken, içindeki maddeleri tepkimeye sokarken ya da bir yerden bir yere taşırken kullanılır.



Su banyosu
***Su üzerinde** gaz toplama yönteminde (bkz. **karbon dioksit,** s. 102) kullanılır. Su banyosu içine ters kapatılmış olan gaz toplama şişesinin içindeki su, su banyosunun içine itilir. Su banyoları ayrıca, potasyum gibi maddelerin tepkimeye sokulmasında da kullanılır (bkz. s. 55). Çap: 20-30 cm*



Pipetler

Pipet
Hassas ölçülü hacimdeki sıvıların akıtılmasında kullanılır. Farklı hacimler için farklı büyüklükte olur. İstenen hacimdeki sıvı, bir işaretten diğerine gelene kadar akıtılır.



Kapasite: 1-100 ml

Damlalık
Çok az miktarda ya da damla damla sıvı akıtmakta kullanılır. Hassas hacim ölçüsü sağlamaz.

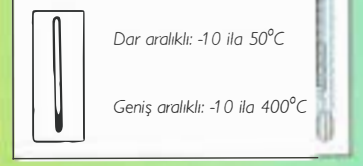


Kapasite: 1-2 ml

Tüplük
Birçok tüpü bir arada tutmaya ya da taşımaya yarar.



Termometre
Sıcaklığı ölçmekte kullanılır. Kullanıldıkları sıcaklık aralığına göre ya alkollü ya da cıvalıdır.



Dar aralıklı: -10 ila 50°C

Geniş aralıklı: -10 ila 400°C

Üçayak
***Kroze**, **erlen**, vb. kapların ısıtılması sırasında üzerine **kil üçgen** ya da **amyantlı tel** konularak kullanılan ayaklardır.*



Destek çubukları ve kıskaçlar
Malzemeleri (örn. dibi yuvarlak balonları) tutturmak için kullanılır.

Boy: 50-100 cm



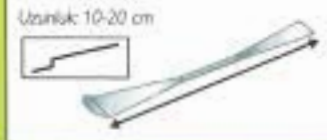
Maşa
Sıcak malzemeleri tutmak için kullanılır.



Elektronik terazi
Hızlı ve hassas tartım için kullanılır, üstten kefelidir.



Spatül
Az miktarda katı maddenin alınmasına yarar.



Tüpler

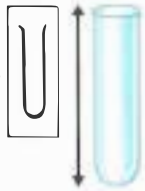
Kaynatma tüpü
Maddeleri yüksek sıcaklıkta ısıtırken kullanılan, kalın çeperli ısıya dayanıklı tüplerdir.

Uzunluk: 12,5 cm



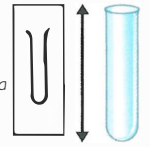
Deney tüpü
Kuvvetli ısıtma gerektirmeyen basit kimyasal tepkimelerde kullanılır.

Uzunluk: 7,5 cm



Yakma tüpü
Küçük miktarda maddelerin eritilmesi ya da kaynatılmasında kullanılan, atılabilir tüplerdir.

Uzunluk: 5 cm



Saat camı
Küçük miktarlardaki maddelerin buharlaştırılmasında kullanılır. Çap: 5-15 cm



*Kroze, 109.

MADDELER, SİMGELER VE FORMÜLLER ÇİZELGESİ

Bu kitapta geçen simgeler ve formüller aşağıda liste halinde verilmektedir. Her birinin karşısında maddenin adı da verilmiştir (†). Simgelerin alfabetik sıralaması büyük harflere göre yapılmıştır ve bir elementin bileşikleri o elementin altında sıralanmıştır. Örneğin, **CH_3OH** (metanol – bir karbon bileşiği) listede **C**'den (karbon) sonra ve **Ca** (kalsiyum) listesinden önce gelir..

Simge/Formül	Madde
$3Ca_3(PO_4)_2.CaF_2$	Apatit
Ac	Aktinyum
Ag	Gümüş
AgBr	Gümüş bromür
AgCl	Gümüş klorür
AgI	Gümüş iyodür
$AgNO_3$	Gümüş nitrat
Al	Alüminyum
$Al(OH)_3$	Alüminyum hidroksit
Al_2O_3	Alüminyum oksit
$Al_2O_3.2H_2O$	Boksit
$Al_2(SO_4)_3$	Alüminyum sülfat
Am	Amerikyum
Ar	Argon
As	Arsenik
At	Astatin
Au	Altın
B	Bor
B_2O_3	Bor oksit
BCl_3	Bor triklorür
Ba	Baryum
$BaCl_2$	Baryum klorür
Be	Berilyum
Bi	Bizmut
Bk	Berkelyum
Br/Br_2	Brom
–Br	Bromür grubu
C	Karbon
C_2H_2	Etin
C_2H_4	Eten
C_2H_3Br	Bromoetan
C_2H_5CHO	Propanal
C_2H_5Cl	Kloroetan
C_2H_5COOH	Propanoik asit
C_2H_5OH	Etanol
C_2H_6	Etan
C_3H_4	Propin
C_3H_6	Propen
C_3H_6O	Propanon
C_3H_7OH	1-propanol
C_3H_8	Propan
C_4H_6	1-bütin
C_4H_8	1-büten
C_4H_9OH	1-bütanol
C_4H_{10}	Bütan
C_5H_{10}	1-penten
C_5H_{12}	Pentan
$C_6H_8O_6$	Askorbik asit
$C_6H_{12}O_6$	Glikoz
C_6H_{14}	Hekzan
C_7H_{16}	Heptan
C_8H_{18}	Oktan
C_9H_{20}	Nonan
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Sakaroz
$C_{17}H_{35}COOH$	Oktadekanoik asit
CCl_4	Tetraklorometan
CH_2BrCH_2Br	1,2-dibromoetan
CH_2CHCl	Vinil klorür
$–CH_3$	Metil grubu
CH_3CCH	Propin
CH_3CH_2CCH	1-bütin
$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	1-bütanol
$CH_3CH_2CH_2OH$	1-propanol
CH_3CH_2CHO	Propanal
CH_3CH_2Cl	Kloroetan
CH_3CH_2COOH	Propanoik asit
CH_3CH_2OH	Etanol
CH_3CH_2ONa	Sodyum etoksit
CH_3CHO	Etanal
$CH_3CHOHCH_3$	2-propanol
CH_3Cl	Klorometan
$CH_3COCH_2CH_3$	Bütanon
CH_3COCH_3	Propanon
$CH_3COOCH_2CH_3$	Etil etanoat
CH_3COOH	Etanoik asit
CH_3NH_2	Metil amin
CH_3OCH_3	Metoksimetan
CH_3OH	Metanol
CH_4	Metan
CHCH	Etin
CO	Karbon monoksit
–CO–	Karbonil grubu
CO_2	Karbon dioksit
–COOH	Karboksil grubu
$(COOH)_2$	Etandioik asit
$COOH(CH_2)_4COOH$	Hekzandioik asit
Ca	Kalsiyum
$Ca_3(PO_4)_2$	Kalsiyum fosfat
$CaCl_2$	Kalsiyum klorür
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
$CaCO_3.MgCO_3$	Dolomit
CaF_2	Flüorspat
$Ca(HCO_3)_2$	Kalsiyum bikarbonat
CaO	Kalsiyum oksit
$Ca(OH)_2$	Kalsiyum hidroksit
$CaSiO_3$	Kalsiyum metasilikat
$CaSO_4$	Kalsiyum sülfat
$CaSO_4.2H_2O$	Alçıtaşı
Cd	Kadmiyum
Ce	Seryum
Cf	Kaliforniyum
Cl/Cl_2	Klor
–Cl	Klorür grubu
Cm	Küriyum
Co	Kobalt
$CoCl_2$	Kobalt(II) klorür
Cr	Krom
Cs	Sezyum
Cu	Bakır
Cu_2O	Bakır(I) oksit
CuCl	Bakır(I) klorür
$CuCl_2$	Bakır(II) klorür
$CuCO_3.Cu(OH)_2$	Malakit
$(CuFe)S_2$	Bakır piritleri
$(Cu(NH_3)_4)SO_4$	Tetraamin bakır(II) sülfat
$Cu(NO_3)_2$	Bakır(II) nitrat
CuO	Bakır(II) oksit
$CuSO_4$	Bakır(II) sülfat
$CuSO_4.3Cu(OH)_2$	Bazik bakır sülfat
D	Döteryum
D_2O	Döteryum oksit
Dy	Disprosyum
Er	Erbiyum
Es	Aynştayniyum
Eu	Evropyum
F/F_2	Flüor
–F	Flüorür grubu
Fe	Demir
Fe_2O_3	Hematit
$Fe_2O_3.xH_2O$	Pas
$FeCl_2$	Demir(II) klorür
$FeCl_3$	Demir(III) klorür
$Fe(OH)_3$	Demir(III) hidroksit
FeS	Demir(II) sülfür
$FeSO_4$	Demir(II) sülfat
Fm	Fermiyum
Fr	Fransiyum
Ga	Galyum
Gd	Gadolinyum
Ge	Germanyum
H/H_2	Hidrojen
H_2CO_3	Karbonik asit

(†) Maddenin adını biliyorsanız, ama simgesini ya da formülünü bilmiyorsanız dizine bakınız (s. 118-127).

Simge/Formül	Madde
H_2O	Su
H_2O_2	Hidrojen peroksit
H_2S	Hidrojen sülfür
$H_2S_2O_7$	Dumanlı sülfürik asit
H_2SO_3	Sülfüröz asit
H_2SO_4	Sülfürik asit
H_3PO_4	Fosforik asit
HBr	Hidrojen bromür
HCl	Hidrojen klorür/ Hidroklorik asit
HCHO	Metanal
HCOOH	Metanoik asit
HI	Hidrojen iyodür
HNO_2	Nitröz asit
HNO_3	Nitrik asit
He	Helyum
Hf	Hafniyum
Hg	Civa
HgS	Sülüğen
Ho	Holmiyum
I/I_2	İyot
In	İndiyum
Ir	İridyum
K	Potasyum
K_2CO_3	Potasyum karbonat
$K_2Cr_2O_7$	Potasyum dikromat
K_2SO_4	Potasyum sülfat
$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$	Alüminyum potasyum sülfat-12-su
KBr	Potasyum bromür
KCl	Potasyum klorür
KI	Potasyum iyodür
$KMnO_4$	Potasyum permanganat
KNO_3	Potasyum nitrat
KOH	Potasyum hidroksit
Kr	Kripton
KrF_2	Kripton flüorür
La	Lantan
La_2O_3	Lantan oksit
Li	Lityum
Li_3N	Lityum nitrür
LiCl	Lityum klorür
LiOH	Lityum hidroksit
Lr veya Lw	Lavrensiyum
Lu	Lütesyum
Md	Mendelevyum
Mg	Magnezyum
$MgCl_2$	Magnezyum klorür
$MgCO_3$	Magnezyum karbonat
MgO	Magnezyum oksit
$Mg(OH)_2$	Magnezyum hidroksit
$MgSO_4$	Magnezyum sülfat
Mn	Mangan
$MnCl_2$	Mangan(IV) klorür
MnO_2	Pirolüsit/Mangan(IV) oksit
Mo	Molibden
N/N_2	Azot
N_2O	Diazot oksit
N_2O_4	Diazot tetraoksit
$–NH_2$	Amino grubu
$NH_2(CH_2)_6NH_2$	1,6-diaminohekzan
NH_3	Amonyak
$(NH_4)_2SO_4$	Amonyum sülfat
NH_4Cl	Amonyum klorür
NH_4OH	Amonyak çözeltisi
NH_4NO_3	Amonyum nitrat
NO	Azot monoksit
NO_2	Azot dioksit
Na	Sodyum
Na_2CO_3	Sodyum karbonat
$Na_2CO_3.10H_2O$	Çamaşır sodası
Na_2SO_3	Sodyum sülfit
Na_2SO_4	Sodyum sülfat
Na_3AlF_6	Kriyolit
$NaAl(OH)_4$	Sodyum alüminat
NaBr	Sodyum bromür
NaCl	Sodyum klorür
$NaClO_3$	Sodyum klorat
$NaHCO_3$	Sodyum bikarbonat
$NaHSO_4$	Sodyum bisülfat
$NaIO_3$	Sodyum iyodat
$NaNO_2$	Sodyum nitrit
$NaNO_3$	Sodyum nitrat
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NaOH	Sodyum hidroksit
Nb	Niyobyum
Nd	Neodimyum
Ne	Neon
Ni	Nikel
NiS	Nikel sülfür
No	Nobelyum
Np	Neptünyum
O/O_2	Oksijen
O_3	Ozon
–OH	Hidroksil grubu
Os	Osmiyum
OsO_4	Osmiyum tetraoksit
P	Fosfor
P_2O_5	Fosfor pentoksit
Pa	Protaktinyum
Pb	Kurşun
PbI_2	Kurşun(II) iyodür
$Pb(NO_3)_2$	Kurşun(II) nitrat
PbO	Kurşun(II) oksit
PbO_2	Kurşun(IV) oksit
$Pb(OC_2H_5)_4$	Tetraetil kurşun
$Pb(OH)_2$	İKurşun(II) hidroksit
PbS	Galen
Pd	Paladyum
Pm	Prometyum
Po	Polonyum
Pr	Praseodimyum
Pt	Platin
Pu	Plütonyum
Ra	Radyum
Rb	Rubidyum
Re	Renyum
Rh	Rodyum
Rn	Radon
Ru	Rutenyum
S	Kükürt
SO_2	Kükürt dioksit
SO_3	Kükürt trioksit
Sb	Antimon
Sc	Skandiyum
Se	Selenyum
Si	Silisyum
SiO_2	Silisyum dioksit
Sm	Samaryum
Sn	Kalay
Sr	Stronsiyum
T	Trityum
Ta	Tantal
Tb	Terbiyum
Tc	Teknesyum
Te	Tellür
Th	Toryum
Ti	Titan
Tl	Talyum
Tm	Tulyum
U	Uranyum
V	Vanadyum
V_2O_5	Vanadyum pentoksit
W	Tungsten
Xe	Ksenon
$XeFe_4$	Ksenon tetraflüorür
Y	İtriyum
Yb	Terbiyum
Zn	Çinko
$ZnCl_2$	Çinko klorür
$ZnCO_3$	Kalamin
ZnO	Zinkit/ Çinko oksit
$Zn(OH)_2$	Çinko hidroksit
Zn(OH)Cl	Bazik çinko klorür
ZnS	Çinko sülfür
$ZnSO_4$	Çinko sülfat
Zr	Zirkonyum

NİCELİKLER VE BİRİMLER

Fiziksel nicelikler, bütün bilim dallarında kullanılan **kütle*** ve **akım*** gibi miktarlardır. Bunların hepsinin bir şekilde ölçülebilmesi gerekir ve bu nedenle her birinin kendi birimi vardır. Birimler, uluslararası anlaşmayla belirlenir ve **Uluslararası Birimler** ya da **SI birimleri** (Fransızca Système International d'Unités'in kısaltılmış hali) olarak adlandırılır. Nicelikler **temel** ve **türetilmiş** olarak iki grup altında toplanır.

Temel nicelikler

Bütün diğer niceliklerin (bkz. **türetilmiş nicelikler**) tanımlanabilmesini olanaklı kılan bir dizi niceliktir (bkz. alttaki çizelge). Her temel niceliğin bir **temel SI birimi** vardır, diğer SI birimleri bunlarla tanımlanır.

Temel nicelik	Simge	Temel SI birimi	Kısaltma
Kütle	*m*	*kilogram*	*kg*
Zaman	*t*	*saniye*	*s*
Uzunluk	*l*	*metre*	*m*
Akım	*I*	*amper*	*A*
Sıcaklık	*T*	*kelvin*	*K*
Madde miktarı	–	*mol*	*mol*
Işık şiddeti	–	*kandela*	*cd*

Önekler

SI birimleri, bazen yazılamayacak kadar büyük ya da küçük olabilir (örn. metre, kâğıt kalınlığını ölçmek için çok büyük bir birimdir). Bu nedenle bazı SI birimlerinin kesirleri ya da katları kullanılır ve bunlar, belirli öneklerle yazılır (bkz. alttaki çizelge). Örneğin, milimetre (mm) bir metrenin binde biridir

Kullanılan kesirler ve katlar

Kesir ya da kat	Önek	Simge
10^{-9}	*nano-*	*n*
10^{-6}	*mikro-*	*μ*
10^{-3}	*mili-*	*m*
10^{-2}	*santi-*	*c*
10^{-1}	*desi-*	*d*
10^{1}	*deka-*	*dc*
10^{2}	*hekta-*	*h*
10^{3}	*kilo*	*k*
10^{6}	*mega-*	*M*
10^{9}	*giga-*	*G*

Temel SI birimleri

Kilogram (kg)

Kütle için kullanılan SI birimidir. Paris yakınlarında, Sevres'de bulunan bir standart metal silindir örneğinin kütlesine eşittir:

Saniye (s)

Zaman için kullanılan SI birimidir. Sezyum-133 atomunun saldığı belli bir ışınımın 9.192.631.770 **periyot**luk* süresine eşittir:

Metre (m)

Uzunluk için kullanılan SI birimidir. Işığın vakum içinde bir saniyenin 1/299.792.458'inde kat ettiği mesafeye eşittir:

Amper (A)

Elektrik akımının SI birimidir (ayrıca bkz. s. 60). Vakum içinde birbirine paralel, sonsuz uzunluktaki iki düz tel arasında, her bir metrede 2×10^{-7} N'luk bir kuvvet oluşturan akım miktarına eşittir.

Kelvin (K)

Sıcaklık için kullanılan SI birimidir. Suyun, **mutlak sıcaklık ölçeği**ndeki* **üçlü noktası*** (buz, su ve su buharının aynı anda bulunduğu) sıcaklığının 1/273,16'sına eşittir

Mol (mol)

Madde miktarının SI birimidir (kütleden farklıdır çünkü maddedeki parçacık sayısıdır). **Avogadro sayısı** kadar ($6{,}023 \times 10^{23}$) parçacık (örn. atom ya da molekül) içeren maddenin miktarına eşittir.

Kandela (cd)

Işık şiddetinin SI birimidir: 1/600.000 metre karelik bir kara cismin, platinin donma noktasında ve 101.325N m^{-2} basınçtaki aydınlatma gücüne eşittir:

*Akım, 45; Kütle, 117; Mutlak sıcaklık ölçeği, 29; Periyot, 117; Üçlü nokta, 117.

Türetilmiş nicelikler

Temel nicelikler dışında kalan ve temel nicelikler ya da başka türetilmiş niceliklerle tanımlanan niceliklerdir. Bunların, **temel SI birimleri** ya da başka türetilmiş birimlerle tanımlanan **türetilmiş SI birimleri** vardır. Bu birimler, niceliği tanımlayan denklemden çıkarılır ve bazen özel adlarla belirtilir, ancak her zaman sıkça kullanılan birimler olmayabilir:

Türetilmiş nicelik	Simge	Tanımlama denklemi	Türetilmiş SI birimi	Birimin adı	Üstteki h
Hız	*v*	$v = \frac{\text{gidilen mesafe}}{\text{zaman}}$	$m.s^{-1}$	–	–
İvme	*a*	$a = \frac{\text{hızdaki değişiklik}}{\text{zaman}}$	$m.s^{-2}$	–	–
Kuvvet	*F*	*F = kütle x ivme*	$kg.m.s^{-2}$	*nevton*	*N*
İş	*W*	*W = kuvvet x mesafe*	*N.m*	*jul*	*J*
Enerji	*E*	*İş yapma kapasitesi*	*J*	–	–
Güç	*P*	$p = \frac{\text{yapılan iş}}{\text{zaman}}$	$J.s^{-1}$	*vat*	*W*
Alan	*A*	*Şekle göre değişir*	m^2	–	–
Hacim	*V*	*Şekle göre değişir*	m^3	–	–
Yoğunluk	*ρ*	$\rho = \frac{\text{kütle}}{\text{hacim}}$	$kg.m^{-3}$	–	–
Basınç	*P*	$P = \frac{\text{kuvvet}}{\text{alan}}$	$N.m^{-2}$	*paskal*	*Pa*
Periyot	*T*	*Bir çevrimin süresi*	*s*	–	–
Frekans	*f*	*Saniyedeki çevrim sayısı*	s^{-1}	*Hertz*	*Hz*
Derişim	*M*	$M = \frac{\text{mol}}{\text{metre küp}}$	$mol.m^{-3}$	–	–
Momentum	–	*Momentum = kütle x hız*	$kg.m.s^{-1}$	–	–
Elektrik yükü	*Q*	*Q = akım x zaman*	*A.s*	*kulon*	*C*
Gerilim	*V*	$V = \frac{\text{aktarılan enerji}}{\text{yük}}$	$J.C^{-1}$	*volt*	*V*
Elektrik sığası	*C*	$C = \frac{\text{yük}}{\text{gerilim}}$	$C.V^{-1}$	*farad*	*F*
Direnç	*R*	$R = \frac{\text{gerilim}}{\text{akım}}$	$V.A^{-1}$	*ohm*	Ω

* Görünür ışık tayfı, 52; Hız, 3; İvme, 9; Jeneratör, 76; Mikrometre, 99; Nukleer güç santralı, 92; Özgül ısı sığası, 29; Sürtünme katsayısı, Sürtünme kuvveti, 5; SI birimleri, 94; Verniye ölçeği 98

SÖZLÜK

Ağartıcı
*Bir malzemenin ya da çözeltinin rengini gideren bir maddedir. Kuvvetli **yükseltgen**lerin* ve **kuvvetli indirgen**lerin* çoğu iyi ağartıcıdır. Evlerde sıkça kullanılan bir ağartıcı olan sodyum hipoklorit çözeltisi, aynı zamanda güçlü bir **mikrop öldürücü**dür. Aşağıdaki denklem sodyum hipokloritin renkli bir malzemeyle tepkimesinden oluşan ürünleri göstermektedir.*

$$\underset{\text{Sodyum hipoklorit}}{NaOCl} + \underset{\text{Renkli malzeme}}{} \rightarrow \underset{\text{Sodyum klorür}}{NaCl} + \underset{\text{Rengi alınmış yükseltgenmiş* malzeme}}{}$$

Akmaz ya da viskoz
*Koyu kıvamlı ve yapışkan bir şekilde hareket eden akışkanları tanımlar (örn. motor yağı). **Akmazlık** ya da **viskozite**, bir akışkanın farklı katmanlarının, sürtünme derecelerinin farklı olması nedeniyle farklı hızlarda hareket etmesinden kaynaklanır.*

Alaşım
İki ya da daha çok metalin veya bir metalle bir ametalin karışımıdır. Bileşenlerinin özelliklerinden bağımsız, kendine özgü (metalik) özellikleri vardır.

Amalgam
*Civanın başka metallerle yaptığı **alaşım**dır. Genellikle yumuşaktır, bazen sıvı bile olabilir.*

Antasit
*Midedeki asit fazlasını **nötrleştirerek*** asitliği gideren bir maddedir. Örneğin, alüminyum hidroksit ve magnezyum hidroksit antasit maddelerdir.*

Aşındırıcı
Bir başka malzemenin yüzeyinin eskimesine ve yıpranmasına neden olan bir malzemedir.

Buzdolabı soğutucusu
*Buzdolaplarında kullanılan bir **soğutucu** türüdür. Düşük sıcaklıklarda **buharlaşabilen*** bir sıvı olmalıdır. Bu amaç için geçmişte amonyak kullanılırdı, günümüzde ise **kloroflüorokarbonlar*** kullanılmaktadır.*

Cevher
Genellikle metal olan elementlerin özütlendiği, doğada bulunan minerallerdir (örn. boksit bir alüminyum cevheridir).

Denetleme çubukları
*Bir nükleer reaktördeki denetim sisteminin bir parçası olan bu çubuklar, reaktörün içindeki tepkimenin hızını değiştirmek amacıyla aşağı ve yukarı hareket ettirilen tüplerdir. Bor, kadmiyum ya da başka bir güçlü **nötron*** soğurucusu içeren çelik veya alüminyumdan yapılır.*

Dövülgen
*Kalıplanarak değişik biçimler haline getirilebilen maddeleri tanımlar. Çekiçle dövülerek ince levhalar haline getirilebilen maddeler, özellikle de birçok metal ve metal **alaşım**ı dövülgendir. Her maddenin **dövülgenlik** derecesi farklıdır (bkz. s. 51).*

Eylemsiz
*Tepkimeyen, diğer bir deyişle kolay kolay tepkimeye girmeyen bir maddeyi belirtir. Örneğin, **soy gazlar*** eylemsizdir.*

Fotosel ya da fotoelektrik hücre
Işığın algılanması ve ölçülmesi için kullanılan bir aygıttır.

Fümigasyon
Böcek gibi haşaratın zehirli gaz, örneğin kükürt dioksit ya da dumanla öldürülmesidir.

Hacim
*Bir maddenin kapladığı yerin ölçümüdür. Düzgün biçimlere sahip maddelerin hacmi, basit ölçümlerle hesaplanabilir. Düzgün olmayanlarınki ise genellikle yer değiştiren suyun hacminden bulunur. Hacim için kullanılan **SI birimi*** metre küptür (m^3).*

Hammadde
*Sanayide kullanılmak üzere doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir. Örneğin demir **cevher**i, kok kömürü ve kireçtaşı demir üretiminde kullanılan hammaddelerdir (bkz. s. 60).*

Isıölçüm
*Kalorimetri olarak da bilinir. Bir kimyasal tepkime sırasındaki ya da ısı aktarımının yer aldığı bir durumdaki ısı değişikliğinin ölçülmesidir. Örneğin, belli bir kütledeki suyun sıcaklığındaki artış, bir yakıtın yakılma sırasında oluşturduğu enerjinin hesaplanmasında kullanılabilir (bkz. **bombalı ısıölçer** şeması, s. 33).*

İletken
*İçinden elektrik akımının ya da ısının akabildiği (**iletkenlik** özelliği olan) bir malzemedir. **Elektriksel iletken** elektrik akımını geçirir, **ısı iletkeni** ise ısıyı geçirir. Metaller, iyon içeren çözeltiler ve erimiş haldeki **iyon bileşikleri*** elektriksel iletkendir ve özellikle metaller iyi ısı iletkenidir. Ayrıca bkz. **yalıtkan**lar ve **yarıiletken**ler.*

İz elementler
*Canlı organizmaların yaşamlarını sürdürmesi için, az miktarda bile olsa elzem olan bakır ve iyot gibi elementlerdir. Genellikle **enzim**lerin* ya da **vitamin**lerin* bir kısmını oluşturur.*

Kızgın buhar
100°C sıcaklığın üzerindeki buhara denir. Suyun basınç altında ısıtılmasıyla elde edilir.

Kurutucu madde
*Başka bir maddenin nemini alan, ancak bunu moleküllerden ayrı ayrı oksijen ve hidrojen olarak değil, yalnızca maddenin içinde ve çevresindeki su moleküllerini olarak yapan bir maddedir. Maddenin kendisi değişmez. (Ayrıca bkz. **nem çekme/su giderme**, s. 107 ve **suçeker madde**). **Fosfor pentoksit** (P^2O^5) bir kurutucu maddedir.*

$$\underset{\text{Hidratlı* bakır(II) sülfat}}{CuSO_4.5H_2O(s)} \xrightarrow{\text{Fosfor pentoksit}} \underset{\text{Susuz* bakır(II) sülfat}}{CuSO_4(s)} + \underset{\text{Su}}{5H_2O(l)}$$

Kükürtle sertleştirme ya da vulkanizasyon
***Lateks**ten elde edilen ham, doğal kauçuğun kükürtle ısıtılmasıdır. Sertleştirilmiş kauçuk, ham kauçuğa göre daha sert ve daha dayanıklıdır, sıcaklığa karşı daha az duyarlıdır. Bunun nedeni, kükürdün, kauçuk moleküllerinin zincirleri arasında çapraz bağlar oluşturmasıdır (bkz. şekil s. 87).*

Kütle
Bir yapının içindeki madde miktarının ölçümüdür. "Tartma" yoluyla kilogram olarak belirlenir, ancak ağırlıktan farklıdır (ağırlık bir nesnenin aşağıya doğru uyguladığı kuvvettir ve kütle ile yerçekimine bağlı ivmenin çarpımından bulunarak, newton cinsinden ifade edilir). Ağırlık ölçekleri, bu kuvveti kütle ölçümüne dönüştürür.

* Hidratlı, 40 (Hidrat); İyon bileşiği, 17; Nötrleştirme, 37; Nötron, 12; Susuz, 40 (Anhidrat); Yükseltgenme, Yükseltgen, İndirgen, 34.

Lateks
*Başta kauçuk ağacı olmak üzere, bazı bitkiler tarafından üretilen ve ham, doğal kauçuğun elde edildiği (ayrıca bazı **yapıştırıcı**ların üretiminde kullanılan), süt görünümündeki sıvıya denir. Bazı benzer **yapay polimerler*** de lateks olarak adlandırılır.*

Mantar ilacı (fungisit)
Ekinlerin üzerinde oluşan küf gibi zararlı mantarların yok edilmesinde kullanılan bir maddedir.

Matlaşma
*Bir maddenin, yüzeyinde oluşan mat bir katman nedeniyle, parlaklığını kısmen ya da tamamen kaybetmesidir (örn. gümüş üzerinde oluşan gümüş sülfür ve lityum üzerinde oluşan lityum oksit). Matlaşma bir tür **korozyon**dur*.*

Metabolizma
*Bir canlı organizmada, **enzim**lerin* kontrolü altında oluşan kimyasal süreçlerdir. Bunlar, hem karmaşık maddelerin basit enerji biçimleri haline parçalanmasını hem de basit maddelerin, depolama ve doku yapımı için daha karmaşık maddeler oluşturmasını kapsar.*

Mikrop öldürücü
Bakterilerin, özellikle de hastalık taşıyanların (mikropların) yok edilmesinde kullanılan bir maddedir.

Mineral
*Hayvan ya da bitki kökenli olmayan, doğal inorganik maddelerdir (örn. **kaya tuzu***). Farklı mineraller, farklı kimyasal bileşimlere ve özelliklere sahiptir (ayrıca bkz. **cevher**).*

Organik çözücü
Maddelerin içinde çözünebildiği organik sıvılardır.

Periyot
Bir hareketin bir çevriminin, örneğin bir dalga çevriminin ya da bir tekerleğin tam dönüşünün tamamlanması için geçen zamana denir.

Pigmentler
Bitkilere ve hayvanlara renklerini veren maddelerdir. Boya, plastik gibi maddeleri renklendirmek amacıyla, çözünmeyen bir toz olarak kullanılır.

Reçineler
Yapıştırıcı** olarak kullanılan, genellikle suda çözünmeyen maddelerdir. Doğal reçineler bazı bitki ve böceklerin salgıladığı organik bileşiklerdir. **Yapay reçineler** ise **polimerleştirme yoluyla üretilir.*

Sabit
*Değişmeyen bir sayısal değerdir. Örneğin, $PV = RT$ denkleminde (ayrıca bkz. s. 28) gaz sabiti olarak adlandırılan R'nin değeri sabittir. P ve V ise **değişken**dir. Gaz sabiti 8,314 $jk^{-1}mol^{-1}$'dir.*

Santigrat ölçeği
*Bir standart sıcaklık ölçeğidir. Bir derece santigrat, büyüklük olarak bir kelvine eşittir (bkz. **mutlak sıcaklık ölçeği**, s. 29), ancak sıfır derece değeri (0°C) suyun donma noktası, yüz derece değeri (100°C) ise kaynama noktası olarak kabul edilir.*

Sistem
*Bir birimi oluşturan ve birbirine etki eden bağlantılı parçalar grubudur. Örneğin, bir tepkimede **kimyasal denge*** durumundaki maddeler bir sistemdir.*

Soğutucu
*Sanayide ve evlerde soğutma amacıyla kullanılan akışkanlardır (ayrıca bkz. **buzdolabı soğutucusu**). Bu madde, genellikle bir kaynaktan aldığı ısıyı başka bir kaynağa aktarır. Örneğin, nükleer santrallerde soğutucu, nükleer tepkimeden oluşan ısıyı buhar üretecine aktarır. Böylece ısı buhar üretmek için, buhar ise türbinleri döndürerek elektrik üretmek için kullanılır.*

Suçeker madde
*Su molekülleri içeren bir maddeden, bu su moleküllerini ya da daha önemlisi, bir maddenin moleküllerindeki hidrojen ve oksijen atomlarını çekerek, suyunu gideren bir maddedir. Bu sürecin sonunda farklı bir madde ve su oluşur (ayrıca bkz. **kurutucu madde**). Derişik sülfürik asit bir suçeker maddedir.*

$$\underset{\text{Glikoz}}{C_6H_{12}O_6(s)} \xrightarrow{\text{Derişik sülfürik asit}} \underset{\text{Karbon}}{6C(s)} + \underset{\text{Su}}{6H_2O(l)}$$

Derişik sülfürik asit, katıldığı maddeyle tepkimeye girmezse, bir kurutucu madde olarak da kullanılabilir. Örneğin, klor gazı örneklerinin kurutulmasında (gazın bulunduğu ortamdaki su buharı moleküllerinin alınmasında) kullanılır (bkz. s. 102).

Sünek
*Esnetilebilen maddeleri tanımlar. Genellikle, ince tel halinde çekilebilen bakır gibi metaller için kullanılır. Farklı malzemeler, farklı **süneklik** derecelerine sahiptir (bkz. s. 51). **Kırılgan** bir metal, sünek olmadığı için çekilemez.*

Taksimat
*Ölçüm için kullanılan eşit aralıklı işaretlerdir. Laboratuvarda kullanılan **mezür*** ya da **gaz şırıngası*** gibi, bazı cam malzemelerin üzerinde bulunur.*

Uçucu
*Kolayca **buharlaşan*** bir sıvıyı (örn. petrol) ya da kolayca **süblimleşen*** bir katıyı (örn. iyot) tanımlar.*

Üçlü nokta
*Bir maddenin gaz, sıvı ve katı **haller**inin* aynı anda bulunabildiği, belli bir sıcaklık, basınç ve hacim noktasıdır.*

Yalıtkan
*Isı ve elektrik **iletkenliği** zayıf olan maddelerdir. Ametal elementler ve bunların bileşikleri (örn. kükürt ve kauçuk) genellikle yalıtkandır.*

Yapıştırıcı
Bir ya da daha fazla maddeye yapışan bir maddedir.

Yarıiletkenler
*Akıma dirençleri sıcaklık arttıkça azalan elektrik iletkenleridir (normal iletkenlerin direnci, sıcaklık arttıkça artar). Genellikle germanyum ya da silisyum gibi **metalsiller**dir*. İçlerine ilave edilen katışkılarla özellikleri değiştirilebilir.*

Yoğunluk
*Bir maddenin birim **hacim** başına **kütle**sinin ölçümüdür. Maddenin kütlesinin hacmine bölünmesiyle bulunur ve metre küpte kilogram ($kg\ m^{-3}$) birimiyle ifade edilir.*

Yüzey gerilimi
Bir sıvının yüzeyinin, yüzeydeki moleküller arasındaki çekim kuvveti nedeniyle gerilmiş, esnek bir zar gibi davranması özelliğidir. Yüzey gerilimi nedeniyle, bir sıvı damlası olanaklı olan en küçük hacmi (genellikle küre şeklinde) doldurur.

* Buharlaşma, 7; Enzim, 47; Gaz şırıngası, Mezür, 110; Haller, 6; Kaya tuzu, 54 (Sodyum); Kimyasal denge, 49; Kloroflüorokarbonlar, 81; Korozyon, 95; Metalsiller, 51 (Metal); Polimerleşme, 86; SI birimleri, 114; Soy gazlar, 75; Süblimleşme, 7; Vitaminler, 91; Yapay polimerler, 87.

DİZİN

Dizinde belirtilen sayfa numaraları üç farklı şekilde yazılmıştır. Kalın olarak yazılan rakamlar (örn. **92**), sözcüğün esas tanımının bulunduğu yeri belirtir. Normal yazılanlar (örn. 92), sözcüğün tanım dışında geçtiği yerleri belirtir. İtalik yazılanlar ise (örn. 92), sözcüğün bir resim ya da şekil üzerinde belirtildiği yerlerdir. Ayraç içine yazılmış bir sözcüğün önündeki sayfa numarası, o sözcüğün ayraç içindeki sözcükle ilgili metinde geçtiği yeri belirtir. Sayfa numarasından sonraki (G) harfi, sözcüğün o sayfanın giriş paragrafında geçtiğini belirtir. Sözcüklerden sonra gerekli yerlerde, ayraç içinde sözcüğün tekil ya da çoğul hali, simgeler ve formüller verilmektedir. Eşanlamlı sözcükler "bkz." şeklinde belirtilir, bunlar alfabetik olarak aynı yere denk gelirse, / işareti ile belirtilir.

α-parçacıkları, bkz. Alfa parçacıkları
α-kükürt, bkz. Alfa kükürt
β-parçacıkları, bkz. Beta parçacıkları
β-kükürt, bkz. Beta kükürt
γ-ışınları, bkz. Gama ışınları

1,2-dibromoetan (CH_2BrCH_2Br), 74 (Brom), 79
1,6-diaminohekzan ($NH_2(CH_2)_6NH_2$), *86*
1-bütanol (C_4H_9OH), *76*, *82*, 83
1-büten (C_4H_8), 79
1-bütin (C_4H_6), 80
1-penten (C_5H_{10}), 79
1-propanol (C_3H_7OH), 82
2-bromo,1-kloropentan, *101* (9)
2-bütanol, 83, *101* (4b)
2-metil bütan, *101* (8)
2-metil,2-propanol, 83
2-propanol ($CH_3CHOHCH_3$), *82*
3-boyutlu yapısal formül, bkz. Stereokimyasal formül
3-iyodohekzan, *101* (9)
3-metil pentan, *76*
3-oktanol, *101* (4b)

A
Açığa çıkma, 42 (Elektrolizin iyon kuramı)
Açık formül, 26
Açık sistem, 48 (Kapalı sistem)
Ağartıcı, 116
Ağır (çökelti), *31*
Ağır kesimler, 84 (Kesim)
Ağır su, bkz. Döteryum oksit
Ağırlık, 117 (Kütle)
  Atom, bkz. Bağıl atom kütlesi
  Formül/Molekül kütlesi, bkz. Bağıl molekül kütlesi
Ağırlıksal çözümleme, 108
Akım (elektrik) (I), 45, 114 (G)
Akıtma hunisi, 110
Akmaz/Viskoz, 117
Akmazlık/Viskozite, 117 (Akmaz/Viskoz)
Akrilik, *80*, 87
Aktif elektrot, 42
Aktin, *91*
Aktinyum (Ac), 50, 98
Akü, Kurşun-asit, *36*, 45
Alan (A), 115
Alaşım, 116
Alçıtaşı ($CaSO_4.2H_2O$), 57 (Kalsiyum sülfat)
Aldehitler, 80, *101* (5)
Alev deneyleri, 105, 108
Alev, 94
  Parlak, *94*
  Parlak olmayan, *94*
Alfa kükürt (-kükürt), bkz. Rombik kükürt
Alfa parçacıkları (-parçacıkları), 14
Alifatik bileşikler, 76
Alkali metaller, 51, 54-55
Alkali, 37
Alkalik, 37
Alkanlar, 78, *100* (1)
Alkenler, 79, *100* (2)
Alkil grubu, *101* (8)
Alkil halojenürler, bkz. Halojenoalkanlar
Alkinler, 80, *100* (3)
Alkol mayalanması, 83
Alkol(ler), 82-83, 82 (Etanol), *100* (4a ve b)
  Birincil, 82, 83
  Etil, bkz.Etanol
  İkincil, 82, 83
  Polihidrik, 83
  Üçüncül, 83
Alotropi, 22
Alotroplar, 22 (Alotropi)
Altın (Au), 51, 59, *61*, 98
Alümina, bkz. alüminyum oksit
Alüminyum (Al), *37*, 51, 62, 97, 98, 105 (Katyonlar)
Alüminyum hidroksit ($Al(OH)_3$), 62, 116 (Antasit)
Alüminyum oksit (Al_2O_3), 62, 69 (Oksitler)
Alüminyum potasyum sülfat-12-su ($K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$), *40*
Alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$), 62, 102 (Eten)
Amalgam, 116
Amerikyum (Am), 50, 98
Ametal, 51 (Metal)
Amfoter, 37
Aminler, Birincil, 81
Amino asitler, 91
Amino grubu (-NH_2), 81 (Birincil aminler, Diaminler), 91 (Amino asitler)
Amonyak (NH_3), *18*, *19*, *29*, *37* (Baz), *38*, 39 (G), *48*, *49*, 66 (Haber yöntemi), 67, *68*, *95*, 105 (Katyonlar)
Amonyak çözeltisi (NH_4OH), 67 (Amonyak), 104 (Anyonlar), 105 (Katyonlar)
Amonyum hidroksit, bkz. Amonyak çözeltisi
Amonyum klorür (NH_4Cl), *29*, *39*, *48*, 67
Amonyum nitrat (NH_4NO_3), *39*, 67, 68 (Nitratlar)
Amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$), 67
Amper (A), 45 (Akım), 114
Amyantlı tel, 110
Ana çözelti, 21
Ana zincir (atomlar), *76*
Anhidrat, 40
Anhidrit kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), 57 (Kalsiyum sülfat)
Anhidrit, 37
Anlık hız (tepkimenin), 46
Anodik koruma, 43
Anot, 42 (Elektrot)
Antasit, 116
Antimon (Sb), 51, 66, 98
Antrasit, 65 (Kömür), *94*
Anyonlar, 16, 104
Apatit ($3Ca_3(PO_4)_2.CaF_2$), 68 (Fosfor)
Apolar çözücü, 30
Apolar molekül, 19 (Polar molekül)
Argon (Ar), 51, *69*, 75, 98
Arıtma, 84
Aromatik bileşikler, 76
Arsenik (As), 51, 66, 98
Artı uç, 45 (Pil)
Artık, 85
Asetik asit, bkz. Etanoik asit
Asetilen, bkz. Etin
Asetilenler, bkz. Alkinler
Aseton, bkz. Propanon
Asfalt, bkz. Bitüm
Asidik, 36
Asit kökü, 39
Asit tuzu, 39
Asit yağmuru, *92*, 96
Asit(ler), 36-38
  Amino, 91
  Asetik, bkz. Etanoik asit
  Askorbik ($C_6H_8O_6$), *36*, *91*
  Dikarboksilik, 81
  Dumanlı sülfürik ($H_2S_2O_7$), 71 (Değme yöntemi)
  Etandioik ($(COOH)_2$), *81*
  Etanoik (CH_3COOH), *37*, *81*, *83*, *101* (7)
  Formik, bkz. Metanoik asit
  Fosforik (H_3PO_4), 68 (Fosfor pentoksit)
  Hekzandioik ($COOH(CH_2)_4COOH$), *86*
  Hidroiyodik, 74 (Hidrojen iyodür)
  Hidroklorik (HCl), *29*, *41*, *56*, *57*, 73 (Hidrojen klorür), 102 (Karbon dioksit, Klor), 103 (Hidrojen), 104 (Anyonlar), 108 (Alev deneyi)
  Karboksilik, 81, 88 (Sabun), 91 (Lipitler), *101* (7)
  Karbonik (H_2CO_3), 65 (Karbon dioksit), 96 (Asit yağmuru)
  Kuvvetli, 38
  Metanoik (HCOOH), *36*, *81*, *101* (7)
  Nitrik/Nitrik(V) (HNO_3), *64*, 67 (Azot dioksit), 68, 96 (Asit yağmuru), 104 (Anyonlar)
  Nitröz (HNO_2), 67 (Azot dioksit)
  Oksalik, bkz. Etandioik asit
  Oktadekanoik ($C_{17}H_{35}COOH$), *88* (Sabunlaşma), *91*
  Organik, 36
  Propanoik (C_2H_5COOH), *82*
  Stearik, bkz. Oktadekanoik asit
  Sülfürik (H_2SO_4), *36*, *41*, 71, 96 (Asit yağmuru), 102 (Eten), 103 (Hidrojen), 104 (Nitrat anyonu), 105 (Kalsiyum katyonu), 116 (Şeker madde)
  Sülfürik (IV), bkz. Sülfüröz asit
  Sülfürik (VI), bkz. Sülfürik asit
  Sülfüröz, *37*, 71
  Zayıf, 38
Askorbik asit ($C_6H_8O_6$), *36*, *91*
Astatin (At), 51, 72, 98
Aşı kristali, 21
Aşındırıcı, 116
Aşırı beslenme, 96
Aşırı doymuş (çözelti), 31
Atmosferik su, 92
Atom ağırlığı, bkz. Bağıl atom kütlesi
Atom çekirdeği, bkz. Çekirdek
Atom içeriği, 10
Atom Kuramı, Dalton, 10
Atom kütle birimleri, Birleşik (u), 24 (Bağıl atom kütlesi)
Atom kütlesi, Bağıl, 24, 50-51, 98-99
Atom numarası (Z), 13, 50-51, 98-99
Atom örgüsü, Dev, 23
Atom yapısı, 12-13
Atom(lar), 10, 11-20, 23-25
Atomaltı parçacıklar, 12 (G)
Avogadro sayısı, 25
Avogadro varsayımı/yasası, 29
Ayıraç, 5
Ayırma hunisi, 110
Ayırma sıvısı, 107 (Kromatografi)
Ayıştayniyum (Es), 51
Ayırımlama kulesi/kolonu, *69*, 84 (Birincil damıtma), 106 (Ayırımsal damıtma), 110
Ayırımsal damıtma, 106
Ayrışma, 48
  Isıl, 48 (Ayrışma)
Azot (N/N_2), *18*, 51, 66, *69*, *94*, 95 (Azot çevrimi), 96 (Asit yağmuru), 99, 103
  Sıvı, 66 (Azot)
Azot bağlayan bakteriler, *95*
Azot çevrimi, 95
Azot dioksit (NO_2), *11*, *48*, *64*, 67, *68*, *96*, 97
Azot monoksit (NO), *48*, 67, *68*
Azot oksit, bkz. Azot monoksit

B
Bağ enerjisi, 32
Bağ(lar), 16 (G), 17-20
  Çift bağ, 18, 100 (b ve 2)
  Datif ortaklaşım, 18
  Hidrojen, 20
  İyon, 17 (G)
  Koordinat, bkz. Datif ortaklaşım bağ
  Metal, 20
  Ortaklaşım, 18 (G), 19
  Polar, 19
  Tekli, 18, 100 (a ve 1)
  Üçlü, 18, 100 (c ve 3)
Bağıl atom kütlesi, 24, 50-51, 98-99
Bağıl buhar yoğunluğu, 29
Bağıl formül kütlesi, bkz. Bağıl molekül kütlesi
Bağıl izotop kütlesi, 24
Bağıl molekül kütlesi, 24
Bakır (Cu), *34*, *44*, 51, 58, 61, *71*, *97*, 98, 103 (Azot), 105 (Alev deneyleri, Katyonlar)
Bakır piritleri ($(CuFe)S_2$), 61 (Bakır)
Bakır(I) bileşikleri, 61
Bakır(I) klorür (CuCl), 61 (Bakır(I) bileşikleri)
Bakır(I) oksit (Cu_2O), 61 (Bakır(I) bileşikleri)
Bakır(II) bileşikleri, 61, 105 (Katyonlar)
Bakır(II) klorür ($CuCl_2$), 61 (Bakır(II) bileşikleri)
Bakır(II) nitrat ($Cu(NO_3)_2$), *67*
Bakır(II) oksit (CuO), *34*, *41*, *71*, *103*
Bakır(II) sülfat ($CuSO_4$), *21*, *39*, *40*, *41*, *43*, 61 (Bakır(II) bileşikleri), *71*, 103 (Hidrojen), 104 (Su), *116*
  Bazik ($CuSO_4.3Cu(OH)_2$), 61 (Bakır)
Balon(lar), 110
  Dibi düz, 110
  Dibi yuvarlak, 110
Balonjoje, 110
Baryum (Ba), 50, 56, 98, 105 (Alev deneyleri)
Baryum klorür ($BaCl_2$), 104 (Anyonlar)
Basınç yasası, 28
Basınç(lar) (p), 28-29, 115
  Dalton kısmi basınçlar yasası, 29
  Kısmi, 29
  Oda, 25 (Molar hacim)
  Standart, 29 (s.t.p.)
Basit ad, 27
Basit kübik (parçacık yerleşimi), *23*
Başlangıç hızı (tepkimenin), 46
Batarya, 45 (Pil)
Baz, 36 (G), 37
  Kuvvetli, 38
  Zayıf, 38
Bazik bakır sülfat ($CuSO_4.3Cu(OH)_2$), 61 (Bakır)
Bazik çinko klorür ($Zn(OH)Cl$), *40*
Bazik oksijen yöntemi, 60 (Çelik)
Bazik tuz, 40
Bazik, 37 (Baz)
Bazlık, 39
Beher, 109
Bekerel (Bq), 15
Belirteç, 38
  Evrensel, 38
Benzen halkası, 76 (Aromatik bileşikler)
Benzeşik dizi, 77, 80-81
Benzin, 85, *94*
Berilyum (Be), 50, 56, 98
Berkelyum (Bk), 51
Besin maddeleri, 90 (G)
Besin(ler), 90-91
  Yardımcı, 90 (G)
Beta kükürt (-kükürt), bkz. Monoklinal kükürt
Beta parçacıkları (-parçacıkları), 14
Beyaz fosfor, 68 (Fosfor), 99
Biçimsiz, 21 (G)
Bikarbonatlar, 36 (Asit), 104 (Anyonlar)
Bileşik(ler), 8
  Alifatik, 76
  Aromatik, 76
  Bakır(I), 61
  Bakır(II), 61, 105 (Katyonlar)
  Çoklu doymamış, 77
  Demir(II), 60, 105 (Katyonlar)
  Demir(III), 60, 105 (Katyonlar)
  Doymamış, 77
  Doymuş, 77
  İyon, 17
  Kurşun(II), 63 (Kurşun), 105 (Katyonlar)
  Kurşun(IV), 63 (Kurşun)
  Nitrat(III), bkz. Nitritler
  Nitrat(V), bkz. Nitratlar
  Organik, 76 (G), 100-101
  Ortaklaşım, 18 (G)
  Sülfat(IV), bkz. Sülfitler
  Sülfat(VI), bkz. Sülfatlar
Bireşim, 8
  Doğrudan, 41
Birim(ler), 114 (G)
  Birleşik atom kütle (u), 24 (Bağıl atom kütlesi)
  Uluslararası sistem/SI (Temel, Türetilmiş), 114-115
Birincil alkoller, 82, 83
Birincil aminler, 81
Birincil damıtma, 84
Birincil piller, 45 (Pil)
Bitüm, 85
Biyolojik bozunur deterjanlar, 89
Biyolojik bozunur madde, 96
Biyolojik bozunurluğu olmayan deterjanlar, 89 (Biyolojik bozunur deterjanlar)
Biyolojik toz deterjanlar, 89 (Toz deterjanlar)
Biyopolimerler, bkz. Doğal polimerler
Bizmut (Bi), 51, 66, 98
Boksit ($Al_2O_3.2H_2O$), 62 (Alüminyum oksit), 117 (Cevher)
Bombalı ısıölçer, *33*
Bor (B), 51, 62, 98
Bor triklorür (BCl_3), *19*
Bordo bulamacı, 61 (Bakır(II) bileşikleri)
Boyle yasası, 28
Bozunma, 48 (Ayrışma)
  Çifte bozunma, 41
Bozunum eğrisi, Radyoaktif, *15*
Bozunum serisi, 14
Bozunum, Radyoaktif, 14
Bölünme, 14
Bölünme, Çekirdek, 15
Brom (Br/Br_2), 51, 72, 74, *79*, 98, *101* (9)
Bromlu su, 74 (Brom)
Bromoetan (C_2H_5Br), *101* (9)
Bromotimol mavisi, *38*
Bromür grubu (-Br), *101* (9)
Bromürler, 72 (G), 74, 104 (Anyonlar)
Bronsted-Lowry kuramı, 37
Bronz, *61*
Brown devinimi, 9
Buğu, 31
Buhar şapkaları, *84*
Buhar yoğunluğu, Bağıl, 29
Buhar, 6 (Gaz hali)
Buhar, Kızgın, 117
Buharlaşma ısısı, Molar, bkz. Buharlaşma sırasındaki molar entalpi değişikliği
Buharlaşma sırasındaki entalpi değişikliği, Molar, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Buharlaşma sırasındaki molar entalpi değişikliği, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Buharlaşma, 7
  Molar entalpi değişikliği/Molar ısı, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Buharlaştırma kapsülü, 109
Bukminsterfulleren, 65
Bulanık (çökelti), *31*
Bunsen beki, 109
Buz, *6*, *33*, 92
Buzdolabı soğutucusu, 117
Büret, 109
Bütan (C_4H_{10}), 78, 85 (Rafineri gazı)
Bütanon ($CH_3COCH_2CH_3$), *101* (6)

C
C vitamini, 91
Cevher, 117
  Krom-demir, 58 (Krom)
Civa (Hg), 51, 59, *96*, 99
Cis 2-büten, *77*
Cüruf, *60*, 61 (Bakır)

Ç
Çakmak taşı, 63 (Silisyum dioksit)
Çamaşır sodası ($Na_2CO_3.10H_2O$), 55 (Sodyum karbonat), 93
Çarpışma kuramı, 46
Çeker ocak, 110
Çekirdek bölünmesi, 15
Çekirdek denklemi, *14*
Çekirdek kaynaşması, 15
Çekirdek tepkimeleri, 15
Çekirdek(ler) (atomlar), 12, 13 (Atom numarası), 14-15
Çekirdekleri bölünebilen, 15 (Çekirdek bölünmesi)
Çelik, 60
  Paslanmaz, 60 (Çelik)
Çevre kirliliği, 96
  Isıl kirlilik, 96

Çevresel kimya, 92-96
Çevrim(ler), Karbon, 95
Çevrim, Azot, 95
Çevrim, Enerji, 33 (Hess yasası)
Çevrim, Su, 92
Çiçekleşen, 92
Çift bağ, 18, 100 (b ve 2)
Çift tuz, 40
Çift-atomlu, *10*
Çifte bozunma, 41
Çinko (Zn), *23*, *41*, *45*, 51, 59, 61, 97, 99, 103 (Hidrojen), 105 (Katyonlar)
Çinko hidroksit ($Zn(OH)_2$), 37 (Amfoter)
Çinko klorür ($ZnCl_2$), 103
  Bazik, ($Zn(OH)Cl$), *40*
Çinko oksit (ZnO), 61 (Çinko)
Çinko sülfat ($ZnSO_4$), *41*, *44*, *45*
Çinko sülfür (ZnS), 61 (Çinko)
Çok-atomlu, *10*
Çoklu doymamış bileşikler, 77
Çökelti, 31
Çözelti, 30 (G)
  Amonyak (NH_4OH), 67 (Amonyak), 104 (Anyonlar), 105 (Katyonlar)
  Entalpi değişikliği/Isısı, 33
  Molar, 25
  Standart, 25
  Sulu olmayan, 30 (Sulu çözelti)
  Sulu, 30
Çözücü, 30
  Apolar, 30
  Organik, 117
  Polar, 30
  Sulu olmayan, 30 (Sulu çözelti)
  Sulu, 30
Çözücüyle ayırma, 107
Çözünen, 30
Çözünme ısısı, bkz. Çözünme sırasındaki entalpi değişikliği
Çözünme sırasındaki entalpi değişikliği, 33
Çözünme, 30
Çözünme, 30 (G)
Çözünmez, 31 (Çözünür)
Çözünür, 31
Çözünürlük eğrisi, 31 (Çözünürlük)
Çözünürlük, 31

D
Dallanmış zincir (atomlar), *76*
Dalton atom kuramı, 10
Dalton kısmi basınçlar yasası, 29
Damıtık su, 93
Damıtık, *106*
Damıtma, 106
  Ayrımsal (petrol)/Birincil, 84
  Ayrımsal (sıvılaştırılmış hava), 67 (Azot), 69 (Oksijen), 75 (G), 94 (G)
  Ayrımsal, 106
  Isıl bozunma, 65 (Kömür)
Damlalık, 111
Damlatma hunisi, 110
Daniel pili, *45*
Datif ortaklaşım bağ, 18
Değerlik elektronu, 16
Değerlik, bkz. Ortaklaşımlık/Elektrovalans
Değme yöntemi, 71
Deiyonize, *93*
Demir (Fe), 35, 51, 58, 60, 97, 98, 105 (Katyonlar)
  Dökme, 60 (Demir)
  Dövme, 60 (Demir)
  Pik, 60 (Demir)
Demir(II) bileşikleri, 60, 105 (Katyonlar)
Demir(II) klorür ($FeCl_2$), 60 (Demir(II) bileşikleri)
Demir(II) sülfat ($FeSO_4$), *27*, *35*, 104 (Nitrat anyonu)
Demir(II) sülfür (FeS), *41*, 70 (G)
Demir(II) tetraoksosülfat(VI), bkz. Demir(II) sülfat
Demir(III) bileşikleri, 60, 105 (Katyonlar)
Demir(III) hidroksit ($Fe(OH)_3$), *40*
Demir(III) klorür ($FeCl_3$), 8 (Bireşim), *40*, 60 (Demir(III) bileşikleri)
Demir(III) oksit, bkz. Hematit
  Hidratlı, bkz. Pas
Denetleme çubukları, 59 (Hafniyum), *62*, 116
Deney tüpü, 111
Deney(ler), 104-105
  Alev, 105, 108
  Erime noktası, 107
  Kaynama noktası, 107
Denge durumu, 49
Denge, 48
  Kimyasal, 49
Dengelenmiş denklem, 27
Denklem(ler), 26 (G), 27
  Dengelenmiş, 27
  Genel gaz/İdeal gaz, 28
  İyon, 27
  Nükleer, *14*
  Sözcüklü, 27
Derişik, 30
Derişim (M), 25, 115
  Kütle, 25 (Derişim)
Desikatör, 107 (Nem çekme/Su giderme), 109
Destek çubukları (malzeme), 111
Deterjan molekülü, 88, *89*
Deterjan(lar), 88-89
  Biyolojik bozunur; 89
  Biyolojik olarak bozunmayan, 89 (Biyolojik bozunur deterjanlar)
  Enzim, bkz. Biyolojik toz deterjanlar
  Sabunsuz/Yapay, 89
Dev atom örgüsü, 23
Dev iyon örgüsü, *17*, 23
Dev metal örgüsü, 23
Devinim, Brown, 9
Devre(ler), 45 (Akım)
Dış kabuk, 13
Diaminler, 81
Diazot oksit (N_2O), *11*, 67
Diazot tetraoksit (N_2O_4), *11*, *67*
Dibazik, *39*
Dibi yuvarlak balon, 110
Dikarboksilik asitler, 81
Dimer, 11
Dimerleşme, 67 (Azot dioksit)
Diol, *83*
Dipeptitler, *91*
Disakaritler, 90 (Sakaroz)
Disprosyum (Dy), 51, 98
Doğal gaz, 78 (Metan, Etan), 84 (G), *94*
Doğal polimerler, 87, 90 (Nişasta), 91 (Proteinler)
Doğal reçineler, 117 (Reçineler)
Doğrudan bireşim, 41
Doğrudan yer değiştirme, 41
Doğrusal (molekül), *19*
Dolomit ($CaCO_3.MgCO_3$), 56 (Magnezyum)
Donma noktası, 7 (Donma)
Donma, 7
Down hücresi, *54*
Doymamış bileşikler; 77
Doymuş (çözelti), 31
Doymuş bileşikler, 77
Dökerek ayırma, 106
Dökme demir, 60 (Demir)
Dönüm noktası, 108 (Hacimsel çözümleme)
Dört değerlikli (ortaklaşımlık), *19*
Döteryum (D), 53
Döteryum oksit (D_2O), 53 (Döteryum)
Dövme demir, 60 (Demir)
Dövülgen, 117
Dövülgenlik, 117 (Dövülgen)
Duman, 31
Dumanlı sülfürik asit ($H_2S_2O_7$), 71 (Değme yöntemi)
Durum(lar), Yükseltgenme, 35
Düz olmayan (molekül), bkz. V-biçimli
Düz soğutucu, *106*, 109
Düz zincir (atomlar), *76*

E
Eğilimler; 52 (G)
Eksi uç, 45 (Pil)
Elektrik akımı (I), 45
Elektrik iletkeni, 116 (İletken)
Elektrik sığası (C), 115
Elektrik yükü (Q), 115
Elektriksel koruma, bkz. Katodik koruma
Elektrokimyasal pil, bkz. Pil (elektrokimya)
Elektrokimyasal sıralama, 45
Elektrolit olmayan, *42*
Elektrolit, 42
Elektrolitik arıtma, 43
Elektrolitik kaplama, 43
Elektrolitik pil, 42
Elektroliz kuramı, İyon, 42
Elektroliz yasaları, Faraday, 43
Elektroliz, 42-43
  Faraday yasaları (Birinci, İkinci), 43
  İyon kuramı, 42
Elektrolizin iyon kuramı, 42
Elektromotor kuvvet (e.m.f.), 45
Elektron çiftleri, 18 (G)
Elektron kabukları, 12
Elektron yerleşimi, 13
Elektron(lar), 12, 14 (Beta parçacığı)
  Değerlik, 16
Elektronegatiflik, 19
Elektronik teraziler, 111
Elektropozitif, 19 (Elektronegatiflik)
Elektrot gerilimi (E), 44
Elektrot, 42
  Aktif, 42
  Eylemsiz, 42
  Hidrojen, *44*
  Platin, *44*
Elektrovalans, 17
Element(ler), 8, 50-51, 98-99
Elmas(lar), *23*, 64, 98
  Yapay, 64 (Elmas)
Elyaf, Karbon, 65
Emülsiyon, 31
Enantiyotropi, 22
Enerji (E), 32-33, 94-95, 115
  Bağ, 32
  Etkinleştirme, 46
  Korunumu yasası, 32
Enerji çevrimi, 33 (Hess yasası)
Enerji düzeyi şeması, 32
Enerjinin korunumu yasası, 32
Enerjinin korunumu yasası, 32
Entalpi (H), 32
Enzim deterjanlar, bkz. Biyolojik toz deterjanlar
Enzim(ler), 47, *91*, 117 (Metabolizma)
Erbiyum (Er), 51, 98
Ergime (hal değişikliği), *7*
  Molar entalpi değişikliği/Molar ısısı, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Ergime ısısı, Molar; bkz. Ergime sırasındaki molar entalpi değişikliği
Ergime sırasındaki entalpi değişikliği, Molar; 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Ergime sırasındaki molar entalpi değişikliği, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Erime noktası deneyi, 107
Erime noktası, 6 (Erime), 98, 99
Erime, 6
Erimiş, 6
Erlen(ler), 110
  Nuçe, *106*, 110
Esterler, 81, 83 (Yoğunlaşma tepkimesi)
Esterleşme tepkimesi, 83 (Yoğunlaşma tepkimesi)
Etan (C_2H_6), 78, *79*, *100* (1)
Etan-1,2-diol, *83*
Etanal (CH_3CHO), *101* (5)
Etandioik asit ($(COOH)_2$), *36*, *81*
Etanoik asit (CH_3COOH), *36*, *37*, *81*, *83*, *101* (7)
Etanol (C_2H_5OH), *27*, *77*, 82, *83*, *100* (a), 102 (Eten), 108
Eten (C_2H_4), *26*, *76*, 79, *84*, *86*, 87 (Politen), *100* (2), 102
Eterle ayırma, 107 (Çözücüyle ayırma)
Etil alkol, bkz. Etanol
Etil asetat, bkz. Etil etanoat
Etil etanoat ($CH_3COOCH_2CH_3$), *81*, *83*
Etilen glikol, bkz. Etan-1,2-diol
Etilen, bkz. Eten
Etin (C_2H_2), 80, *100* (3)
Etkinleştirme enerjisi (E), 46
Etkinlik sıralaması, bkz. Tepkinlik sıralaması
Evrensel belirteç, 38
Evropyum (Eu), 50, 98
Eylemsiz elektrot, 42
Eylemsiz gazlar; bkz. Soy gazlar
Eylemsiz, 117

F
Farad (F), 115
Faraday (F), 43
Faraday elektroliz yasaları (Birinci, İkinci), 43
Faz (maddeler), 6
  Sabit faz, 107 (Kromatografi)
Fenileten, bkz. Stiren
Fenolftaleyn, *38*
Fermiyum (Fm), 51
Fiziksel değişiklik, 5
Fiziksel haller; 6-7
Fiziksel kimya, 4, 5-49
Fiziksel nicelikler; 114
Fiziksel özellikler, 6
Flüor (F/F_2), *16*, 51, 72, 98
Flüoro grubu (-F), *81*, 101 (9)
Flüorokarbonlar, *72*
Flüorspat (CaF_2), 72 (Flüor)
Flüorürler, *72*
Formaldehit, bkz. Metanal
Formalin, *80*
Formik asit, bkz. Metanoik asit
Formül kütlesi, Bağıl/Formül ağırlığı, bkz. Bağıl molekül kütlesi
Formül(ler), 26, 112-113
  3-boyutlu yapısal, bkz. Stereokimyasal formül
  Açık, 26
  Genel, 77 (Benzeşik dizi)
  Kaba, 26
  Kısaltılmış yapısal, 26
  Molekül, 26
  Stereokimyasal, 26, 77 (Stereokimya)
  Tam yapısal, bkz. Açık formül
Fosfatlar, 96 (Aşırı beslenme)
Fosfor (P), 51,66, 68, 99
  Beyaz, 68 (Fosfor), 99
  Kırmızı, 68 (Fosfor), 99
Fosfor pentoksit (P_2O_5), 68, 116 (Kurutucu madde)
Fosforik asit (H_3PO_4), 68 (Fosfor pentoksit)
Fosil yakıtlar, 94 (Yakıt)
Fotoelektrik hücre, bkz. Fotosel
Fotokimyasal tepkime, 46
Fotosel, *54*, *69*, 117
Fotosentez, 90 (G), 95
Fransiyum (Fr), 50, 54, 98
Frasch yöntemi, 70
Frekans (f), 115
Freon (CCl_2F_2), *81*
Fruktoz, 90 (Sakaroz)
Fullerenler; 65 (Bukminsterfulleren)
Fümigasyon, 116

G
Gadolinyum (Gd), 51, 98
Galen (PbS), 63 (Kurşun)
Galvanizleme, *45*, 60
Galyum (Ga), 51, 62, 98
Gama ışınları (-ışınları), 14
Gay-Lussac yasası, 29
Gaz denklemi (Genel/İdeal), 28
Gaz hali, 6
Gaz kromatografisi, 107 (Kromatografi)
Gaz sabiti, *28*, 116 (Sabit)
Gaz şırıngası, 110
Gaz toplama altlığı, 109
Gaz toplama borusu, 109
Gaz toplama şişesi, 110
Gaz yasaları, 28-29
Gaz(lar), 6 (Gaz hali), 84-85
  Doğal, 78 (Metan, Etan), 84 (G), *94*
  Eylemsiz/Soy/Nadir; 51, 75, *94*, 103 (Azot)
  Güldürücü, bkz. Diazot oksit
  Havagazı, 65 (Karbon monoksit, Kömür)
  İdeal, 28
  Rafineri, 85
  Sıvılaştırılmış petrol (LPG), 85 (Rafineri gazı)
  Su, 65 (Karbon monoksit)
  Üreteç, 65 (Karbon monoksit)
Gazlaşma, 7
Gazyağı, bkz. Kerosen
Geçiş dizileri, İç, 50-51, 58 (G)
Geçiş metalleri, 51, 58-61
Geçiş sıcaklığı, 22
Genel formül, 77 (Benzeşik dizi)
Genel gaz denklemi, bkz. İdeal gaz denklemi
Geri tepkime, 48
Gerilim (V), 45, 115
Gerilim, Elektrot (E), 44
Gerilim, Redoks, 35
Gerilimölçer, *44*, 45 (Gerilim)
Germanyum (Ge), 51, 63, 98
Gizil ısı, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği)
Glikojen, 90 (Glikoz)
Glikoz ($C_6H_{12}O_6$), 83 (Alkol mayalanması), 90, 95, *116*
Gliserin/Gliserol, bkz. Propan-1,2,3-triol
Glisin, *91*
Gövde merkezli kübik (parçacık yerleşimi), *23*
Gözenekli, *45*
Grafit, 64, 98
Graham yayınım yasası, 29
Gruplar, 50, 51, 54-57, 62-75
  I. grup (elementleri), 50, 54-55
  II. grup (elementleri), 50, 56-57
  III. grup (elementleri), 51, 62
  IV. grup (elementleri), 51, 63-65
  V. grup (elementleri), 51, 66-68
  VI. grup (elementleri), 51, 69-71
  VII. grup (elementleri), 51, 72-74
  VIII. grup (elementleri), 51, 75
  Grup 0 (elementleri), bkz. VIII. grup
Gübreler, *68*, 96 (Aşırı beslenme)
Güç (P), 115
Güçlendirici, 47
Güherçile, bkz. Potasyum nitrat
  Şili, bkz. Sodyum nitrat
Güldürücü gaz, bkz. Diazot oksit
Gümüş (Ag), *46*, 51, 59, 97, 99
Gümüş bromür (AgBr), 74 (Bromürler)
Gümüş iyodür (AgI), 74 (Iyodürler)
Gümüş klorür (AgCl), *31*, *46*
Gümüş nitrat ($AgNO_3$), *31*, 104 (Anyonlar)

H
Haber yöntemi, 66
Hacim(ler) (V), 28-29, 115, 117
  Molar, 25
  Yasası, 28
Hacimler yasası, 28
Hafif kesimler (petrol), 84 (Kesim)
Hafniyum (Hf), 51, 59, 98
Hal değişiklikleri, 6-7
Hal simgeleri, 27
Hal(ler), Fiziksel, 6-7
  Değişiklikler; 6-7
  Gaz, 6
  Katı, 6
  Sıvı, 6
Halka (atomlar), *70*, 76 (G)
  Benzen, 76 (Aromatik bileşikler)
Halojenler, 51, 72-74, 100 (G), 101 (9)
Halojenoalkanlar; 81, 101 (9)
Halojenürler; 72 (G)
  Alkil, bkz. Halojenoalkanlar
Ham petrol, bkz. Petrol
Ham, Petrol, bkz. Petrol
Hammadde, 117
Hammaddeler; Kimyasal, 85
Hava, *69*, 94 (G), 97
  Aşağı itilmesi, 103 (Hidrojen)
  Ayrımsal damıtılması (sıvılaştırılmış hava), 66 (Azot), 69 (Oksijen), 75 (G), 94 (G)
  Yukarı itilmesi, 102 (Klor), 103 (Oksijen)
Havagazı, 65 (Karbon monoksit)
Havagazı, 65 (Karbon monoksit, Kömür)
Havanın aşağı itilmesi, 103 (Hidrojen)
Havanın itilmesi,
  Aşağı, 103 (Hidrojen)
  Yukarı, 102 (Klor), 103 (Oksijen)
Havanın yukarı itilmesi, 102 (Klor), 103 (Oksijen)
Heksagonal (parçacık yerleşimi), *23*
Heksagonal (temel kristal biçimi), *22*
Hekzan (C_6H_{14}), 78
Hekzandioik asit ($COOH(CH_2)_4COOH$), *86*
Helyum (He), 14 (Alfa parçacığı), 51, 75, 98
Hematit (Fe_2O_3), 60 (Demir)
Heptan (C_7H_{16}), *84*
Hertz (Hz), 115
Hess yasası, 33
Heterojen katalizör; 47
Heterojen, 9
Hız (v), 115
Hız eğrisi, 46 (Tepkime hızı)
Hızlı yanma, 94
Hidrasyon, 30 (Çözünme)
Hidrat, 40
Hidratlı demir(III) oksit, bkz. Pas
Hidratlı, 40 (Hidrat)
Hidritler, 35 (kural 5), 53 (G)
Hidroiyodik asit, 74 (Hidrojen iyodür)
Hidrojen (H/H_2), *18*, *19*, 20 (Hidrojen bağı), 36, 37, 38, 39, 40, 41, 50, 53, *56*, 66 (Haber yöntemi), 97, 98, 100-101, 103, 104 (Gazlar)
Hidrojen bağı, 20
Hidrojen bromür (HBr), 74
Hidrojen iyodür (HI), 74
Hidrojen klorür (HCl), *16*, *19*, *29*, *32*, *34*, *36*, *48*, *67*, 73, 78, 102 (Klor)
Hidrojen peroksit (H_2O_2), 53, 103 (Oksijen)
Hidrojen sülfür (H_2S), *34*, 71
Hidrojenleme, 79
Hidrokarbon mumlar, 85
Hidrokarbonlar, 77
Hidroklorik asit (HCl), *29*, *40*, *56*, *57*, 73 (Hidrojen klorür), 102 (Karbon dioksit, Klor), 103 (Hidrojen), 104 (Anyonlar), 108 (Alev deneyi)
Hidroksil grubu (-OH), 77 (Benzeşik dizi), 82 (G), 100 (d ve 4)
Hidroksitler, 37, 38, 41, 53, 97
Hidroliz, 40
Hidronyum iyonu (H_3O^+), 36, 38
Holmiyum (Ho), 51, 98
Homojen katalizör; 47
Homojen, 9
Huni(ler), 110
  Akıtma, 110
  Ayırma, 110
  Damlatma, 110
  Nuçe, 106, 110
Huni, 110

I
Isı, Gizil, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği)
Isıalan tepkime, 32
Isıl ayrışma, 48 (Ayrışma)

Isıl değer, 94
Isıl iletken, 116 (İletken)
Isıl kirlilik, 96
Isısertleşir plastik, *86*, 87 (Plastikler)
Isıyumuşar plastik, 87 (Plastikler)
Isiölçer, Bombalı, *33*
Isiölçüm, 116
Isıveren tepkime, 32
Işınlama, 15
Işınlar, Gama (-ışınları), 14

İ
İç geçiş dizileri, 50-51, 58 (G)
İç solunum, 95
İdeal gaz denklemi, 28
İdeal gaz, 28
İki değerlikli (elektrovalans), *17*
İki değerlikli (ortaklaşımlık), *19*
İkili (bileşik), 8
İkincil alkoller, 82, 83
İkincil piller, 45 (Pil)
İleri tepkime, 48
İletken, 116
  Elektrik, 116 (İletken)
  Isı, 116 (İletken)
İletkenlik, 116 (İletken)
İlke, Le Chatelier, 49
İndirgen, 34
İndirgenme, 34-35
İndiyum (In), 51, 62, 98
İnorganik kimya, 52, 53-75
İridyum (Ir), 51, 59, 98
İş (W) (nicelik), 115
İşaretleme, 15
İşlevsel grup, 76
İterbiyum (Yb), 51, 99
İtriyum (Y), 50, 59, 99
İvme (a), 115
İyodürler; 72 (G), 74, 104 (Anyonlar)
İyon bağ(ları), 17 (G), 17
İyon bileşiği, 17
İyon değişimi, 93
İyon denklemi, 27
İyon örgüsü, Dev, 17, 23
İyon(lar), 16
  Hidronyum/Oksoniyum (H_3O^+), 36
  İzleyici, 27
  Karmaşık, 40 (Karmaşık tuz)
İyonlaşma, 16
İyot (I/I_2), *23*, 51, 72, 74, 98, *101* (9)
  Tentürdiyot, *74*
İz elementler; 117
İzleme, Radyoaktif, 15
İzleyici iyon, 27
İzleyici, 15 (Radyoaktif izleme)
İzomerler; 19 (İzomerlik), 76
  Yapısal, 77
İzomerlik, 19
İzomorfizm, 22
İzotop kütlesi, Bağıl, 24
İzotop oranı, 24
İzotop(lar), 13, 108 (Kütle spektroskopisi)
  Radyoaktif, bkz. Radyoizotop

J
Jul (J), 115

K
Kaba formül, 26
Kabuk, Dış, 13
Kabuk, Elektron, 12
Kadmiyum (Cd), 51, 59, 98
Kağıt kromatografisi, *107*
Kalamın ($ZnCO_3$), 61 (Çinko)
Kalay (Sn), 51, 63, 99
Kalıcı sertlik (su), 93
Kaliforniyum (Cf), 51
Kalsit, 57 (Kalsiyum karbonat)
Kalsiyum (Ca), 50, 56, 57, 93, 97, 98, 105
  (Aiev deneyleri, Katyonlar)
Kalsiyum bikarbonat ($Ca(HCO_3)_2$), *57*, 93
  (Geçici sertlik)
Kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$), 57
Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), 27 (Basit ad), *39*, 57, 65 (Karbonatlar), 93 (Geçici sertlik), 102 (Karbon dioksit)
Kalsiyum klorür ($CaCl_2$), *24*, *35*, 57, *92*, *102*, 107 (Nem çekme/su giderme)
Kalsiyum metasilikat ($CaSiO_3$), 63 (Silikatlar)
Kalsiyum oksit (CaO), 57, *60*, 69 (Oksitler)
Kalsiyum stearat, *93*
Kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), 57, 71 (Sülfatlar)
  Anhidrit, 57 (Kalsiyum sülfat)
Kandela (cd), 114
Kapalı sistem, 48
Karboksil grubu (-COOH), 81 (Karboksilik asitler), 91 (Amino asitler), 100 (g), 101 (7)
Karboksilik asitler, 81, 88 (Sabun), 91 (Lipitler), 101 (7)
Karbon (C), *13*, 24, *34*, 51, 60 (Çelik), 63, 64, 95 (Karbon çevrimi), 97, 98, 100-101, *116*
Karbon çevrimi, 95
Karbon dioksit (CO_2), *19*, *26*, *34*, 36 (Asit), *55*, *57*, *60*, *64*, 65, 69 (Oksitler), *83*, *90*, *94*, 95 (Fotosentez), *96*, 97, 102, 103 (Azot), 104 (Gazlar; Anyonlar)
Karbon elyafı, 65
Karbon monoksit (CO), *60*, *64*, 65, *96*
Karbon-14'le tarihleme, bkz. Radyokarbonla yaş belirleme
Karbonatlar; 36 (Asit), 41 (2. yöntem), 65, 97, 104 (Anyonlar)
Karbonhidratlar; 90, *95*
Karbonik asit (H_2CO_3), 65 (Karbon dioksit), 96 (Asit yağmuru)
Karbonil grubu (-CO-), 80 (Ketonlar), 100 (f), 101 (6)
Karışabilir, 31
Karışım, 8
Karışmaz, 31 (Karışabilir)
Karmaşık iyon, 40 (Karmaşık tuz)
Karmaşık tuz, 40
Katalitik kraking, 84 (Kraking)
Kataliz, 47 (Katalizör)
Katalizör; 47
  Heterojen, 47
  Homojen, 47
  Yüzey, 47
Katı hal, 6
Katı yağlar; 90 (G), 91 (Lipitler)
Katılaşma, 6
Katılma polimerleşmesi, 86
Katılma tepkimesi, 79
Katışkı, 9 (Saf)
Katlı oranlar yasası, 11
Katlı oranlar; Yasası, 11
Katodik koruma, 45
Katot, 42 (Elektrot)
Katyonlar; 16, 105
Kauçuk, 87 (Doğal polimerler)
Kaya tuzu, 54 (Sodyum), 55 (Potasyum)
Kaynama noktası deneyi, 107
Kaynama noktası, 7 (Kaynama), 98-99
Kaynama, 7
Kaynaşma, Çekirdek, 15
Kaynatma tüpü, 111
Kelvin (K), 29 (Mutlak sıcaklık ölçeği), 114
Kerosen, 85
Kesimler (petrolün damıtılması), 84
  Ağır, 84 (Kesim)
  Hafif, 84 (Kesim)
Ketonlar; 80, *101* (6)
Kırınım modeli, 22 (X-ışınları kristalografisi)
Kırmızı fosfor; 68 (Fosfor), 99
Kısa periyotlar (element grupları), 50
  (Periyot)
Kısaltılmış yapısal formül, 26
Kıskaçlar; 111
Kısmi basınç(lar), 29
Kısmi basınçlar yasası, Dalton, 29
Kıvamlı (çökelti), *31*
Kızgın buhar; 117
Kil üçgen, 111
Kilogram (kg), 114
Kilojul (kJ), *32*
Kimyasal ad, 27
Kimyasal denge, 49
Kimyasal hammaddeler; 85
Kimyasal özellikler; 5
Kimyasal simgeler; 8, 98-99, 112-113
Kimyasal tepkimeler; 5, 32-35, 42-49, 52
Kinetik kuramı, 9
Kireç (su), 93 (Geçici sertlik)
Kireç suyu, 57 (Kalsiyum hidroksit), 104 (Gazlar)
Kireçtaşı, 57 (Kalsiyum karbonat), *60*
Kirleticiler; 96 (G)
Kirli duman, 96
Kirli köpük tabakası, 93 (Sert su)
Klor (Cl/Cl_2), *17*, *18*, *24*, 32, *34*, *35*, *46*, 51, *56*, *73*, *78*, *93*, 98, *101* (9), 102, 104 (Anyonlar)
Kloroetan (C_2H_5Cl), *81*
Klorofil, *56*
Kloroflüorokarbonlar (CFC'ler), 81, 96 (Ozon katmanının delinmesi), 117 (Buzdolabı soğutucusu)
Klorometan (CH_3Cl), *78*, *101* (9)
Klorür grubu (-Cl), *81*, 101 (9)
Klorürler; *16*, *17*, *41*, 73, 104 (Anyonlar)
Kobalt (Co), 51, 58, 98
Kobalt(II) klorür ($CoCl_2$), 58 (Kobalt), 104 (Su)
Kok kömürü, *60*, 65 (Kömür), *94*
Koloit, 31
Kolon kromatografisi, 107
Koordinat bağ, bkz. Datif ortaklaşım bağ
Kopolimer; 86
Korozyon, *43*, 95
Koruma, Katodik, 45
Korundum (Al_2O_3), 62 (Alüminyum oksit)
Kostik potas, bkz. Potasyum hidroksit
Kostik soda, bkz. Sodyum hidroksit
Kömür katranı, 65 (Kömür)
Kömür; 65, 94, 95
  Isıl bozunma, 65 (Kömür)
  Taşkömürü, 65 (Kömür)
Kömürün ısıl bozunması, 65 (Kömür)
Köpük, 31
Kraking, 84
  Katalitik, 84 (Kraking)
Kripton (Kr), 51, 75, 98
Kripton fluorür (KrF_2), 75 (Kripton)
Kristal örgüler; 22 (G), 23
Kristal suyu, 21
Kristal suyu, 21
Kristal(ler), 21-23
  Aşı kristali, 21
Kristalin, 21 (G)
Kristalizuvar, 109
Kristallendirme, 21, 107
Kristalografi, X ışını, 22
Kritik sıcaklık, 6 (Gaz hali)
Kriyolit (Na_3AlF_6), *62*
Krom (Cr), 51, 58, 98
Kromatografi, 107
  Gaz, 107 (Kromatografi)
  Kağıt, *107*
  Kolon, 107 (Kromatografi)
Krom-demir cevheri, 58 (Krom)
Kroze, 109
Ksenon (Xe), *15*, 51, 75, 99
Ksenon tetraflüorür (XeF_4), 75 (Ksenon)
Kulon (C), 43, 115
Kum, 9, *63*
Kupronikel, *61*
Kuram, Bronsted-Lowry, 37
Kuram, Çarpışma, 46
Kuram, Dalton atom, 10
Kuram, Kinetik, 9
Kurşun (Pb), 51, *63*, *64*, *96*, 97, 98, 105
  (Alev deneyleri, Katyonlar), 108
  (Ağırlıksal çözümleme)
Kurşun(II) bileşikleri, 63 (Kurşun), 105
  (Katyonlar)
Kurşun(II) etanoat, 104 (Sülfür iyonu)
Kurşun(II) hidroksit ($Pb(OH)_2$), 53 (Hidroksit)
Kurşun(II) iyodür (PbI_2), *41*
Kurşun(II) nitrat ($Pb(NO_3)_2$), *41*
Kurşun(II) oksit (PbO), 63 (Kurşun)
Kurşun(II) sülfür; bkz. Galen
Kurşun(IV) bileşikleri, 63 (Kurşun)
Kurşun(IV) oksit (PbO_2), 63 (Kurşun)
Kurşun-asitli akü, *36*, *45*
Kurutucu madde, 107 (Nem çekme/ Su giderme), 116
Kuvars, *8*, 63 (Silisyum dioksit)
Kuvvet(ler) (F), 115
  Elektromotor (e.m.f.), 45
  Moleküller arası, 20
  Van der Waals, 20
Kuvvetli asit, 38
Kuvvetli baz, 38
Kuvvetli elektrolit, *42*
Kübik (basit kristal biçimi), *22*
  Basit (parçacık yerleşimi), *23*
  Gövde merkezli (parçacık yerleşimi), *23*
  Yüz merkezli (parçacık yerleşimi), *23*
Kükürt (S), 7, *22*, *34*, *41*, 51, *69*, 70, 99
  Alfa (-kükürt), bkz. Rombik kükürt
  Beta (-kükürt), bkz. Monoklinal kükürt
  Çiçekler, 70
  Monoklinal, *22*, 70, 99
  Ortorombik, bkz. Rombik kükürt
  Plastik, *70*
  Rombik, *22*, 70, 99
Kükürt çiçekleri, 70
Kükürt dioksit (SO_2), *37*, 71, 96 (Kirli duman, Asit yağmuru)
Kükürt trioksit (SO_3), 71
Kükürt(IV) oksit, bkz. Kükürt dioksit
Kükürt(VI) oksit, bkz. Kükürt trioksit
Kükürtle sertleştirme, *87*, 117
Küri (birim), 15 (Bekerel)
Küriyum (Cm), 51
Kütle (m), 114 (G), 117
  Bağıl atom, 24, 50-51, 98-99
  Bağıl formül, bkz. Bağıl molekül kütlesi
  Bağıl izotop, 24
  Bağıl molekül, 24
  Korunumu yasası, 11
  Molar, 25
Kütle derişimi, 25 (Derişim)
Kütle sayısı (A), 13, 14 (G)
Kütle spektrometresi, 24 (G), 108 (Kütle spektroskopisi)
Kütle spektroskopisi, 108
Kütlenin korunumu yasası, 11
Kütlenin korunumu yasası, 11

L
Laboratuvar malzemeleri, 109-111
Lantan (La), 50, 59, 98
Lantan oksit (La_2O_3), 59 (Lantan)
Lantanitler; 59 (Lantan)
Lateks, 117
Lavrensiyum (Lr ya da Lw), 51
Le Chatelier ilkesi, 49
Liebig soğutucu, *106*, 109
Lifler, 90 (G)
Linyit, 65 (Kömür)
Lipitler, 91
Lityum (Li), 50, 54, *66*, 98, 105 (Alev deneyleri)
Lityum hidroksit (LiOH), *54*
Lityum klorür (LiCl), 54 (Lityum)
Lityum nitrür (Li_3N), *66*
Lütesyum (Lu), 51, 98

M
Madde, Kurutucu, 107 (Nem çekme/ Su giderme), 116
Madde, Suçeker, 116
Madde, Vuruntu önleyici, 85 (Oktan sayısı)
Maddenin halleri, bkz. Fiziksel haller
Magnezyum (Mg), *16*, *34*, *35*, 50, 56, 93, 97, 99, 105 (Katyonlar)
Magnezyum hidroksit ($Mg(OH)_2$), *37*, 57, 116 (Antasit)
Magnezyum karbonat ($MgCO_3$), *41*
Magnezyum klorür ($MgCl_2$), *41*, 56 (Magnezyum), *57*
Magnezyum oksit (MgO), *35*, *56*, 57
Magnezyum stearat, *93*
Magnezyum sülfat ($MgSO_4$), *36*, 57
Makromolekül, 11
Malakit ($CuCO_3.Cu(OH)_2$), 61 (Bakır)
Mangan (Mn), 51, 58, 99
Mangan(IV) klorür ($MnCl_2$), *102*
Mangan(IV) oksit (MnO_2), 102, (Klor), 103 (Oksijen)
Mantar ilacı, 116
Maşa, 111
Matlaşma, 117
Maya, 83 (Alkol mayalanması)
Mayalanma, Alkol, 83
Mazot, 85
M-değeri, 25 (Molarite)
Mendelevyum (Md), 51
Mermer, 57 (Kalsiyum karbonat), 102 (Karbon dioksit)
Metabolizma, 117
Metal bağlar, 20
Metal örgü, Dev, 23
Metal özütleme, 43
Metal(ler), 51
  Alkali, 51, 54-55
  Geçiş, 51, 58-61
  Toprak alkali, 51, 56-57
Metalsiler; 51 (Metal)
Metan (CH_4), *11*, *19*, *76*, *77*, 78, 84 (G), *94*, *100* (1)
Metanal (HCHO), *80*
Metanoik asit (HCOOH), *36*, *81*, *101* (7)
Metanol (CH_3OH), *77*, 82, *100* (4a)
Metil amin (CH_3NH_2), *81*
Metil grubu (-CH_3), *101* (8)
Metil metakrilat, *87*
Metiloranj, *38*
Metil-üçüncül-bütil-eter; 85 (Oktan sayısı)
Metoksimetan (CH_3OCH_3), *77*
Metre (m), 114
Mezür, 110
Mikrop öldürücü, 116
Mineral asit, 36
Mineral, 117
Misel, 88
Miyosin, *91*
Mol (mol), 25, 114
Molar buharlaşma ısısı, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Molar çözelti, 25
Molar ergime ısısı, 32 (Tepkimenin entalpi değişikliği), 33
Molar hacim, 25
Molar kütle, 25
Molarite, 25
Molekül ağırlık, bkz. Bağıl molekül kütlesi
Molekül formülü, 26
Molekül kütlesi, Bağıl, 24
Molekül örgü, 23
Molekül(ler), 10, 11, 18-20, 24 (Bağıl molekül kütlesi), 26, 28
  Apolar, 19 (Polar molekül)
  Deterjan, 88, 89
  Polar, 19
Moleküller arası kuvvetler; 20
Molibden (Mo), 51, 59, 99
Momentum, 115
Monobazik, *39*
Monoklinal (temel kristal biçimi), *22*
Monoklinal kükürt, *22*, 70, 99
Monomerler; 11, 86, 90 (Nişasta), *91*
Monosakaritler; 90 (Karbonhidratlar, Glikoz, Sakaroz, Nişasta)
Monotropi, 22
Motorin, bkz. Mazot
Mumlar; 91 (Lipitler)
  Hidrokarbon/Mum, 85
Mutlak sıcaklık ölçeği, 29
Mutlak sıfır; 29 (Mutlak sıcaklık ölçeği)

N
Nadir gazlar, bkz. Soy gazlar
Nadir toprak elementler, bkz. Lantanitler
Nafta, 85 (Kimyasal hammaddeler)
Naylon 66, 87 (Naylonlar)
Naylonlar; 87
Nem çekme/Su giderme, 107
Nem, 92
Nemçeker; 92
Neodimyum (Nd), 50, 99
Neon (Ne), 51, 75, 99
Neptünyum (Np), 50, 99
Nevton (N), 115
Nicel çözümleme, 106 (G), 108
Nicel özellikler; 5
Nicelikler, Fiziksel, 114
Nicelikler, Temel, 114
Nicelikler, Türetilmiş, 114 (G), 115
Nikel (Ni), 51, 58, 99
Nikel sülfür (NiS), 58 (Nikel)
Nişadır, bkz. Amonyum klorür
Nişasta, 87 (Doğal polimerler), 90
Nitel çözümleme, 104 (G), 106 (G), 108
Nitel özellikler; 5
Nitrat gideren bakteriler; *95*
Nitratlar/Nitrat(V) bileşikleri, *41*, 68, *95*, 96 (Aşırı beslenme), 97, 104 (Anyonlar)
Nitrik asit (HNO_3), *64*, *67* (Azot dioksit), 68, 96 (Asit yağmuru), 104 (Anyonlar)
Nitrik oksit, bkz. Azot monoksit
Nitrik(V) asit, bkz. Nitrik asit
Nitritler/Nitrat(III) bileşikleri, 68, 96 (Aşırı beslenme), 97
Nitröz asit (HNO_2), 67 (Azot dioksit)
Nitröz oksit, bkz. Diazot oksit
Nitrürler; 66 (Azot)
Niyobyum (Nb), 51, 59, 99
Nobelyum (No), 51
Nonan (C_9H_{20}), *84*
Normal tuz, 39
Nötr (madde), 37
Nötrleştirme ısısı, bkz. Nötrleştirme sırasındaki entalpi değişikliği
Nötrleştirme sırasındaki entalpi değişikliği, 33
Nötrleştirme, 37
  Entalpi değişikliği/Isısı, 32
Nötronlar; 12, 14 (G)
Nuçe erleni, *106*, 110
Nuçe hunisi, *106*, 110
Numara, Atom (Z), 13, 50-51, 98-99
Nükleer manyetik rezonans (n.m.r.) spektroskopisi, 108
Nükleer manyetik rezonans (n.m.r.) tayfı, 108

O
Oda sıcaklığı ve basıncı, bkz. r.t.p.
Odun kömürü, 65 (Kömür)
Odun, *94*
Ohm ( ), 115
Oksalik asit, bkz. Etandioik asit
Oksijen (O/O_2), *18*, *35*, *48*, 51, *56*, *64*, *68*, *69*, *90*, *94*, *95*, 97, *99*, *100*, *101*, 103, 104 (Gazlar)
Oksijen yöntemi, Bazik, 60 (Çelik)
Oksitler; 69, 95 (Korozyon), 97
Oksoniyum iyonu, bkz. Hidronyum iyonu
Oktadekanoik asit ($C_{17}H_{35}COOH$), 88 (Sabun), *91*
Oktan sayısı, 85
Olefinler, bkz. Alkanlar
Oleum, bkz. Dumanlı sülfürik asit
Oluşma ısısı, bkz. Oluşma sırasındaki entalpi değişikliği

Oluşma sırasındaki entalpi değişikliği, 33
Oluşma, Entalpi değişikliği/Isısı, 33
Oransızlaşım, 34 (Redoks)
Organik asit, 36
Organik bileşikler, 76 (G), 100-101
Organik çözücü, 117
Organik kimya, 76, 77-91
Ornatma tepkimesi, 78
Ortaklaşım bağ, 18 (G), 19
  Datif, 18
Ortaklaşım bileşikler, 18 (G)
Ortaklaşımlık, 19
Ortalama hız (tepkimenin), 46
Ortorombik kükürt, bkz. Rombik kükürt
Osmiyum (Os), 51, 59, 99
Osmiyum tetraoksit (OsO_4), 59 (Osmiyum)
Ostwald yöntemi, 68 (Nitrik asit)
Otokatalız, 47
Ozon (O_3), 69, *93*, 96 (Ozon katmanının delinmesi)

Ö
Ölçek(ler) (sıcaklık),
  Mutlak sıcaklık, 29
  Santigrat, 29 (Mutlak sıcaklık ölçeği)
Önekler (sayı), 114
Örgü(ler), Kristal, 22 (G), 23
  Dev atom, 23
  Dev iyon, *17*, 23
  Dev metal, 23
  Molekül, 23
Özellikler, Fiziksel, 4, 5, 98-99
Özellikler, Kimyasal, 5
Özellikler, Nicel, 5
Özellikler, Nitel, 5

P
Paladyum (Pd), 51, 59, 99
Parafin mumları,
  bkz. Hidrokarbon mumlar
Parafinler, bkz. Alkanlar
Parlak alev, *94*
Parlak olmayan alev, *94*
Pas ($Fe_2O_3.xH_2O$), 60
Paskal (Pa), 115
Paslanma, 60 (Pas), 95 (Korozyon)
Paslanmaz çelik, 60 (Çelik)
Pentan (C_5H_{12}), 78
Periyodik tablo, 50-51
Periyot (element grubu), 50
  Kısa, 50 (Periyot)
  Uzun, 50 (Periyot)
Periyot (T) (nicelik), 115, 117
Peroksitler, *35* (kural 4)
Petrol, 84-85, *94*, 95
  Ayrımsal damıtma,
    bkz. Birincil damıtma
Petrolün ayrımsal damıtılması,
  bkz. Birincil damıtma
pH, 38, 96 (Asit yağmuru)
Pigmentler, 117
Pik demir, 60 (Demir)
Pil(ler)/Hücre(ler) (elektrokimya), 45
  Birincil, 45 (Pil)
  Daniel pili, *45*
  Down hücresi, *54*
  Elektrolitik pil, 42
  İkincil, 45 (Pil)
  Yarıgöze, 44
Pipet(ler), 111
  Damlalık, 111
Piramit biçimi (molekül), *19*
Pirinç, *61*
Pirolüsit (MnO_2), 58 (Mangan)
Plastik kükürt, 70
Plastikler, 87
  Isılsertleşir, 86, 87 (Plastikler)
Platin (Pt), 51, 59, *68*, 99, 108 (Alev deneyi)
Platin elektrot, *44*
Plütonyum (Pu), *14*, 50, 99
Polar bağ, 19
Polar çözücü, 30
Polar molekül, 19
Polarizasyon, 19 (Polar bağ)
Poli((1-metoksikarbonil)-1-metileten), bkz. Akrilik
Poli(eten)/Poli(etilen), bkz. Politen
Poli(fenileten), bkz. Polistiren
Poli(kloroeten), bkz. Polivinil klorür
Poli(metilmetakrilat), bkz. Akrilik
Poli(propen)/Polipropilen, 79 (Propen)
Poli(tetraflüoroeten) (PTFE), *72*, *81*
Poliamitler, 87
Polihidrik alkoller, 83
Polimer parçalanması, 86
Polimerler, 86-87
  Doğal, 87, 90 (Nişasta), 91 (Proteinler)
  Yapay, *86*, 87
Polimerleşme, Katılma, 86
Polimerleşme, Yoğunlaşma, 86
Polimorfizm, 22
Polipeptitler, *91*
Polisakaritler, 90 (Karbonhidratlar; Glikoz, Nişasta)
Polistiren, 87, 96 (Ozon katmanının delinmesi)
Politen, 79, *86*, 87
Polivinil klorür (PVC), 80 (Etin), *86*, 87
Polonyum (Po), 51, 69, 99
Polyesterler, 87
Potansiyel farkı (V), bkz. Gerilim
Potasyum (K), 50, 54, 55, 97, 99, 105 (Alev deneyleri)
Potasyum bromür (KBr), *72*
Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$), 108 (Ağırlıksal çözümleme)
Potasyum hidroksit (KOH), 55
Potasyum iyodur (KI), *41*, *72*, 74 (İyot)
Potasyum karbonat (K_2CO_3), 55
Potasyum klorür (KCl), 55
Potasyum nitrat (KNO_3), *39*, *41*, 55
Potasyum permanganat ($KMnO_4$), *82*
Potasyum sülfat (K_2SO_4), 55
Praseodimyum (Pr), 51, 99
Prometyum (Pm), 51, 99
Propan (C_3H_8), 78, *100*
Propan-1,2,3-triol, *83*, *88*, *91*
Propanal (C_2H_5CHO), *82*, *101*
Propanoik asit (C_2H_5COOH), *82*
Propanon (C_3H_6O), 79 (Propen), 80, *82*, *101*
Propen (C_3H_6), 79, *100*
Propilen, bkz. Propen
Propin (C_3H_4), 80, *100*
Protaktinyum (Pa), *14*, 50, 99
Proteinler, 90 (G), 91, *95*
Protonlar, 12, 14 (G)
PTFE, bkz. Poli(tetraflüoroeten)
PVC, bkz. Polivinil klorür

R
r.t.p., 25 (Molar hacim)
Radon (Rn), 51, 75, 99
Radyasyon, 14 (G)
Radyoaktif bozunum eğrisi, *15*
Radyoaktif bozunum, 14
Radyoaktif izleme, 15
Radyoaktif izotop, bkz. Radyoizotop
Radyoaktif serisi, bkz, Bozunum serisi
Radyoaktivite, 14-15
Radyoizotop, 15
Radyokarbonla yaş belirleme, 15
Radyoloji, 15
Radyoterapi, 15 (Radyoloji)
Radyum (Ra), 15 (Yarı ömür), 50, 56, 99
Rafineri gazı, 85
Reçineler (Doğal, Yapay), 117
Redoks gerilimi, 35
Redoks sıralaması, 35
Redoks, 34
Reforming, 84
Renyum (Re), 51, 59, 99
Rf değeri, 107 (Kromatografi)
Rodyum (Rh), 51, 59, *68*, 99
Rombik kükürt, *22*, 70, 99
Rubidiyum (Rb), 50, 54, 99
Rutenyum (Ru), 51, 59, 99

S
s.t.p., 29
Saat camı, 111
Sabit birleşim yasası, 11
Sabit birleşim yasası, 11
Sabit faz, 107 (Kromatografi)
Sabit,116
  Gaz, 28, 116 (Sabit)
Sabun, 88, *93*
Sabunlaşma, 88 (Sabun)
Sabunsuz deterjanlar, 89
Saf olmayan, 9 (Saf)
Saf, 9
Saflaştırma, 93
Sakaroz ($C_{12}H_{22}O_{11}$), 90
Samaryum (Sm), 50, 99
Saniye (s), 114
Santigrat ölçeği, 29 (Mutlak sıcaklık ölçeği), 116
Santrifüj, *106*
Santrifüjleme, 106
Sayı, Avogadro, 25
Sayı, Kütle (A), 13, 14 (G)
Sayı, Yükseltgenme, 35
Sekizli, 13
Selenyum (Se), 51, 69, 99
Sera etkisi, 96
Sert su, 93
Seryum (Ce), 50, 98
Seyreltik, 30
Sezyum (Cs), 50, 52, 54, 98
SI birimleri (Temel, Türetilmiş), 114-115
Sıcaklık, 28-29
  Geçiş, 22
  Kritik, 6 (Gaz hali)
  Oda, 25 (Molar hacim)
  Standart, 29 (s.t.p.)
Sıcaklık ölçeği, Mutlak, 29
  Santigrat, 29 (Mutlak sıcaklık ölçeği)
Sıvı azot, 66 (Azot)
Sıvı hal, 6
Sıvı yağlar (besinler), 91 (Lipitler)
Sıvı, 6
Sıvılaşma, 7
Sıvılaştırılmış hava, Ayrımsal damıtılması, 66 (Azot), 69 (Oksijen), 75 (G), 94 (G)
Sıvılaştırılmış havanın ayrımsal damıtılması, 66 (Azot), 69 (Oksijen), 75 (G), 94 (G)
Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), 85 (Rafineri gazı)
Sikloalkanlar, 78
Siklohekzan, 76, 78 (Sikloalkanlar)
Silikatlar, 63
Silikonlar, 63
Silis jeli, 107 (Nem alma/Su giderme)
Silis, bkz. Silisyum dioksit
Silisyum (Si), 51, 63, 99
Silisyum dioksit (SiO_2), 63
Silisyum(IV) oksit, bkz. Silisyum dioksit
Simge(ler), Hal, 27
Simge(ler), Kimyasal, 8, 98-99, 112-113
Sistem, 117
  Açık, 48 (Kapalı sistem)
  Kapalı, 48
Sistematik ad, 27
Skandiyum (Sc), 50, 58, 99
Sodyum (Na), *13*, *17*, *34*, 50, 54, *82*, *93*, 97, 99, 105 (Alev deneyleri)
Sodyum alüminat ($NaAl(OH)_4$), *37*
Sodyum alüminyum silikat, bkz. Zeolit
Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$), *55*
Sodyum bisülfat ($NaHSO_4$), *39*
Sodyum bromür (NaBr), 74 (Brom)
Sodyum etoksit (CH_3CH_2ONa), *82*
Sodyum hidrojenkarbonat, bkz. Sodyum bikarbonat
Sodyum hidroksit (NaOH), *37*, *41*, 55, *88*, 102 (Eten), 103, 105 (Katyonlar)
Sodyum hipoklorit (NaOCl), 73, 116 (Ağartıcı madde)
Sodyum iyodat ($NaIO_3$), 74 (İyot)
Sodyum karbonat (Na_2CO_3), 55, *92*, 93 (Çamaşır sodası), *103*
Sodyum klorat ($NaClO_3$), 73
Sodyum klorat (V), bkz. Sodyum klorat
Sodyum klorat(I), bkz. Sodyum hipoklorit
Sodyum klorür (NaCl), *17*, *27* (Basit ad), *31*, *39*, *42*, 55, 73 (Klor; Klorürler), *116*
Sodyum nitrat ($NaNO_3$), *31*, 55, *68*
Sodyum oktadekanoat, *88*
Sodyum stearat, *88*, *93*
Sodyum sülfat (Na_2SO_4), *21*, *41*
Sodyum sülfit (Na_2SO_3), 71 (Sülfitler)
Soğutucu(lar), 109
  Düz/Liebig, *106*, 109
  Spiralli, 109
Soğutucu, 116
Solvay yöntemi, 55 (Sodyum karbonat)
Sona erme (kimyasal tepkime), 48 (G)
Soy gazlar, 51, 75, *94*, 103 (*Azot*)
Sönmemiş kireç, bkz. Kalsiyum oksit
Sönmüş kireç, bkz. Kalsiyum hidroksit
Sözcüklü denklem, 27
Spatül, 111
Spektrometre, Kütle, 24 (G), 108 (Kütle spektroskopisi)
Spektroskopi,
  Kütle, 108
  Nükleer manyetik rezonans (n.m.r.), 108
Spiralli soğutucu, 109
Standart çözelti, 25
Standart sıcaklık ve basınç, bkz. s.t.p.
Stearik asit, bkz. Oktadekanoik asit
Stereoizomerler, 77
Stereokimya, 77
Stereokimyasal formül, 26, 77 (Stereokimya)
Stiren, 87 (Polistiren)
Stronsiyum (Sr), *15*, 50, 56, 99
Su (H_2O), *19*, *20*, *24*, 30 (Çözünme), 36, 37, 40, 41, 53, *68*, *71*, 92-93, *95*, 97, 102-103, 104
  Ağır, bkz. Döteryum oksit
  Atmosferik, 92
  Bromlu, 74 (Brom)
  Damıtık, 93
  Sert, 93
  Trityumlu, 53 (Trityum)
  Yumuşak, 93 (Sert)
Su banyosu (malzeme), 111
Su çevrimi, 92
Su kaynakları, 93
Su üzerinde, 102 (Karbon dioksit, Eten), 103 (Azot)
Su yumuşatıcıları, 93
Su yumuşatma, 93 (Kalıcı sertlik)
Suçeker madde, 116
Sulanan madde, 92
Sulu çözelti, 30
Sulu çözücü, 30
Sulu olmayan çözeltiler, 30 (Sulu çözelti)
Sulu olmayan çözücüler, 30 (Sulu çözelti)
Susever, 88 (Deterjan molekülü)
Susevmez, 88 (Deterjan molekülü)
Susuz, 40 (Anhidrat)
Susuzlaştırma, 40
Süblimleşme, 7
Sülfat(IV) bileşikleri, bkz. Sülfitler
Sülfat(VI) bileşikleri/Sülfatlar, *40*, 71, 104 (Anyonlar)
Sülfitler, 71, 104 (Anyonlar)
Sülfürik (VI) asit, bkz. Sülfürik asit
Sülfürik asit (H_2SO_4), *36*, *41*, 71, 96 (Asit yağmuru), 102, 103, 104 (Nitrat anyonu), 105 (Kalsiyum katyonu), 116 (Suçeker madde)
  Dumanlı ($H_2S_2O_7$), 71 (Değme yöntemi)
Sülfürik(IV) asit, bkz. Sülfüröz asit
Sülfürler, 70 (G), 104 (Anyonlar)
Sülfüröz asit (H_2SO_3), *36*, 71
Sülüğen (HgS), 59 (Civa)
Sünek, 116
Süneklik, 116 (Sünek)
Süperiletken, 65 (Bukminsterfulleren)
Süspansiyon, 31
Süzgeç kağıdı, 109
Süzme, 106
Süzüntü, *106*

Ş
Şap, bkz. Alüminyum potasyum sülfat-12-su
Şili güherçilesi, bkz. Sodyum nitrat

T
Taksimat, 117
Talyum (Tl), 51, 62, 99
Tam hazırlama, *88* (Sabunlaşma)
Tam yapısal formül, bkz. Açık formül
Tantal (Ta), 51, 59, 99
Taşkömürü, 65 (Kömür)
Tayf, Nükleer manyetik rezonans (n.m.r.), 108
Tebeşir, 27 (Basit ad), 57 (Kalsiyum karbonat)
Tek değerlikli (elektrovalans), *17*
Tek değerlikli (ortaklaşımlık), *19*
Tek-atomlu, *10*
Tekli bağ, 18, 100 (a ve 1)
Teknesyum (Tc), 51, 59, 99
Tellür (Te), 51, 69, 99
Temel nicelikler, 114
Temel SI birimleri, 114
Tentürdiyot, *74*
Tepkenler, 5
Tepkime hızları, 46-47
  Anlık, 46
  Başlangıç, 46
  Ortalama, 46
Tepkime ısısı,
  bkz. Tepkimenin entalpi değişikliği
Tepkime(ler), 5, 32-35, 42-49, 52
  Entalpi değişikliği (H), 32
  Esterleşme, 83 (Yoğunlaşma tepkimesi)
  Fotokimyasal, 46
  Geri, 48
  Hızları, 46-47
  Isıalan, 32
  Isısı, bkz. Tepkimenin entalpi değişikliği (çekirdek), 15
  Isıveren, 32
  İleri, 48
  Katılma, 79
  Ornatma, 78
  Standart entalpi değişikliği (H), 32
  Tersinir, 48-49
  Yoğunlaşma, 83
  Zincirleme, 15 (Çekirdek bölünmesi)
Tepkimenin entalpi değişikliği (H), 32
  Standart (H), 32
Tepkimenin standart entalpi değişikliği (H), 32
Tepkinlik sıralaması, 44, 97
Tepkinlik, 44-45
Terbiyum (Tb), 51, 99
Terleme, *92*
Termokimya, 32 (G)
Termometre, 111
Tersinir tepkimeler, 48-49
Tetraamin bakır(II) sülfat ($(Cu(NH_3)_4)SO_4$), *40*
Tetraetil-kurşun ($Pb(OC_2H_5)_4$), *96*
Tetragonal (temel kristal biçimi), 22
Tetrahedral (molekül), *19*
Tetraklorometan (CCl_4), *10*, *30*, *79*
Tiroksin, *74*
Titan (Ti), 51, 58, 99
Titrant, 108 (Hacimsel çözümleme)
Titrasyon, 108 (Hacimsel çözümleme)
Toprak alkali metaller, 51, 56-57
Tortulu (çökelti), *31*
Toryum (Th), *14*, 50, 99
Toz deterjanlar, 89
  Biyolojik, 89 (Toz deterjanlar)
Trans 2-buten, *77*
Tribazik, *39*
Triklinal (temel kristal biçimi), *22*
Trimer, 11
Triol, *83*
Trityum (T), 53
Trityumlu su, 53 (Trityum)
Tulyum (Tm), 51, 99
Tungsten (W), 51, 59, 99
Turnusol kağıdı, 38
Tuz giderme, 93
Tuz köprüsü, *44*
Tuz(lar), 39-41, 55 (Sodyum klorür)
  Asit, 39
  Bazik, 40
  Çift, 40
  Karmaşık, 40
  Kaya, 54 (Sodyum), 55 (Potasyum)
  Normal, 39
Tuzlu su, 55 (Sodyum klorür)
Tüp maşası, 111
Tüplük, 111
Türdeş polimer, 86
Türetilmiş nicelikler, 114 (G), 115
Türetilmiş SI birimleri, 115

U
Uçlar, 45 (Pil)
Uçucu, 117
Uluslararası Sistem birimleri, bkz. SI birimleri
Uranyum (U), *14*, *15*, 50, 99
Uzun periyotlar (element grupları), 50 (Periyot)

Ü
Üç değerlikli (elektrovalans), *17*
Üç değerlikli (ortaklaşımlık), *19*
Üç-atomlu, *10*
Üçayak, 111
Üçgensi/Üç köşeli (molekül), *19*
Üçlü bağ, 18, 100 (c ve 3)
Üçlü nokta, 117
Üçüncü gaz yasası, bkz. Basınç yasası
Üçüncül alkoller, 83
Üreteç gazı, 65 (Karbon monoksit)
Ürünler, 5

V
Van der Waals kuvvetleri, 20
Vanadyum (V), 51, 58, 99
Vanadyum pentoksit (V_2O_5), 58 (Vanadyum), 71 (Değme yöntemi)
Vat (W), 115
V-biçimli (molekül), *19*
Vinil klorür (CH_2CHCl), *86*
Viskoz/Akmaz, 117
Viskozite/Akmazlık, 117 (Viskoz/Akmaz)
Vitaminler, 90 (G), 91
Volt (V), 45 (Gerilim), 115
Voltametre, 43
Vulkanizasyon, bkz. Kükürtle sertleştirme
Vuruntu önleyici madde, 85 (Oktan sayısı)

X
X-ışınları kristalografisi, 22

Y
Yağ, Mazot, 85
Yağ, Yağlama, 85
Yağ, Yakıt, 85 (Artık)
Yağlama yağı, 85
Yağyakıt, 85 (Artık)
Yakın birleşmiş kübik (parçacık yerleşimi), *23*
Yakıt(lar), 94
  Fosil, 94 (Yakıt)
Yakma tüpü, 111
Yalın çift (elektronlar), 19
Yalıtkan, 117
Yan zincir (atomlar), *76*, 100 (h), 101 (8)
Yanma ısısı, bkz. Yanma sırasındaki entalpi

değişikliği
Yanma sırasındaki entalpi değişikliği, 33
Yanma, 94
Entalpi değişikliği/Yanma ısısı, 32
Hızlı, 94
Yavaş, 94
Yapay deterjanlar;
bkz. Sabunsuz deterjanlar
Yapay elmaslar; 64 (Elmas)
Yapay polimerler; 87
Yapay reçineler; 117 (Reçineler)
Yapı, Atom, 12-13
Yapısal formül, 3-boyutlu,
bkz. Stereokimyasal formül
Kısaltılmış, 26
Tam, bkz. Açık formül
Yapısal izomerler; 77
Yapıştırıcı, 116
Yardımcı besinler; 90 (G)
Yarı ömür (T), 15
Yangöze, 44
Yarıiletkenler; *62, 66, 69*, 117
Yanılma düzlemi, 22
Yasa, Avogadro, 29
Yasa, Basınç, 28
Yasa, Boyle, 28
Yasa, Dalton, 29
Yasa, Gay-Lussac, 29
Yasa, Graham, 29
Yasa, Hess, 33
Yasa, Üçüncü gaz, bkz. Basınç yasası
Yasalar; Faraday (elektroliz), 43
Yasalar; Gaz, 28-29
Yavaş yanma, 94
Yavaşlatıcı, 47
Yayınım yasası, Graham, 29
Yayınım, 9
Graham yasası, 29
Yer değiştirme, 44
Yerleşik olmama, 20, 23 (Dev metal örgü)
Yeşil vitriyol, bkz. Demir(II) sülfat
Yoğunlaşma polimerleşmesi, 86
Yoğunlaşma tepkimesi, 83
Yoğunlaşma, 7
Yoğunluk (ρ), 98-99, 115, 116
Yörüngemsi, 13
Yumuşak su, 93 (Sert su)
Yumuşatıcılar; Su, 93
Yumuşatma, Su, 93 (Kalıcı sertlik)
Yüksek fırın, *60*
Yükseltgen, 34
Yükseltgenme durumu, 35
Yükseltgenme sayısı, 35
Yükseltgenme, 34-35
Yüz merkezli kübik (parçacık yerleşimi), *23*
Yüzde bileşim, 26
Yüzey etkin maddeler; 89
Yüzey gerilimi, 117
Yüzey katalizörü, 47

Z
Zayıf asit, 38
Zayıf baz, 38
Zayıf elektrolit, *42*
Zehirli, *96*
Zeolit, 93 (İyon değişimi)
Zimas, 83 (Alkol mayalanması)
Zincir (atomlar), 76 (G)
Ana, *76*
Dallanmış, *76*
Düz, *76*
Yan, *76*, 100 (h), 101 (8)
Zincirleme tepkime, 15 (Çekirdek bölünmesi)
Zinkit (ZnO), 61 (Çinko)
Zirkonyum (Zr), 51, 59, 99

TEŞEKKÜRLER

Kapak tasarımcısı: Michèle Busby - Zöe Wray

Ek tasarımlar: Anne Sharples, Sue Mims, Roger Berry ve Simon Gooch

Ek resimler:

Simone Abel, Victor Ambrus, Basil Arm, Dave Ashby, Iain Ashman, Craig Austin (The Garden Studio), Graham Austin, Bob Bampton (The Garden Studio), John Barber, Amanda Barlow, Terry Bave, David Baxter, Andrew Beckett, Joyce Bee, Stephen Bennett, Roland Berry, Andrzej Bielecki, Gary Bines, Blue Chip Illustration, Kim Blundell, Derick Bown, Isabel Bowring, Trevor Boyer, Wendy Bramall (Artist Partners), Derek Brazell, John Brettoner; Paul Brooks (John Martin Artists), Fiona Brown, Peter Bull, Mark Burgess, Hilary Burn, Andy Burton, Liz Butler; Martin Camm, Lynn Chadwick, Chris Chapman, Peter Chesterton, Dan Courtney, Frankie Coventry (Artist Partners), Patrick Cox, Christine Darter, Kate Davies, Sarah De Ath (Linden Artists), Kevin Dean, Peter Dennis, David Downton, Richard Draper; Nick Dupays, Brian Edwards, Michelle Emblem (Middletons), Malcolm English, Caroline Ewen, Sandra Fernandez, James Field, Denise Finney, Don Forrest, Patience Foster; Sarah Fox-Davies, John Francis, Mark Franklin, Nigel Frey, Judy Friedlander; Terry Gabby, Sheila Galbraith, Peter Geissler; Nick Gibbard, Tony Gibson, William Giles, Mick Gillah, Victoria Goaman, David Goldston, Peter Goodwin, Victoria Gordon, Jeremy Gower, Terri Gower, Phil Green, Terry Hadler, Rys Hajdul, Alan Harris, Brenda Haw, Tim Hayward, Bob Hersey, Nicholas Hewetson, Rosalind Hewitt, Keith Hodgson, Philip Hood, Adam Hook, Shirley Hooper; Chris Howell-Jones, Christine Howes, Carol Hughes (John Martin Artists), David Hurrell (Middletons), John Hutchinson, Ian Jackson, Hans Jenssen, Chris Johnson, Frank Kennard, Roger Kent, Aziz Khan, Colin King, Deborah King, Steven Kirk, Kim Lane, Richard Lewington (The Garden Studio), Jason Lewis, Mick Loates (The Garden Studio), Rachel Lockwood, Tony Lodge, Kevin Lyles, Chris Lyon, Kevin Maddison, Janos Marffy, Andy Martin, Josephine Martin, Nick May, Rob McCaig, Joseph McEwan, David McGrail, Malcolm McGregor, Dee McLean (Linden Artists), Jamie Medlin, Annabel Milne, David More (Linden Artists), Dee Morgan, Robert Morton (Linden Artists), David Mostyn, Paddy Mounter, David Nash, Susan Neale, Louise Nevett, Martin Newton, Barbara Nicholson, Louise Nixon, David Nockels (The Garden Studio), Richard Orr, Steve Page, David Palmer; Patti Pearce, Justine Peek, Liz Pepperell (The Garden Studio), Julia Piper, Gillian Platt (The Garden Studio), Maurice Pledger; Cynthia Pow (Middletons), Russell Punter, David Quinn, Charles Raymond (Virgil Pomfret Agency), Kim Raymond, Chris Reed, Phillip Richardson, Jim Robins, Allan Robinson, Michael Roffe, Michelle Ross, Peter Ross, Graham Round, Mike Saunders (Tudor Art), Jon Sayer, Peter Scanlan, Coral Sealey, John Shackell, Chris Shields (Wilcock Riley), John Sibbick (John Martin Artists), Gwen Simpson, Chris Smedley, Graham Smith, Annabel Spencerley; Peter Stebbing, Sue Stitt, Roger Stewart, Ralph Stobart, Alan Suttie, Sam Thompson, Stuart Trotter, Joyce Tuhill, Sally Voke (Middletons), Sue Walliker, Robert Walster, David Watson, Ross Watton, Phil Weare, Chris West, Wigwam Publishing Services, Sean Wilkinson, Adrian Williams, Adam Willis, Roy Wiltshire, Ann Winterbotham, Gerald Wood, James Woods (Middletons), Claire Wright, David Wright (Jillian Burgess), Jo Wright, Nigel Wright, Gordon Wylie, John Yates

Fotoğraflar:

Kapak (soldan, saat yönünde): Dr. Jeremy Burgess / Science Photo Library; Michael W. Davidson / Science Photo Library; Mehau Kulyk & Victor de Schwanberg / Science Photo Library; Alfred Pasieka / Science Photo Library; Alfred Pasieka / Science Photo Library; Matt Meadows / Science Photo Library; Dr. Jeremy Burgess / Science Photo Library; Charles D. Winters / Science Photo Library; Erich Schrempp / Science Photo Library. Sayfa 92 (üst sağ): Digital Vision