

Hidrokarbon ve hidrokarbon türevi olan alifatik bileşikler de çeşitli sınıflara ayrılarak incelenirler:

- 1) Alkanlar (parafin hidrokarbonlar, doymuş hidrokarbonlar)
- 2) Alkenler (etilen hidrokarbonlar, olefinler)
- 3) Alkinler (asetilen hidrokarbonlar, asetilenler)
- 4) Organik halojen bileşikleri
- 5) Alkoller
- 6) Eterler
- 7) Karbonil bileşikleri (aldehit ve ketonlar)
- 8) Karboksilik asitler
- 9) Alifatik aminler ve nitroalkanlar
- 10) Organik kükürt, fosfor ve silisyum bileşikleri
- 11) Karbonik asidin organik türevleri
- 12) Birden çok fonksiyonel grubu olan organik bileşikler

Alkanlar, doymuş hidrokarbonlardır. Alkenler ve alkinler doymamış hidrokarbonlardır. Diğer alifatik bileşikler hidrokarbon türevleri olarak kabul edilirler.

Alkanlar (parafin hidrokarbonlar, doymuş hidrokarbonlar)

Alkanlar, C_nH_{2n+2} genel formülü ile gösterilebilen doymuş hidrokarbonlardır. En az karbon atomu içerenden itibaren önemli alkanlar ve radikalleri şunlardır:

Karbon sayısı (n)	Alkan		Radikali (R)	
	Bileşik adı	Molekül formülü	Radikal adı	Formül
1	Metan	CH_4	Metil	$-CH_3$
2	Etan	C_2H_6 (CH_3-CH_3)	Etil	$-C_2H_5$
3	Propan	C_3H_8 ($CH_3-CH_2-CH_3$)	n-Propil	$-C_3H_7$ ($CH_3-CH_2-CH_2-$)
4	n-Butan	C_4H_{10} [$CH_3-(CH_2)_2-CH_3$]	n-Butil s-Butil	$CH_3CH_2CH_2CH_2-$ $CH_3CH_2CHCH_3$
5	Pentan	C_5H_{12}	Pentil	$-C_5H_{11}$
6	Hekzan	C_6H_{14}	Hekzil	$-C_6H_{13}$
7	Heptan	C_7H_{16}	Heptil	$-C_7H_{15}$

*Bir alkandan türeyen kök genel olarak **alkil** diye tanımlanır.*

Metandan bir hidrojen ayrılmasıyla türeyen metil ($-CH_3$) kökünden başka iki hidrojen ayrılmasıyla türeyen metilen ($-CH_2-$) ve üç hidrojen ayrılmasıyla türeyen metin ($=CH-$) kökü de tanımlanır. Buna göre CH_3Cl , metil klorür; CH_2Cl_2 , metilen klorür (diklormetan); $CHCl_3$, metin klorür (kloroform) olarak adlandırılır.

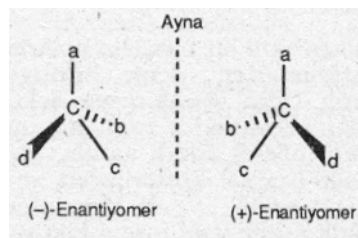
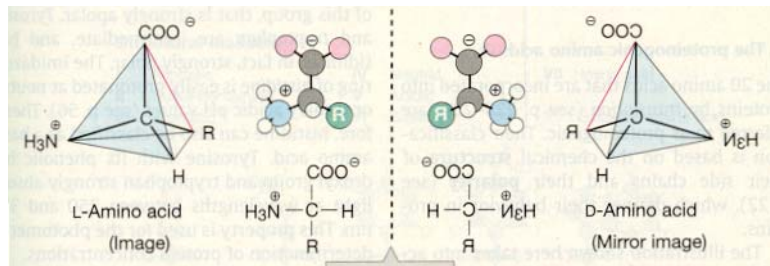
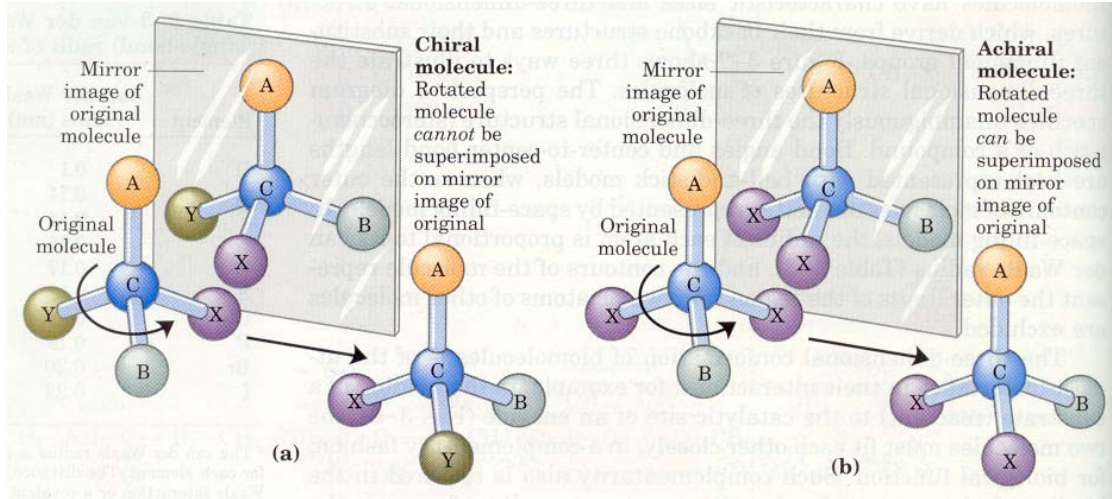
Etandan bir hidrojen ayrılmasıyla türeyen etil ($-C_2H_5$) kökünden başka iki hidrojen ayrılmasıyla türeyen etilen ($-C_2H_4-$) kökü de tanımlanır. Buna göre C_2H_5-OH , etil alkol; $C_2H_4Br_2$, etilen bromür olarak adlandırılır.

Propan molekülünde karbonlara bağlı iki tür hidrojen bulunmaktadır; molekülün ucundaki 6 tane CH_3 hidrojenlerine **primer hidrojenler** denir, molekülün ortasında bulunan 2 tane CH_2 hidrojenlerine **sekonder hidrojenler** denir. Primer ve sekonder hidrojenlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır. *n*-Propil kökü, propandan bir primer hidrojen ayrılmasıyla türer; bundan başka propandan iki primer hidrojen ayrılmasıyla türeyen propilen (C_3H_6) kökü ve propandan bir sekonder hidrojen ayrılmasıyla türeyen izopropil (*i*-propil) [$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$] kökü de tanımlanmıştır.

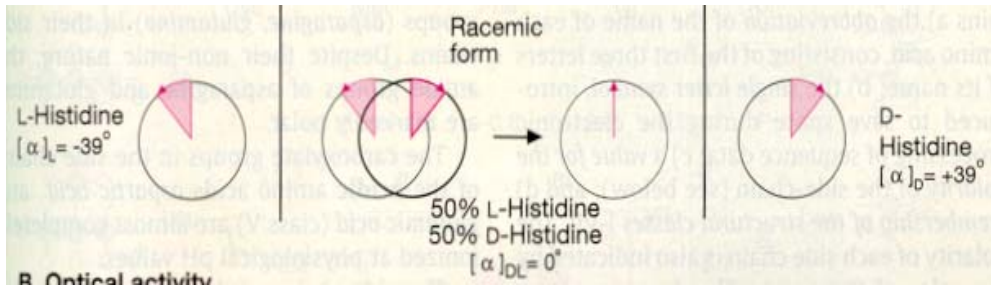
4 karbonlu butan ve daha sonraki alkanlarda **dallanma izomerleri** meydana gelir. *i*-Butan, $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ açık formülüyle gösterilebilir. İzobutanda ortadaki karbona bağlı tek hidrojene, **tersiyer hidrojen** denir. *n*-Butil ve *s*-Butil, *n*-Butandan türeyen köklerdir; izobutandan da *i*-Butil [$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$] ve *t*-Butil [$(\text{CH}_3)_3\text{C}-$] kökleri türer.

Sekonder alkil köklerinden türeyen bileşiklerde sekonder karbon atomuna bağlı olan gruplar R, H, CH_3 ve X'dir; yani dördü de birbirinden farklıdır.

Bir molekülde kendisine dört farklı grup bağlı olan karbon atomlarına **asimetrik (şiral, kiral) karbon atomu** denir. Asimetrik karbon atomu içeren moleküllerin en önemli özelliği, dissimetrik (simetrisi olmayan) molekül olması, birbirinin ayna görüntüsü olan ve üst üste çakıştırılmayan, **enantiyomerler** diye tanımlanan iki uzay izomerinin olmasıdır:



Enantiyomerler gibi dissimetrik molekülü maddeler, **optikçe aktif maddelerdir**; polarize ışığın titreşim düzlemini belirli bir miktar sağa (+) veya sola (-) çevirirler. Enantiyomerler gibi dissimetrik molekülü maddeler, **optik izomerler** olarak tanımlanırlar. Enantiyomerlerin sağ el ve sol elin durumuna benzemelerinden dolayı optik izomerliğe bazan şirallik (kirallik) de denir. Enantiyomerlerden biri polarize ışık düzlemini ne kadar sağa çeviriyorsa diğeri aynı derecede sola çevirir. Bir maddenin optik izomerlerini eşit miktarlarda içeren karışıma **rasem şekli** veya **rasemat** denir; rasem şeklin optikçe aktivitesi yoktur:



Alkanların 1-4 karbonluları normal şartlarda (25°C sıcaklık ve 1 atmosfer basınç şartları) gaz, 5-17 karbonluları sıvı, 18 ve daha fazla karbonluları katı halde bulunurlar. Alkanların gaz ve katı olanları kokusuz olduğu halde sıvı olanlarında benzin kokusu belirgindir.

Fonksiyonel grup içeren birçok organik bileşik, birtakım reaksiyonlarla doymuş hidrokarbonlara dönüştürülebilir.

Alkanlar, reaksiyonlar bakımından tembel bileşiklerdir; verdikleri reaksiyonlar az sayıdadır; halojenlerle substitüsyon reaksiyonları, alkenlerle alkilleme reaksiyonları, yeterli oksijenle tam yanma reaksiyonları, yetersiz oksijenle yükseltgenme (oksitlenme) reaksiyonları verirler. Alkanlar yeterli miktarda oksijen içinde tam yandıklarında karbon dioksit (CO_2) ve su (H_2O) meydana gelir ve ısı enerjisi açığa çıkar. Alkanların yetersiz oksijen nedeniyle tam olmayan yanmaları sonucunda karbon monoksit (CO), aldehytler, ketonlar, karboksilik asitler ve is şeklinde karbon meydana gelir; bunlar da önemli hava kirletici maddelerdir.

Halojenler, F, Cl, Br, I elementleridir.

Substitüsyon, bir organik molekülde bulunan bir atom veya grubu, başka bir atom veya grupla değiştirmedir. Halojenlerle olan substitüsyon reaksiyonlarında, alkandaki hidrojenlerin yerine halojen geçer. Alkanların halojenlerle substitüsyon reaksiyonları sonucunda alkil halojenürler oluşur.

Bir organik molekülün yükseltgenmesi, molekülden hidrojen çıkması anlamındadır; indirgenmesi de moleküle hidrojen girmesi anlamındadır.

Metan (CH_4), daha çok petrol kaynaklarındaki yer gazlarında bulunur; maden ocaklarında sıkışmış halde iken serbest hale geçerse havanın oksijeni ile grizu denen patlama reaksiyonunu verir; bataklıklarda ve canlı organizmada bağırsak gazları arasında da yer alır.

Etan (C_2H_6), yer gazlarında bulunur; genellikle ısıtmada kullanılır.

Propan (C_3H_8), **n-butan [$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$]** ve **izobutan [$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$]**, daha çok yer gazında bulunurlar; kolayca sıvı hale getirilebildiklerinden yakacak olarak kullanılmak üzere metal tüplerde sıvılaştırılırlar.

Alkenler (etilen hidrokarbonlar, olefinler)

Alkenler, C_nH_{2n} genel formülü ile gösterilebilen doymamış hidrokarbonlardır. En az karbon atomu içerenenden itibaren önemli alkenler ve radikalleri şunlardır:

Karbon sayısı (n)	Alken		Radikali (R)	
	Bileşik adı	Molekül formülü	Radikal adı	Formül
2	Eten (etilen)	C_2H_4 ($CH_2=CH_2$)	Vinil	$CH_2=CH-$
3	Propen (propilen)	C_3H_6 ($CH_3-CH=CH_2$)	Propenil Allil	$CH_3-CH=CH-$ $CH_2=CH-CH_2-$
4	1-Buten (α -Butilen) 2-Buten İzobutilen (İzobuten)	C_4H_8 ($CH_2=CH-CH_2-CH_3$) ($CH_3-CH=CH-CH_3$) [[$(CH_3)_2C=CH_2$]]		
5	1-Penten	C_5H_{10}		

İki çift bağ içeren alkenlere **alkadienler** denir; üç çift bağ içeren alkenler **alkatrienler** denir; çok sayıda çift bağ içeren alkenlere **alkapolienler** denir. Birden fazla sayıda çift bağ içeren alkenlerde çift bağların düzeni, allende ($H_2C=C=CH_2$) olduğu gibi birbirine bitişik (**kumule**) olabilir; 1,3-Butadiende ($H_2C=CH-CH=CH_2$) olduğu gibi bir atlamalı (**konjuge**) olabilir ve 2-Metil-1,3-butadiende (izopren, $CH_2=C-CH=CH_2$) olduğu gibi birbirinden



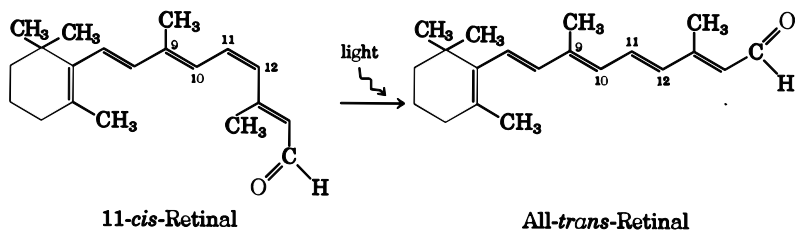
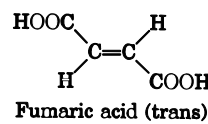
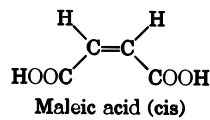
uzak (**izole**) olabilir.

Çift bağdaki karbona bağlı olan hidrojenlere **vinil hidrojenleri** denir; vinil hidrojenleri kimyasal reaksiyonları güçlkle verir.

Çift bağa komşu karbona bağlı olan hidrojenlere **allil hidrojenleri** denir; allil hidrojenleri kimyasal reaksiyonları kolaylıkla verir.

2-Butenin 2 geometrik izomeri vardır. Çift bağa göre metil grupları aynı yönde olan *cis*-2-buten (*Z*-2-buten)'dir; çift bağa göre metil grupları zıt yönde olan *trans*-2-buten (*E*-2-buten)'dir.

Cis- ve *trans*- izomer şekiller, geometrik izomer şekillerdir. Çift bağın çevresindeki atom veya atom grupları aynı tarafta ise *cis*- izomer, zıt tarafta ise *trans*- izomer söz konusudur:



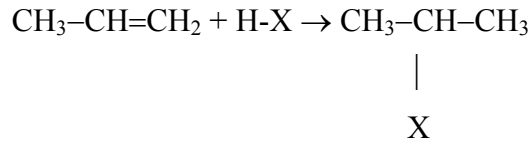
Alkenlerin fiziksel özellikleri alkanlarınkinden pek farklı değildir: Kaynama noktaları ve erime noktaları molekül büyüdükçe büyür; normal şartlarda 2-4 karbonlular gaz, 5-15 karbonlular sıvı, daha fazla karbonlular katıdır. Alkenler de suda çözünmezler; organik çözücülerde çözünürler. Alkenlerin hepsi sudan daha hafiftir; yoğunlukları 1'den küçüktür.

Alkenlerde molekül dallandıkça kararlılık artar. Trans-izomerler de cis-izomerlerden daha kararlıdır. *Geometrik izomerler (cis- ve trans- izomerler) ve optik izomerler (enantiyomerler) uzaysal izomerler (stereoizomerler)'dir. Belirli bir uzaysal izomerin belirli başka bir uzaysal izomere dönüşmesi stereospesifik reaksiyon olarak tanımlanır; geometrik izomerin optik izomere veya optik izomerlerin geometrik izomere dönüşmesi stereoselektif reaksiyon olarak tanımlanır.*

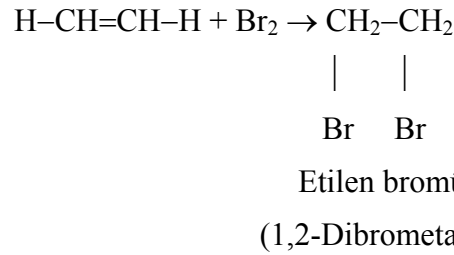
Alkenler, alkan veya alkan türevlerinin eliminasyon reaksiyonlarıyla ya da alkinlere monokatlılmalarla elde edilebilirler. *Organik kimyada eliminasyon, ayrılma anlamındadır.*

Alkenlerin katılma ve polimerizasyon reaksiyonları önemlidir. Alkenlere hidrojen katılması ile alkanlar meydana gelir. Bu reaksiyonlarda hidrojenleme katalizörleri denen platin ve nikel gibi metal katalizörler kullanılır. Çok ince dağılmış nikel olan **Raney nikel** ile yapılan hidrojenleme reaksiyonu, margarin üretiminde sıvı yağların hidrojenlenerek katı yağlara dönüştürülmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

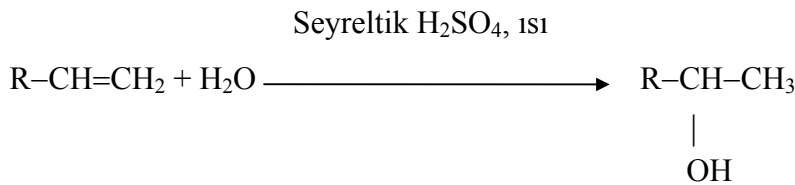
Alkenlere hidrohalojen asidi katılmasıyla alkil halojenürler meydana gelir. *Bir hidrohalojen asidi, genel olarak H-X biçiminde gösterilir; burada X, bir halojeni temsil eder. Markovnikof kuralı* veya katılmalarda **Markovnikof yönlendiği** olarak bilinen kurala göre; çift bağ çevresinde simetrik olmayan alkenlere hidrohalojen asitleri katılmasında hidrojen, çift bağ çevresinde en çok hidrojeni olan karbona katılır, halojen ise diğer karbona katılır. Örneğin, propilen (propen)'e bir hidrohalojen asidi (H-X) katılması sonucunda n-propil halojenür (1-halojen propan) değil, izopropil halojenür (2-halojen propan) meydana gelir:



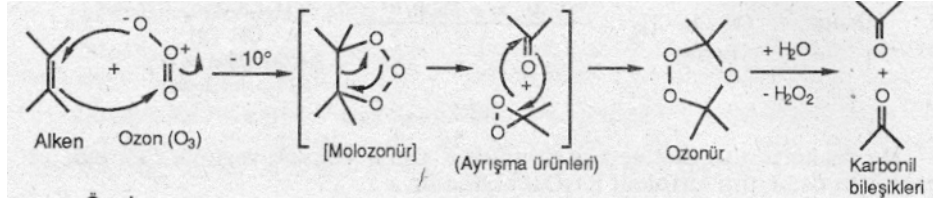
Alkenlere renkli olan brom (Br) ve iyot (I) gibi halojenlerin katılması sonucunda alken halojenürler (dihalojen alkanlar) meydana gelir ve halojenin rengi kaybolur; bu da çift bağın varlığını göstermesi bakımından önemlidir:



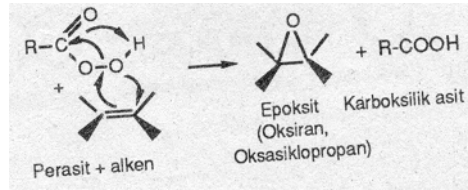
Asit katalizli bir reaksiyonla alkenlere su katılabilir ve alkoller meydana gelir:



Alkenlere oksijenin allotropu ve etkin bir yükseltgen olan ozon (O₃) katılması ile ozonürler üzerinden aldehit ve/veya ketonlar oluşur:



Alkenlerin açıl (R-C=O)'lenmiş hidrojen peroksitler (H₂O₂) olan perasitler (R-C=O) ile etkileştiğinde epoksit ve karboksilik asit meydana gelir:



Alkenlerin polimerizasyon reaksiyonları, değişik mekanizmalarla gerçekleşir ve sonuçta etilenin polimerleşmesiyle oluşan polietilen ve propilenin polimerleşmesiyle oluşan polipropilen gibi, endüstride önemli ürünler oluşur.

Alkinler (asetilenler)

Alkinler, C \equiv C üçlü bağı içeren bileşiklerdir; genel formülleri C₂H_{2n-2}'dir. Alkinlerin R-C \equiv C-H şeklinde olanlarına uç asetilenleri denir; R-C \equiv C-R' şeklinde olanlarına dialkil asetilen denir ve bunlar, üçlü bağıın bulunduğu yere göre adlandırılırlar. Bazı önemli alkinler şunlardır:

Alkin adı	Formül
Etin (Asetilen)	H-C \equiv C-H
Propin (Metil asetilen)	CH ₃ -C \equiv C-H
1-Butin (Etil asetilen)	CH ₃ -CH ₂ -C \equiv C-H
2-Butin (Dimetil asetilen)	CH ₃ -CH \equiv CH-CH ₃
1-Pentin (n-Propil asetilen)	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -C \equiv C-H
2-Pentin (Metil-etil asetilen)	CH ₃ -CH ₂ -CH \equiv CH-CH ₃
1-Hekzin (n-Butil asetilen)	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -C \equiv C-H
2-Hekzin (Metil-propil asetilen)	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH \equiv CH-CH ₃
3-Hekzin (Dietil asetilen)	CH ₃ -CH ₂ -C \equiv C-CH ₂ -CH ₃

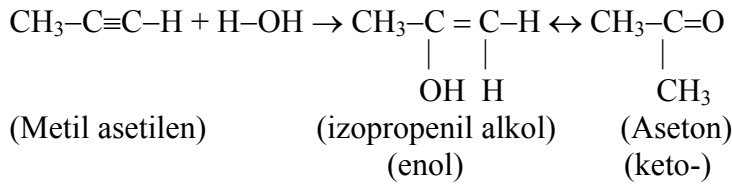
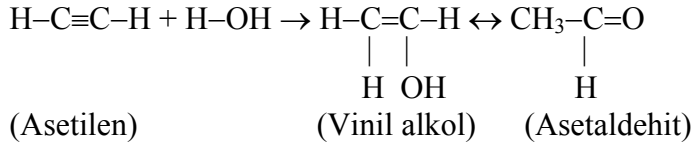
Alkinlerin kaynama noktaları ve erime noktaları düşüktür; sudan hafiftirler yani yoğunlukları 1'den küçüktür. Alkinler suda çözünmezler; aseton ve benzen gibi organik çözücülerde çözünürler.

Alkinler, organik halojen bileşiklerinden, aldehit ve ketonlardan, eliminasyon ve substitüsyon reaksiyonlarıyla elde edilebilirler. *Organik kimyada eliminasyon, ayrılma anlamındadır; substitüsyon, bir organik molekülde bulunan bir atom veya grubu başka bir atom veya gruba değiştirme olayıdır.*

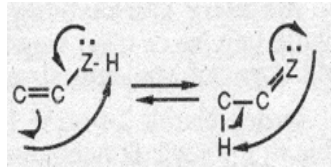
Alkinler, katılma reaksiyonları, yükseltgenme reaksiyonları, indirgenme reaksiyonları verebilirler ve uç alkinler alkin tuzları oluşturabilirler.

Alkinlere hidrohalojen asitleri ve halojenler katılabilir; bu katılmalarda da Markovnikof yönlendiği vardır. Alkinlerdeki üçlü bağ, alkenlerdeki çift bağdan daha kararlıdır; bu nedenle alkinlere katılma reaksiyonları alkenlere katılmadan daha yavaş yürür.

Alkinlere su katılması, alkenlere su katılması gibi asit katalizli bir reaksiyondur. Bu katılmada önce enol meydana gelir; sonra bu, daha kararlı yapı olan tautomerine yani keto- şekline dönüşür. Örneğin, asetilene su katılması vinil alkol üzerinden asetaldehit verir; metil asetilene su katılması da izopropenil alkol üzerinden aseton verir:



Tautomerlik, organik kimyada bir izomerlik şeklidir. Bir molekül içinde C=C çift bağındaki karbonlardan birine karbon atomuyla çift bağ yapabilen ve üzerinde hidrojen olan bir heteroatom (–OH, –SH, –NH örneklerindeki gibi) bağlı ise, çift bağ, karbon ile heteroatom arasında kayarken heteroatom üzerindeki hidrojen de çift bağın diğer karbonu üzerine geçerek başka bir molekül meydana getirir:



Burada çift bağ kaymaları ve hidrojen geçişleri tersinirdir (geri dönüşümlü); rezonans veya mezomeri denen özellik gösterirler. Oluşan bileşiklere birbirinin tautomerleri denir ve bunlar sıvı veya gaz halinde iseler kararlılıklarına göre bir denge meydana gelir ki buna da tautomerlik dengesi denir. Keto- (C-C=O) ile enol (C=C-OH) arasında keto-enol tautomerliği; tiyon (C-C=S) ile tiyol (C=C-SH) arasında tiyon-tiyol tautomerliği; imin (C-C=NH) ile amin (C=C-NH₂) arasında imin-amin tautomerliği olabilir:

Keto-enol tautomerliği	$\text{H-C-C=O} \leftrightarrow \text{C=C-O-H}$
Tiyon-tiyol tautomerliği	$\text{H-C-C=S} \leftrightarrow \text{C=C-S-H}$
İmin-amin tautomerliği	$\text{H-C-C=NH} \leftrightarrow \text{C=C-NH}_2$

Etkin koşullarda alkinlerin üçlü bağ elektronları güçlü yükseltgenlerle alınarak C≡C bağı kopar ve karboksilik asitler meydana gelir.

Asetilen (Etin), önemli bir endüstriyel bileşiktir; parlak bir alevle yanar ve büyük miktarda ısı açığa çıkar. Asetilen, asetilen kaynağında karpit (kalsiyum karbür)'ün su ile etkileştirilmesi suretiyle elde edilir ve saf oksijen veren bir üfleçle yakılarak 2700°C'ye varan sıcaklıklar elde edilir. Karpit, kok kömürü ve kirecin elektrik fırınında 3000°C'ye kadar ısıtılmasıyla elde edilir: $3\text{C} + \text{CaO} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$

Organik halojen bileşikleri

Organik halojen bileşikleri, karbon atomuna bağlı bir veya daha çok halojen içeren organik bileşiklerdir. Sentetik reçine, ilaç, boyarmadde gibi yararlandığımız pek çok organik halojen bileşiği vardır:

Organik halojen bileşiğinin adı	Formülü
Klormetan (Metil klorür)	CH ₃ Cl
Diklormetan (Metilen klorür)	CH ₂ Cl ₂
Triklormetan (Metin klorür, kloroform)	CHCl ₃
Tetraklormetan (Karbontetraklorür)	CCl ₄
Brommetan (Metil bromür)	CH ₃ Br
Tribrommetan (Bromoform)	CHBr ₃
İyotmetan (Metil iyodür)	CH ₃ I
Triiyotmetan (İyodoform)	CHI ₃
Kloretan (Etil klorür)	C ₂ H ₅ Cl
Brometan (Etil bromür)	C ₂ H ₅ Br
İyotetan (Etil iyodür)	C ₂ H ₅ I
1,2-Dikloretan (Etilen klorür)	CH ₂ Cl–CH ₂ Cl
1,2-Dibrometan (Etilen bromür)	CH ₂ Br–CH ₂ Br
1-Kloreten (Vinil klorür)	CH ₂ =CHCl
3-Klor-1-Propen (Allil klorür)	CH ₂ =CH–CH ₂ Cl
Bromklortrifluoretan (Halotan)	F ₃ C–CHClBr

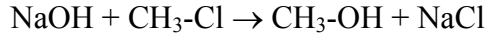
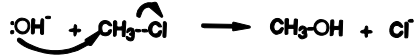
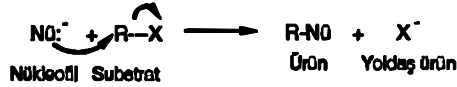
Organik halojen bileşikleri, alkanlardan, alkenlerden, alkinlerden, alkollerden ve daha birçok organik bileşikten elde edilebilir.

Organik halojen bileşiklerinin başlıca reaksiyonları, eliminasyon reaksiyonları, nükleofilik substitüsyon reaksiyonları, etkin metallerle organo-metal bileşiklerinin oluşması şeklindedir.

Organik kimyada eliminasyon, ayrılma anlamındadır; organik bir molekülden iki grup ayrılarak doymamış bir bileşik ya da halkalı bir bileşik meydana gelebilir. Organik halojen bileşiklerinden hidrohlojen asidi (HX) ayrılması (dehidrohlojenasyon), baz katalizli bir reaksiyondur ve sonucunda bileşik, alkene dönüşür.

*Bir organik molekülde bulunan bir atom veya grubu başka bir atom veya gruba değiştirme olayına **substitüsyon** denir. Ayrılan grup elektron çiftiyle ayrılır ve onun yerine elektron çifti içeren bir grup girerse, buna **nükleofilik substitüsyon reaksiyonu** denir; ayrılan grup elektron çiftini bırakarak ayrılır ve onun yerine elektron çifti eksik olan bir atom veya grup girerse, buna **elektrofilik substitüsyon reaksiyonu** denir; ayrılan grup tek elektronla yani radikal olarak ayrılıyor ve yerine yine radikal türde olan bir atom veya grup bağlanıyorsa, buna **radikal substitüsyon reaksiyonu** denir.*

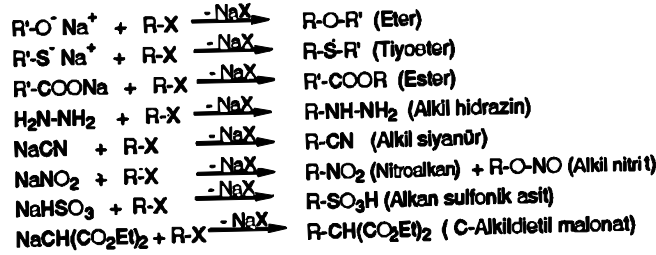
***Nükleofilik substitüsyon reaksiyonlarında**, bir organik molekülden bir grup elektron çiftiyle birlikte ayrılır ve onun yerine elektron çifti içeren bir grup girer:*



Nükleofiller, üzerinde elektron çifti bulunan atom veya atom gruplarıdır. Nükleofiller, yüksüz veya anyon şeklinde olabilir; örneğin H_2O oksijen üzerinde elektron çiftleri bulunduğundan ve molekül yüksüz olduğundan yüksüz bir nükleofildir, OH^- ise negatif yüklü yani anyon halinde bir nükleofildir. Çeşitli reaksiyonlarda en çok rastlanan nükleofiller şunlardır:

Yüksüz nükleofiller	Yükü (anyon) nükleofiller	Yüksüz nükleofiller	Yükü (anyon) nükleofiller
H_2O Su	OH^- Hidroksit anyonu		N_3^- Azotür (Azit) anyonu
R-OH Alkol	R-O^- Alkolat anyonu		NO_2^- Nitrit anyonu
H_2S Kükürtü hidrojen	SH^- Hidrosülfür anyonu	HCl Hidroklorik asit	Cl^- Klorür anyonu
R-SH Tiyol	R-S^- Tiyolat anyonu	HBr Hidrobromik asit	Br^- Bromür anyonu
NH_3 Amonyak	NH_2^- Amil anyonu	HI Hidroyodik asit	I^- Iyodür anyonu
R-NH_2 Amin	R-NH^- Alkilamit anyonu	R-COOH Karboksilik a.	R-COO^- Karboksilat any.
$\text{H}_2\text{N-NH}_2$ Hidrazin			CN^- Siyanür anyonu
NH_2OH Hidroksilamin			$\text{HC} \equiv \text{C}^-$ Asetilenür anyonu
			Karbanyonlar, enolatlar

Nükleofilik substitüsyonlar, sentezler bakımından önemli reaksiyonlardır; bu reaksiyonlarla alkil halojenürlerden alkoller, eterler, esterler, tiyoller, tiyoeterler, aminler gibi birçok bileşiğin sentezi yapılabilir:



Organik kimyada Na ve K çok etkin metallerdir; Li ve Mg orta etkinlikte olan metallerdir; Zn, Fe, Cu ve diğerleri etkinliği az olan metallerdir. Organo-metal bileşikleri, metil sodyumda (CH_3Na) olduğu gibi metal katyonunun karbon karşısında bulunduğu bileşiklerdir. Fransız bilgini V. Grignard tarafından 1912 de bulunan ve organik sentezlerde önemi kanıtlanan organo-magnezyum bileşikleri (R-MgX), **Grignard bileşikleri** olarak bilinirler; Grignard bileşikleri ile gerçekleşen reaksiyonlar da **Grignard reaksiyonları** olarak adlandırılırlar.

Etil klorür ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$), lokal enestezide, özellikle diş sağaltımında önemli narkotiktir; püskürtme ile soğuk anestezi için kullanılır

Metilen klorür (CH_2Cl_2) de narkotik etkilidir; aynı zamanda endüstride çok kullanılır.

Kloroform (CHCl_3), çözücü olarak özellikle bazı maddeleri ekstrakte etmek için kullanılır. Narkotik olarak kloroform, solunumu, eterden daha az etkiler; fakat toksik etkisi kalp ve karaciğer bozukluklarına neden olabilmektedir. Kloroform solunması, doğum sırasında krampları azaltır. Kloroform emdirilmiş pamukla kompres, diş ağrılarını ve romatizma ağrılarını azaltır. %0,5'lik kloroform çözeltisi inatçı kusma ve mide ağrılarını geçirebilir. Kloroform, ekstraktların ve idrarın saklanması için koruyucu antiseptik olarak da kullanılır.

Bromoform (CHBr_3), eczacılıkta alkol ile karıştırılarak kullanılır; sütle birlikte boğmaca öksürüğüne karşı etkilidir.

İyodoform (CHI₃), sarı pul şeklinde kristalleri ve karakteristik kokusuyla tanınır, antiseptik etkilidir.

Karbontetra klorür (CCl₄), organik çözücü olarak kullanılır. Karbontetra klorürün belirli bir narkotik etkisi vardır; fakat kronik zehirlenme sonucu karaciğer harabiyeti oluşturur.

Halotan (F₃C–CHClBr), bayıltıcı etkilidir; ameliyat için narkoz olarak kullanılır.

Alkoller

Alkoller, hidroksil (–OH) grubu içeren bileşiklerdir. Alkoller, moleküldeki hidroksil grubunun sayısına göre monoalkoller, dialkoller (glükoller), trialkoller, polialkoller olarak sınıflandırılırlar. *Molekülünde iki hidroksil (–OH) grubu içeren maddelere **glükoller** denir. Glükoller ve daha fazla sayıda hidroksil grubu içeren alkoller, yüksek değerli alkoller olarak adlandırılırlar.* Alkoller, hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomunun primer (RCH₂–), sekonder (R₂CH–), tersiyer (R₃C–) olmasına göre primer alkoller (RCH₂–OH), sekonder alkoller (R₂CH–OH), tersiyer alkoller (R₃C–) olarak sınıflandırılırlar. Önemli bazı alkoller şunlardır:

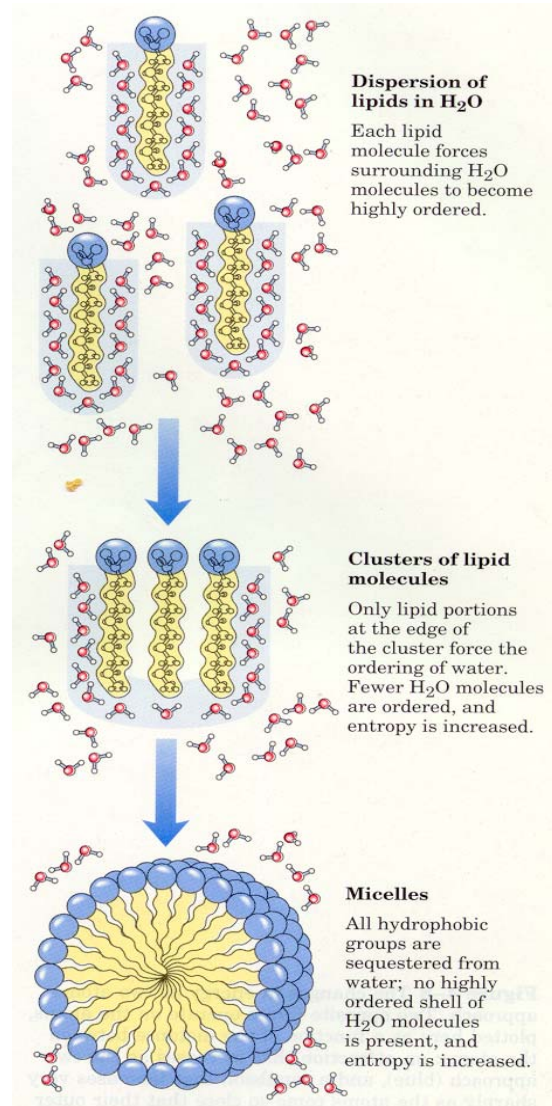
Alkol adı	Formül
Metanol, hidroksimetan (Metil alkol)	CH ₃ OH
Etanol, hidroksietan (Etil alkol)	C ₂ H ₅ OH
1-Propanol, 1-hidroksipropan (n-Propil alkol)	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH
2-Propanol, 2-hidroksipropan (izopropil alkol)	CH ₃ CH(OH)CH ₃
1-Butanol, 1-hidroksibutan (n-Butil alkol)	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
2-Butanol, 2-hidroksibutan (s-Butil alkol)	CH ₃ CH ₂ CH(OH)CH ₃
2-Metil-1-hidroksipropan (i-Butil alkol)	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH
2-Metil-2-hidroksipropan (t-Butil alkol)	(CH ₃) ₃ COH
1-Pentanol (n-amil alkol)	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
2-Pentanol (s-amil alkol)	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH(OH)CH ₃
1,2-Etandiol (Etilen glükol)	HOCH ₂ –CH ₂ OH
1,2,3-Trihidroksipropan (Gliserol, gliserin)	HOCH ₂ –CH(OH)–CH ₂ OH
1,2,3,4,5,6-Hekzahidroksiheksan (Sorbitol)	HOCH ₂ (CHOH) ₄ CH ₂ OH

Alkoller, hidrokarbon türevi (**hidroksillenmiş hidrokarbon**) veya suyun türevi (**alkillenmiş su**) olarak kabul edilebilirler. Alkollerin molekülleri arasında hidrojen bağları bulunduğundan kaynama noktaları diğer bileşiklerinkinden yüksektir. *Su molekülleri arasındaki hidrojen bağları üç boyutludur, yani bütün ortaklanmamış elektron çiftleri hidrojen bağı yapmıştır. Alkollerin hidrojen bağları ise iki boyutludur, yani oksijenler üzerinde hidrojen bağı yapmamış elektron çiftleri vardır. Alkollerde moleküller arası hidrojen bağı kuvveti sudaki kadar güçlü olmadığından kaynama noktaları suyunkinden daha düşüktür; örneğin, suyun kaynama noktası 100°C olduğu halde daha büyük moleküllü metanolün kaynama noktası 65°C'dir.*

Metanol, etanol ve propanoller suda her oranda çözünürler. Butanolden itibaren suda çözünme azalmaya başlar; çözünmeyen kısım ayrı bir faz olarak kalır. Alkol molekülü büyüdükçe çözünme hızla azalır ve C>12'den sonraki alkoller pratik bakımdan suda çözünmezler. Alkollerdeki -OH grubu, sudaki çözünürlüğü sağlayan (hidrofil=suyu seven) gruptur; R grubu ise sudaki çözünmeyi önleyici (hidrofob=suyu sevmeyen) gruptur. Hidroksil gruplarının sayısı arttıkça büyük moleküller bile suda çözünebilirler.

Hidrofil gruplar, heteroatoma bağlı hidrojen içeren hidroksil grubu (-OH), karboksilik asit grubu (-COOH), sulfonik asit grubu (-SO₃H), amin grubu (-NH₂), tiyol grubu (-SH) gibi polar gruplardır. **Hidrofob gruplar**, alkil, aril, eter, ester, nitro, halojen grupları gibi nonpolar gruplardır. Polar grupları içeren bileşikler **polar bileşikler** olarak adlandırılırlar ve suda çözünürler; hidrofiliktirler. Nonpolar grupları içeren bileşikler **nonpolar bileşikler** olarak adlandırılırlar ve suda çözünmezler; hidrofobiktirler. Hem polar hem nonpolar gruplar içeren bileşikler **amfipatik bileşikler** olarak adlandırılırlar ve suda miseller oluştururlar:

Biomolecule	Ionic form at pH 7
<i>Polar</i>	
Glucose	
Glycine	$^+NH_3-CH_2-COO^-$
Aspartic acid	$^-OOC-CH_2-CH(^+NH_3)-COO^-$
Lactic acid	$CH_3-CH(OH)-COO^-$
Glycerol	$HOCH_2-CH(OH)-CH_2OH$
<i>Nonpolar</i>	
Typical wax	$CH_3(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_6-CH_2-C(=O)O-$ $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-CH_2$
<i>Amphipathic</i>	
Phenylalanine	
Phosphatidylcholine	$CH_3(CH_2)_{15}CH_2-C(=O)-O-CH_2$ $CH_3(CH_2)_{15}CH_2-C(=O)-O-CH_2-P(=O)(O^-)-O-CH_2-CH_2-N^+(CH_3)_3$



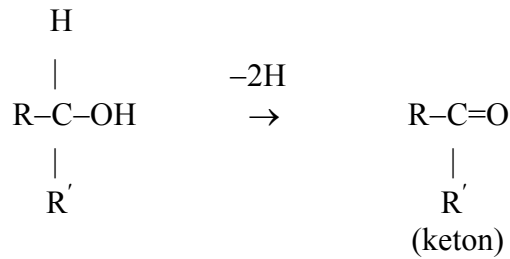
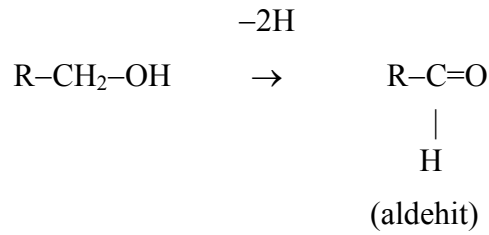
Alkoller, alkil halojenürlerden, alkenlerden, primer aminlerden ve bazı doğal bileşiklerin fermantasyonuyla elde edilebilirler.

Alkoller, O–H bağı ile, suyun O–H bağı gibi asitlik reaksiyonu verirler; oksijen üzerinden proton ayrılır ve yerine başka bir atom veya grup girer. Alkoller sudan yaklaşık 100 kat daha zayıf asittirler. Alkollerin anyonlarına (R–O⁻) alkolat veya alkoksit denir.

Alkoller, hidrohalojenür asitleriyle ısıtıldıklarında alkil halojenürleri verirler; reaksiyon, C–O bağı reaksiyonudur.

Alkoller, karboksilik asitlerle karboksilat esterlerini (R–COOR'), nitrik asitle nitrat esterlerini (R–O–NO₂), sülfürik asitle alkil sülfat esterlerini (R–O–SO₃H) oluştururlar.

Primer ve sekonder alkollerin α-hidrojenlerinin C–H bağının elektronları, uygun yükseltgenlerle alınır. Böylece primer alkollerden aldehitler, sekonder alkollerden ketonlar meydana gelir; tersiyer alkoller, normal koşullarda yükseltgenlerden etkilenmezler:



Bir organik molekülde fonksiyonel grubun bağlandığı karbona α-karbonu, bu karbona bağlı hidrojenlere α-hidrojenleri denir; α-karbonunun hemen yanındaki karbona β-karbonu, buna bağlı hidrojenlere β-hidrojenleri denir.

Metanol (CH₃OH), ilk kez odunun damıtılma ürününden yalıtılmıştır; endüstride, sentetik reçinelerin üretilmesinde kullanılan formaldehidin sentezi için gereklidir. Metanol, organik çözücülerle kolayca karışır. Metanol, vücuttan çok yavaş atılır; özellikle göz sinirlerine zarar vererek körlüğe neden olabilir.

Etanol (C₂H₅OH), endüstride çözücü olarak, sentezlerde, hekimlikte ve eczacılıkta kullanılır. Alkollü içkileri üretmek için gerekli olan etanol, daha çok şekerli maddelerin veya nişastanın fermantasyonuyla elde edilir; sulu fermantasyon karışımından, birkaç kez damıtılarak ayrılır; bunun konsantrasyonu en çok %96'dır. %100'lük etil alkole mutlak alkol veya absolü alkol denir. Etanol, vücutta sedatif ve narkotik etkilidir; %70-80'lik etil alkol, dıştan kullanıldığında dezenfekte edicidir.

Eterler

Eterler, genel formülü R–O–R' şeklinde olan bileşiklerdir. Eterler, alkillenmiş alkol veya iki kez alkillenmiş su olarak kabul edilebilirler.

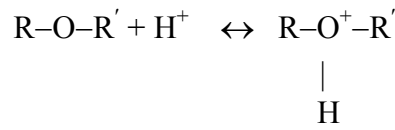
Eter molekülünde oksijen üzerinde hidrojen bulunmadığından moleküller arasında hidrojen bağları meydana gelmez; bu nedenle eterlerin kaynama noktaları düşüktür.

Eter molekülü, su molekülleriyle hidrojen bağları yapabilir; bu nedenle küçük molekülü eterler suda biraz çözünürler, büyük molekülü eterler ise hidrofob etkiden dolayı suda çözünmezler.

Her iki alkil grubu aynı olan eterlere *simetrik eterler* denir; alkil grupları farklı olan eterlere *karişik eterler* denir. Simetrik eterler, alkil grubuna göre dimetil eter, dietil eter gibi adlandırılırlar; karişik eterler ise metil-etil eter, benzil-propil eter gibi adlandırılırlar.

Eterler, asit katalizli ve baz katalizli reaksiyonlarla alkollerden elde edilirler.

Eter grubu, etkin bir fonksiyonel grup değildir; bu nedenle eterlerin verdikleri reaksiyonlar sınırlıdır. Eterlerin asitlerle verdiği reaksiyonlar, oksijen üzerindeki bir elektron çiftine proton bağlanarak dialkiloksonyum katyonu vermesi şeklindedir:



Dietil eter (C₂H₅-O-C₂H₅), kısaca *eter* olarak bilinir; pratikte etil alkol+sülfürik asit karışımları ısıtılarak elde edilir; bu nedenle bazen *eter sülfürik* diye de adlandırılır. Eter, halk arasında lokman ruhu olarak bilinir; çok önceleri az miktarda koklanmak veya suya damlatılıp içilmek suretiyle ferahlatıcı ve rahatlatıcı olarak kullanılmıştır. *1 kısım eter+3kısım alkol karışımı, Hoffman damlası olarak bilinir; kolik tarzında ağrıları dindirmek için kullanılmıştır.* Eter buharı çok miktarda solunduğunda bayıltıcı ve anestetik etkilidir. Günümüzde ameliyatlara için kullanılan anestetik eter %10 etanol içerir; böylece zamanla içinde çok zehirli olan eter peroksitlerinin oluşması önlenir. Eter anesteziğinde bulantı ve kusma yan etki olarak ortaya çıkar; bunu önleyici olarak atropin kullanılır. Eter, kimya laboratuvarlarında ekstraksiyon işleminde çok kullanılan bir çözücüdür; önemli sakıncası, kolay yanıcı olmasıdır. Hava-eter karışımları patlayıcıdır; laboratuvarında eterle çalışırken çevrede yanan bek alevi bulunmamalıdır.

Karbonil bileşikler (aldehit ve ketonlar)

Organik bileşiklerde karbonil grubu, C=O grubudur; bu grup, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester gibi karboksilik asit türevlerinde bulunur. Ancak, karbonil bileşikler deyince aldehit ve ketonlar akla gelir.

Aldehitler

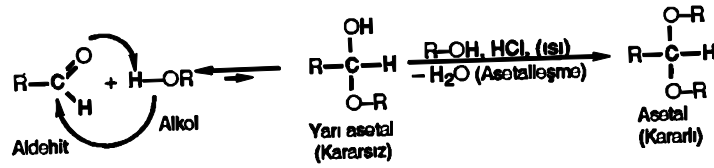
Aldehitler, genel formül yapıları R-CHO şeklinde olan karbonil bileşikleridirler. Aldehitler, özel adlandırmada içerdikleri açılgrubuna göre adlandırılırlar; önemli bazı aldehitler şunlardır:

Aldehit adı	Formül
Formaldehit (Metanal)	H-CHO
Asetaldehit (Etanal)	CH ₃ -CHO
Propiyon aldehit (Propanal)	CH ₃ -CH ₂ -CHO
n-Butiraldehit (Butanal)	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CHO
i-Butiraldehit (3-Metilpropanal)	(CH ₃) ₂ -CH ₂ -CHO

Açıl grubu, R-CO grubudur. CH₃-CO, aset açili; CH₃-CH₂-CO, propiyon açili; CH₃-CH₂-CH₂-CO, bütir açili olarak adlandırılır.

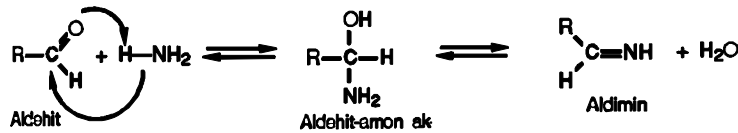
Aldehitler polar olmakla birlikte molekülleri arasında hidrojen bağları meydana gelmez; bu nedenle kaynama noktaları alkollerinkinden daha düşüktür.

Aldehitlere alkoller H^+ ve ^-O-R şeklinde katılırlar; aldehitlere alkol katılmasıyla da dengede kararsız yarı asetaller oluşur. Yarı asetaller, asit katalizli bir reaksiyonla alkollerle asetalleşme reaksiyonu sonunda asetallere dönüştürülebilirler:



Aldehitlere tiyoller ($R-SH$) de alkoller gibi, fakat ondan daha hızlı bir reaksiyonla katılarak tiyoyarı-asetaller oluştururlar; bunlardan da asit katalizli bir reaksiyonla su ayrılarak tiyoasetaller meydana gelir.

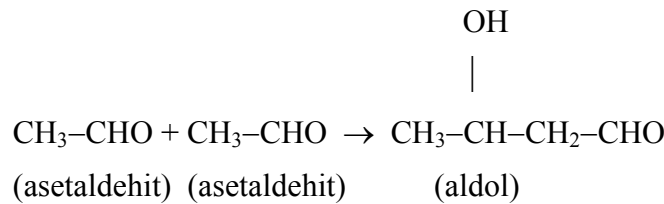
Aldehitlere amonyak, H^+ ve $^-NH_2$ şeklinde katılır; ilk katılma ürünü aldehit-amonyaktır; bundan da su ayrılarak aldimin meydana gelir:



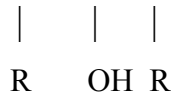
Aldehit-amonyak ve aldimin bileşikleri dengede bulunurlar; ancak kararsız olduklarından yalıtılamazlar.

*Formaldehide amonyak katılması durumunda oluşan katılma bileşiği hidroksimetil amin, biraz kararlıdır; buna, daha hızlı bir reaksiyonla bir formaldehit molekülü katılabilir ve bis-hidroksimetil amin meydana gelir; buna da bir formaldehit molekülü daha katılabilir ve sonunda tris-hidroksimetil amin meydana gelir. Tris-hidroksimetil amin'in kısa adı **tris**'dir. Tris-hidroksimetil amin, kararlıdır ve biyokimyasal araştırmalarda bazı tampon çözeltilerin hazırlanmasında kullanılır.*

Aldehitlerin kondensasyon reaksiyonlarının mekanizması, aldehitlere amonyak katılması gibidir; ancak kondensasyon ürünleri kararlıdır. Aldehitlerin önemli bir reaksiyonu, aldol reaksiyonu (aldolizasyon, aldol dimerleşmesi, aldol kondensasyonu)'dur:



Genel aldol bileşiği, $\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}-\text{CHO}$ şeklinde gösterilebilir.

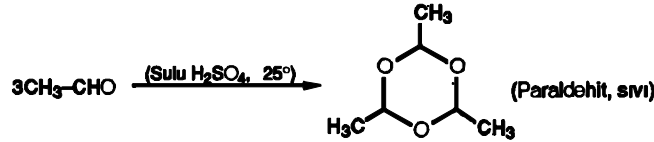


*Seyreltik bazlı ortamda asetaldehidin verdiği aldol reaksiyonu, kondensasyon tanımına uymaz. Aldol adı, **aldehit+alkol**'den türetilmiştir.*

Aldol bileşikleri, β -hidroksi karbonillerdir. Bunların $C_\alpha-C_\beta$ bağları (C_2-C_3 karbonları arasındaki bağ) gevşektir; bazı koşullarda ayrışabilir ve aldol ürününü veren bileşikler yeniden meydana gelirler; buna da retrograd aldol reaksiyonu denir. Aldol ve retrograd aldol reaksiyonları, biyokimyada önemlidir; glukoz metabolizmasında aldol reaksiyonlarını aldolaz enzimi katalizler.

Aldol bileşiklerinde α -H ve β -OH grupları da gevşemiştir; buradan su molekülü kolaylıkla ayrılarak α,β -doymamış karboniller meydana gelir. *Bir organik molekülden su ayrılması reaksiyonu, **dehidratasyon** reaksiyonu olarak tanımlanır.*

Küçük moleküllü aldehyitlerin C ve O atomları arasında kovalent bağlar oluşarak polimerler veya halkalaşarak oligomerler meydana gelebilir.



Formaldehit (HCHO), normal şartlarda gaz halde, karakteristik kokulu bir maddedir; endüstride metanolden elde edilir. %40'lık formaldehit çözeltisi, **formol** veya **formalin** diye bilinir; formolde hala %10-15 metanol bulunur. Formol, kuvvetli bir dezenfeksiyon maddesidir; anatomik dokuların, organların saklanması için kullanılır. Formaldehit, proteinleri denatüre eder; bu nedenle tahriş edicidir; gaz ve çözelti halinde ellere, yüze ve göze değmesinden sakınılmalıdır. Formol uzun süre beklerse kabın dibinde beyaz bir madde toplanır; bu, formaldehidin çizgisel bir polimeri olan paraformaldehittir. Paraformaldehitte 50-100 formaldehit birimi bulunabilir; yumuşak toz halinde bir maddedir; kuru olarak ısıtılınca formaldehide ayrışır. Kuru formaldehit ile, susuz ortamda ve özel katalizörlerle çok daha fazla formaldehit birimi içeren, ticari adı *delrin* olan dayanıklı çizgisel polimerler elde edilebilir; bunlardan da örneğin tekstil iplikleri yapılabilir.

Asetaldehit (CH₃-CHO), renksiz, kaynama noktası 21°C olan, bayıltıcı kokuda bir maddedir. Asetaldehit, asetik aside yükseltgenebilir veya etanole indirgenebilir. Asetaldehit, sulu asitli ortamda kolaylıkla paraldehit adında halkalı bir trimer verir. Paraldehit de özel kokulu bir sıvıdır; bir zamanlar uyku ilacı olarak kullanılmıştır; nefeste kötü bir koku oluşturur.

Ketonlar

Ketonlar, genel formül yapıları R-CO-R' şeklinde olan karbonil bileşikleridirler.

Ketonlar, özel adlandırmada C=O grubuna bağlı alkil gruplarına göre adlandırılırlar; önemli bazı ketonlar şunlardır:

Keton adı	Formül
Aseton, dimetil keton (2-Propanon)	CH ₃ -CO-CH ₃
Metil-etil keton (2-Butanon)	CH ₃ -CH ₂ -CO-CH ₃

Ketonlar polar olmakla birlikte molekülleri arasında hidrojen bağları meydana gelmez; bu nedenle kaynama noktaları alkollerinkinden daha düşüktür.

Ketonların küçük moleküllü olanları suda çözünürler; çünkü su molekülleriyle hidrojen bağları yapabilirler. Molekül büyüdükçe hidrofob etkiden dolayı suda çözünürlükleri azalır.

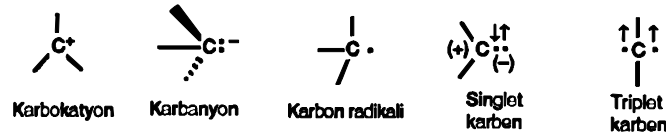
Ketonlar, sekonder alkollerin yükseltgenmesi, asit klorürlerinin indirgenmesi, Grignard katılma reaksiyonlarıyla elde edilebilirler.

Ketonlar, reaksiyon yeteneği fazla olan bileşiklerdir; yükseltgenme, indirgenme, katılma, kondensasyon reaksiyonları verebilirler. *Kondensasyon reaksiyonları, birisi organik molekül olmak üzere iki molekül arasında küçük ve polar bir molekülün ayrılarak yeni bir molekülün meydana geldiği reaksiyonlardır.*

Ketonlar, güçlü yükseltgenlerle normal koşullarda reaksiyon vermezler; çünkü ketonlarda karbonil grubuna bağlı hidrojen bulunmaz. Ancak çok etkin koşullarda C-CO bağları kopar ve meydana gelen karbokatyonlara -OH bağlanarak karboksilik asitler meydana gelir.

Bir organik molekülün yükseltgenmesi, molekülden hidrojen çıkması anlamındadır; indirgenmesi de moleküle hidrojen girmesi anlamındadır.

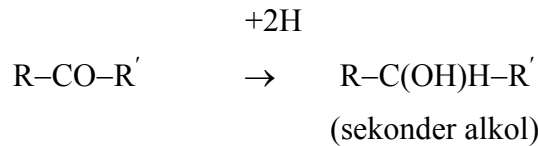
Karbokatyon (C^+), organik reaksiyonlarda etkin olan kararsız karbonlu ara ürünlerden biridir. Bu ürünlerin diğerleri, karbanyon (C^-), karbon radikali ($C\cdot$) ve karben ($C:$)'dir:



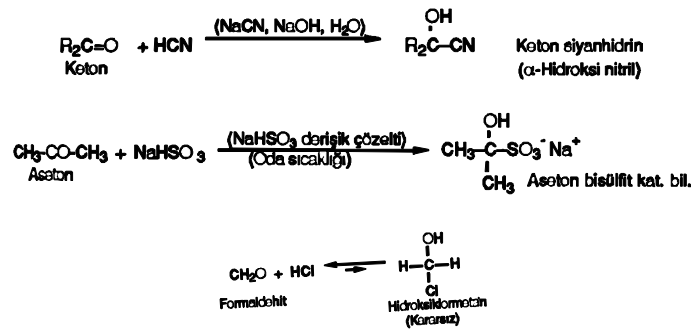
Karben, elektronik konfigürasyonları farklı singlet ve triplet olmak üzere iki farklı yapıda olabilir. Singlet karbende eşleşmemiş elektronların dönüşleri (spinleri) zıt yönlüdür ($\downarrow\uparrow$) ve karbon polardır; triplet karbende ise eşleşmemiş elektronların dönüşleri (spinleri) aynı yönlüdür ($\uparrow\uparrow$) ve karbon polar değildir.

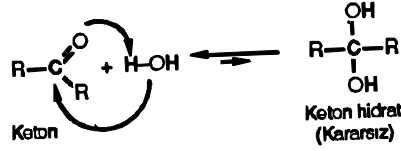
Metil ketonların bazik ortamda halojenlerle verdiği yükseltgen bir bölünme reaksiyonu, haloform reaksiyonu olarak adlandırılır. Cl_2 , Br_2 , I_2 halojenleriyle gerçekleşen haloform reaksiyonu sonucunda sırasıyla kloroform, bromoform ve iyodoform meydana gelir. *Haloform reaksiyonunu metil grubu içeren sekonder alkoller, asetaldehit ve primer alkol olan etil alkol de verir.* Haloform reaksiyonu, metil ketonları tanımak için kullanılabilir; bu amaçla reaksiyon, I_2+NaOH ile yapılır ve iyodoform reaksiyonu adını alır.

Farklı indirgenler, ketonları sekonder alkollere ve hidrokarbonlara indirgerler:

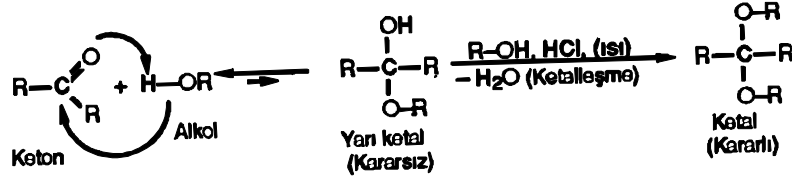


Küçük moleküllü ketonlara hidrosiyanik asit (HCN) katılmasıyla keton siyanhidrin; sodyum bisülfid ($NaHSO_3$) katılmasıyla keton bisülfid katılma bileşiği; su katılmasıyla kararsız keton hidratlar (1,1-dioller) oluşur:



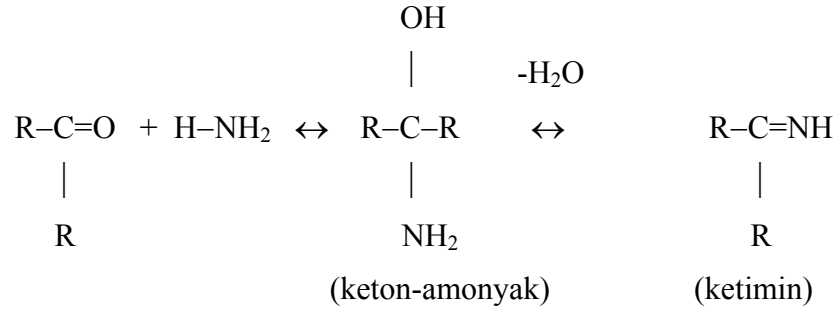


Ketonlara alkoller, H^+ ve O^-R şeklinde katılırlar; ketonlara alkol katılmasıyla da dengede kararsız yarı ketaller oluşur. Yarı ketaller, asit katalizli bir reaksiyonla alkollerle ketalleşme reaksiyonu sonunda ketallere dönüştürülebilirler:



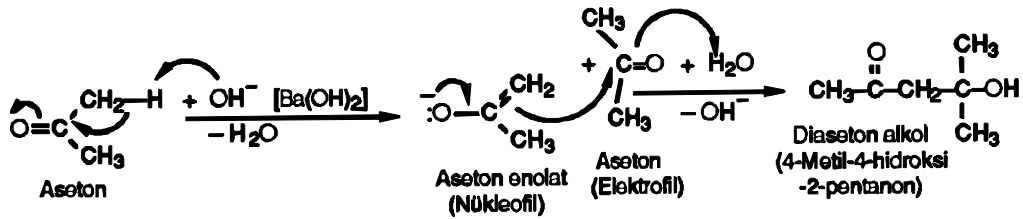
Ketonlara tiyoller ($\text{R}-\text{SH}$) de alkoller gibi, fakat ondan daha hızlı bir reaksiyonla katılarak tiyoyarı-ketaller oluştururlar; bunlardan da asit katalizli bir reaksiyonla su ayrılarak tiyoketaller meydana gelir.

Ketonlara amonyak, H^+ ve NH_2^- şeklinde katılır; ilk katılma ürünü keton-amonyaktır; bundan da su ayrılarak ketimin meydana gelir:



Keton-amonyak ve ketimin bileşikleri dengede bulunurlar; ancak kararsız olduklarından yalıtılamazlar.

Ketonların kondensasyon reaksiyonlarının mekanizması, ketonlara amonyak katılması gibidir; ancak kondensasyon ürünleri karardır. Ketonların önemli bir reaksiyonu da aldol reaksiyonudur.



Aseton ($\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$), kaynama noktası 56°C ve kendine has kokusu olan bir sıvıdır. Asetonun organik bileşiklerindeki çözme gücü yüksektir; genellikle çözücü olarak kullanılır. Aseton, su, etanol ve eterle kolayca karışır. Aseton, diabetes mellituslu hastaların vücudunda da patolojik olarak fazla miktarda oluşur; idrarla ve solunumla atılır.

Karboksilik asitler

Karboksilik asitler, genel formülleri R-COOH şeklinde olan organik bileşiklerdir. Karboksilik asitler, heteroatom olarak sadece oksijen içeren organik bileşikler arasında asit gücü en yüksek olanlardır. *Bir organik bileşik molekülünde C ve H atomlarından başka atomlara hetero-atomlar denir.*

Karboksilik asitler, özel adlandırmada açıl (R-CO) köklerine göre adlandırılırlar; **-ik** sonekli açıl kök adından sonra asit denir (asetik asit gibi). Bazı karboksilik asitler şunlardır:

Karboksilik asit adı	Formül
Formik asit (Metanoik asit)	$H-COOH$
Asetik asit (Etanoik asit; sirke asidi)	CH_3-COOH
Propiyonik asit (Propanoik asit)	CH_3-CH_2-COOH
Butirik asit (Butanoik asit) İzobutirik asit (3-Metilpropanoik asit)	$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$ $(CH_3)_2-CH_2-COOH$
Valerik asit (Pentanoik asit) İzovalerik asit (4-Metilbutanoik asit)	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$ $(CH_3)_2-CH_2-CH_2-COOH$
Kaproik asit (Hekzanoik asit)	C_5-COOH
Kaprilik asit (Oktanoik asit)	C_7-COOH
Kaprik asit (Dekanoik asit)	C_9-COOH
Laurik asit (Dodekanoik asit)	$C_{11}-COOH$
Miristik asit (Tetradekanoik asit)	$C_{13}-COOH$
Palmitik asit (Hekzadekanoik asit)	$C_{15}-COOH$
Stearik asit (Oktadekanoik asit)	$C_{17}-COOH$
Araşidik asit	$C_{19}-COOH$
Behenik asit	$C_{21}-COOH$
Lignoserik asit	$C_{23}-COOH$
Serotik asit	$C_{25}-COOH$

Küçük molekülü karboksilik asitler suda çok çözünürler ve kaynama noktaları alkollerinkinden daha yüksektir. Formik asit, asetik asit, propiyonik asit ve butirik asitler suda çözünürler; daha fazla karbonlu karboksilik asitlerde R grubunun hidrofob etkisi ortaya çıkar ve çözünürlük gittikçe azalır. Palmitik asit, stearik asit gibi büyük molekülü karboksilik asitler suda çözünmezler. Bütün karboksilik asitler alkol, eter, benzen gibi organik çözücülerde çözünürler; ancak büyük molekülü olanlar alkolde az çözünürler.

Karboksilik asitlerin erime noktaları da alkollerinkinden daha yüksektir; 7 karbonluya kadar olanlar sıvı, daha fazla karbonlu olanlar katıdır; katı olanların kristal yapıları mumsu, yani yumuşak yapıdır.

Formik asit ve asetik asit çok sert kokarlar ve tahriş edicidirler. Butirik asit kötü kokar; bozunmuş tereyağının kokusu bundan ileri gelir. Valerik asit de kötü kokuludur. Molekül büyüdükçe koku zayıflar; büyük molekülü karboksilik asitler kokusuzdur.

Karboksilik asitler, primer alkol, aldehit, alken ve alkinlerin yükseltgenmeleriyle elde edilebilirler.

Karboksilik asitlerin katıldığı reaksiyonlarda, karboksilik asidin karboksil (–COOH) grubundaki H yerine metal veya alkil grupları geçebilir. Böylece sodyum asetat (CH₃–COONa) ve etil asetat (CH₃–COOC₂H₅) gibi maddeler meydana gelir. *R–COO*, genel olarak karboksilat köküdür. Sodyum asetat ve etil asetat molekül yapısı benzerliği değil, sadece ad benzerliği vardır. Sodyum asetat, iyonik bir bileşiktir ve katıdır; etil asetat ise kovalent bağlı bir bileşiktir ve sıvıdır.

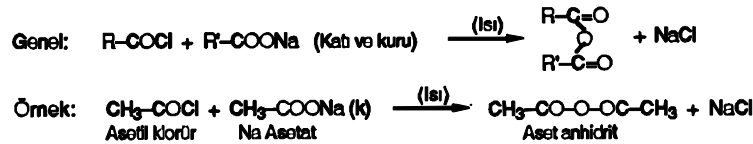
Karboksilik asitler zayıf asitler olmakla birlikte alkali ve toprak alkali hidroksitleri, karbonatları ve bikarbonatlarıyla tuz oluşturabilirler. Karboksilik asitler, amonyak ve aminlerle de amonyum asetat (CH₃–COONH₄) ve metil amonyum asetat (CH₃–COOH₃N–CH₃) gibi tuzlar oluşturabilirler.

Karboksilik asitlerin katıldığı reaksiyonlarda, karboksilik asidin karboksil (–COOH) grubundaki OH yerine halojen, azot, kükürt gibi heteroatomlu gruplar geçebilir. Böylece karboksilik asidin türevleri meydana gelir. Karboksilik asidin OH grubu yerine Cl geçmesiyle oluşan asit klorürleri (R–COCl), karboksilik asitlerin diğer türevlerini elde etmek için anahtar bileşiklerdir.

Asit klorürleri (R–COCl), bazı bileşiklerin sentezinde ve alkollerin, aminlerin, türevlerini yaparak tanıma reaksiyonlarında sık kullanılan bileşiklerdir. Asit klorürleri, genellikle uçucu sıvılardır ve su ile kolay hidroliz olurlar; asit klorür şişesinin kapağı açıldığında, hava nemiyle hidroliz nedeniyle duman çıktığı gözlenir. *Hidroliz, büyük bir organik moleküle su katılmasıyla, büyük molekülün iki küçük moleküle ayrılması olayıdır.*

Asit klorürlerinin alkollerle reaksiyonu, esterleri (R–COOR') verir.

Asit klorürleri, karboksilat tuzları ile etkileşerek karboksilik asit anhidritleri (R–CO–O–OC–R) oluştururlar:

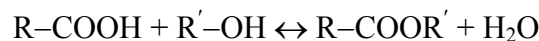


Anhidritler, karboksilik asitlerin dimer dehidratlarıdır.

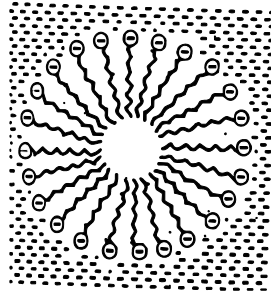
R–CO–O–OC–R' molekül yapısındaki anhidritler, karışık anhidritler olarak adlandırılırlar. Bir karboksilik asit başka bir karboksilik asidin anhidridiyle ısıtıldığında açil grupları yer değiştirerek yeni bir anhidrit oluşur; bu olay, anhidrit değişmesi olarak tanımlanır. Küçük moleküllü karboksilik asitlerin anhidritleri, keskin kokulu ve tahriş edici sıvılardır. Aset anhidrit (CH₃–CO–O–OC–CH₃), birçok bileşiğin asetil türevini yapmak için en çok kullanılan bir reaktiftir. *Asetil açili (CH₃–CO), Ac şeklinde kısaltılarak yazılır.*

Asit klorürlerinin tersiyer aminlerle etkileştirilmesiyle karboksilik asitlerin monomer dehidratları yani molekülde bir su ayrılmış şekilleri olan ketenler elde edilirler. Ketenlerin R₂C=C=O türüne keto-keten denir; R–CH=C=O türüne ise aldo-keten denir. Ketenler, olağanüstü etkin bileşiklerdir; çok keskin kokulu ve güçlü tahriş edicilerdir. En basit keten olan asetil keten (H₂C=C=O), kısaca keten olarak adlandırılır.

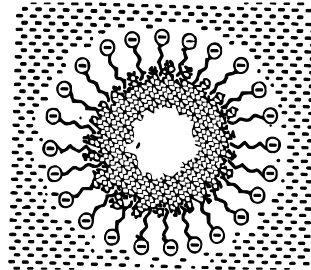
Karboksilik asit esterleri (R–COOR'), asit katalizli bir reaksiyonla, karboksilik asitler ile alkollerden oluşurlar:



Esterlerin değişik kullanım alanları vardır. Etil asetat, metil asetat, etil format gibi küçük molekülü esterler, ekstraksiyon çözücüsü ve boya seyreltme çözücüsü (tiner) olarak çok kullanılırlar; aynı zamanda birtakım sentezlerin çıkış maddesidirler. Butirik asit, valerik asit gibi karboksilik asitlerin bazı esterleri elma, armut, muz gibi meyve kokusunda olduğundan yiyecek ve içecekler yapay koku vermek için kullanılırlar. Aromatik esterler parfüm olarak kullanılırlar. Büyük molekülü asit ve alkollerin esterleri mum olarak kullanılabilirler. Hayvansal ve bitkisel yağlar trigliseritler yani gliserinin yağ asidi triesterleridirler; bunların baz (örneğin NaOH) katalizli hidrolizleri, yağ asitlerinin sodyum tuzları karışımını verir; olay sabunlaşma (saponifikasyon) olarak adlandırılır, oluşan madde de sabun olarak adlandırılır. **Saponifikasyon**, sonuçta sabun oluşmasa bile baz katalizli ester hidrolizlerinin genel adıdır. Sabun, doğal bir deterjandır. *Deterjan, sulu çözeltilerde yağlı kirleri (hidrofob kirler) temizleyen maddelere günümüzde verilen genel bir addır. Yağlı kirleri susuz ortamda benzin veya trikloretilen ile temizlemeye kuru temizleme denir.* Sabun yağlı kirleri temizlerken miseller oluşur:



Miselin orta kısmı hidrofobdur; hidrofob kirler buraya van der Waals kuvvetleriyle tutulur. Miselin dış kısmı ise hidrofildir; bu kısım miselin suda koloidal olarak dağılmasını sağlar:

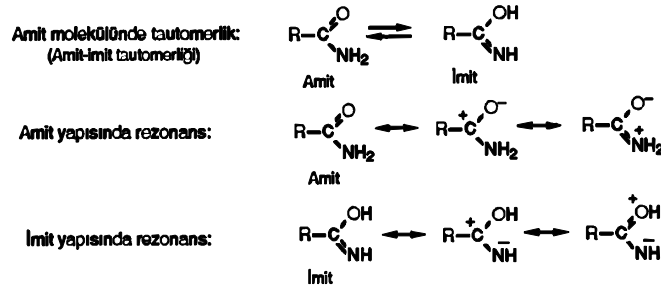


Yıkama ile miselin bulunduğu sulu kısım yıkanan eşyadan ayrılırken kirler de misel ile birlikte giderler.

Açıl bileşiklerinin amonyak veya amonyak türevleriyle etkileşmeleri sonucunda **azot içeren açıl bileşikleri** elde edilebilir; bunlar, amitler ($R-CO-NH_2$), N-Alkil amitler ($R-CO-NH-R'$), açıl hidroksilaminler ($R-CO-NH-OH$) ve hidrazitlerdir ($R-CO-NH-NH_2$).

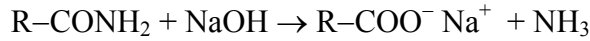
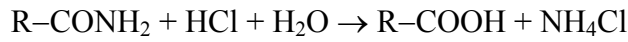
Amitlerin ($R-CONH_2$) geleneksel adları, formamit ($H-CONH_2$), asetamit (CH_3-CONH_2), propiyonamit ($CH_3-CH_2-CONH_2$) gibi açıl grubuna göreler. *Amitler, monoaçıl amonyak yapısındadırlar. Diaçıl amonyak türevlerine imitler denir; ancak bunların halkasız olanları kararsız olduklarından elde edilemezler.*

Amitlerin en belirgin özellikleri, oldukça polar bileşikler olmalarıdır; molekülünde amit-imit tautomerliği ve rezonans şekiller önemlidir:



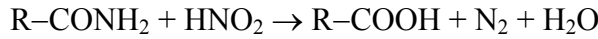
Amitlerin erime noktaları ve kaynama noktaları, aynı karbon sayılı karboksilik asitlerinkinden daha yüksektir; formamit ($\text{H}-\text{CONH}_2$) sıvı, diğerleri katıdır. Karbon sayısı 6'ya kadar olanlar suda çözünür; molekül büyüdükçe R grubunun hidrofob etkisi nedeniyle suda çözünürlük azalır.

Amitler, asitli yada bazlı ortamda karboksilik asitlere hidrolizlenirler:



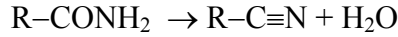
Bazık ortamda hidroliz sonucu açığa çıkan amonyak, kokusundan veya kırmızı turnusol kağıdını maviye dönüştürmesinden anlaşılabilir; bu nedenle de amitlerin tanınmasını sağlayabilir.

Amitlerin nitroz asit (HNO_2) ile reaksiyonu, azot çıkışıyla karboksilik asit verir:



Amitler, uygun reaktiflerle aminlere indirgenebilirler. *Aminler, alkilenmiş amonyak türevleridirler; R-NH₂ primer amin, R₂NH sekonder amin, R₃N tersiyer amindir; aminler ayrıca inceleneceklerdir.*

Amitler, su kaybederek nitrillere ($\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$) dönüşebilirler:



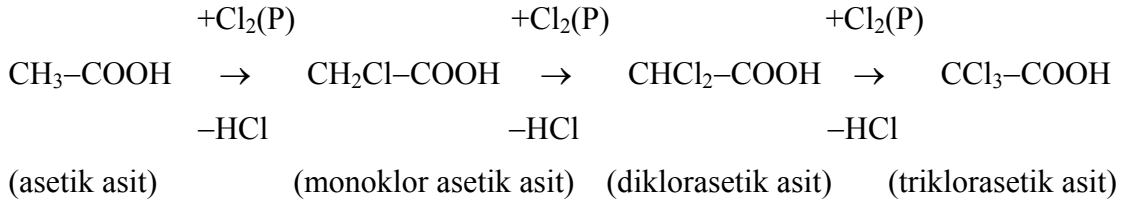
Nitriller ($\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$), alkil siyanürlerdir; açıl köküne göre asetonitril (CH_3-CN), propiyonitril ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CN}$), butironitril ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CN}$) şeklinde veya alkile göre metil siyanür (CH_3-CN), etil siyanür ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CN}$), propil siyanür ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CN}$) şeklinde adlandırılırlar.

Nitriller az çok güzel kokulu sıvıdırlar, kaynama noktaları yüksektir, organik kimyada polar çözücü olarak kullanılabilirler. Nitrillerin küçük moleküllü olanları suda çözünürler; çünkü, su molekülleriyle azot üzerindeki ortaklanmamış elektron çiftleri arasında hidrojen bağları oluşabilir.

Nitrillerin izomerleri **izonitrillerdir ($\text{R}-\text{N}^+\equiv\text{C}^-$)**; izonitrillerde alkil grubu azota bağlanmıştır. İzonitriller, alkil halojenürlerin AgCN ile etkileşmesiyle, primer amin+kloroform+KOH karışımının ısıtılmasıyla elde edilebilirler. İzonitriller çok kötü kokulu ve çok zehirli bileşiklerdir.

İzonitriller, değişik indirgenlerle N-metil sekonder aminlere ($\text{R}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$) indirgenirler; güçlü yükseltgenlerle de belirli bir ürün meydana gelmeden parçalanırlar.

α -Halojen karboksilik asitler, karboksilik asitlerin α -hidrojeninin (veya hidrojenlerinin) yerine, fosforun katalitik etkisiyle, halojen geçmesi sonucu oluşurlar:



α -Halojen karboksilik asitlerin halojenleri yerine de çeşitli nükleofiller kolaylıkla girerek karboksilik asitlerin çok sayıda türevleri yapılabilir. **Nükleofil**, çekirdek seven demektir; nükleofiller, üzerinde elektron çifti bulunan atom veya atom gruplarıdır. Nükleofiller, yüksüz veya anyon şeklinde olabilirler. H_2O , oksijen üzerinde elektron çiftleri bulunduğu ve molekülü yüksüz olduğundan yüksüz bir nükleofildir; OH^- iyonu ise negatif yüklü yani anyon halinde bir nükleofildir. Glikolik asit, tiyoglikolik asit, glisin, siyanoasetik asit, glioksalik asit, oksalik asit, laktik asit, alanin, pirüvik asit gibi birçok madde α -Halojen karboksilik asitlerin halojenleri yerine de çeşitli nükleofillerin girmesiyle elde edilebilir.

Alifatik aminler (alkanaminler) ve nitroalkanlar

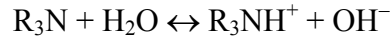
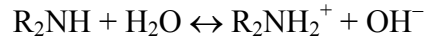
Alifatik aminler

Aminler, amonyağın alkillenmiş (veya aromatik aminlerde arillenmiş) türevleridirler. Hidroksilamin ($\text{NH}_2\text{-OH}$) ve hidrazin ($\text{NH}_2\text{-NH}_2$) de önemli amonyak türevleridirler. Amonyagın hidrojenleri yerine bir, iki, üç veya dört alkil grubu bağlanabilir ve sırasıyla primer aminler (R-NH_2), sekonder aminler (R_2NH), tersiyer aminler (R_3N) ve kuarterner amonyum katyonu (R_4N^+) meydana gelir. Alkollerde karbon atomu üzerine bağlanan alkil gruplarının sayısı primer, sekonder ve tersiyerliği belirlediği halde primer, sekonder ve tersiyer aminlerin belirlenmesinde amonyak azotuna bağlanan alkil (R-) veya aril (Ar-) gruplarının sayısı temel alınır; $\text{R}_3\text{C-NH}_2$, tersiyer değil, primer bir amindir. **Aril**, arenler için alkil karşılığıdır. **Arenler**, moleküllerinde özel bir doymamışlık bulunan halkalı bileşiklerdir; bunlar, aromatik hidrokarbonlar olarak da adlandırılırlar; genel formülleri $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ şeklindedir; en basit aren, kapalı formülü C_6H_6 olan benzendir. Bazı alifatik aminler ve formülleri aşağıdadır:

Amin adı	Formül
Primer aminler	
Metilamin	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$
Etilamin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH}_2$
Propilamin İzopropilamin	$\text{C}_3\text{H}_7\text{-NH}_2$ $(\text{CH}_3)_2\text{CH-NH}_2$
Sekonder aminler	
Dimetilamin	$\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3$
Dietilamin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-C}_2\text{H}_5$
Tersiyer aminler	
Trimetilamin	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$
Trietilamin	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$
Tripropilamin	$(\text{C}_3\text{H}_7)_3\text{N}$

Metilamin, etilamin, dimetil amin, trimetilamin gibi küçük moleküllü aminler oda sıcaklığında gaz, diğerleri sıvıdır. Küçük moleküllü aminler suda çözünür; molekül büyüdükçe suda çözünme azalır. Aminlerin hepsi eter, alkol, benzen, kloroform gibi çok kullanılan organik çözücülerde çözünürler.

Aminler, amonyağın alkil türevi olduklarından baz özelliği gösterirler; serbest elektron çifti, maddeye bazik özellik verir; madde kolayca proton alır. Aminler, sulu çözeltilerde su molekülünden bir proton alarak alkilamonyum katyonu ve hidroksil iyonu oluştururlar:



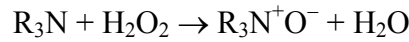
Aminler, güçlü asitlerle tuz oluştururlar. Bu tuzlar katıdır; suda çözünürler ve hidroliz sonucu asit reaksiyon verirler.

Soğukta ve asitli ortamda nitroz asitle (HNO_2) primer aminler, azot çıkışıyla primer alkoller ($R-CH_2-OH$); sekonder aminler, N-nitrozaminleri (R_2N-NO) oluştururlar; tersiyer aminler ise reaksiyon vermez.

Primer aminler aldehitlerle Schiff bazı ($-CH=N-$) oluştururlar.

Ketonların sekonder aminlerle asit katalizli bir kondensasyon reaksiyonunda, en kararlı ürün olan enaminler ($R-CH=CR-NR_2$) meydana gelir.

Tersiyer aminler, hidrojen peroksitle (veya perasitlerle), oda sıcaklığında bekletmekle, azot üzerine oksijen bağlanması sonucu, tersiyeramin oksitleri oluşturur:



Tersiyeramin oksitler, molekülünde + ve - yükler bulunduğundan iç tuz (Zwitter iyon) niteliğinde polar bileşiklerdir. Bunlar, katıdır; erime noktaları yüksektir. Tersiyeramin oksitler, suda çözünür, eterde çözünmezler; ısıya karşı kararsızdır.

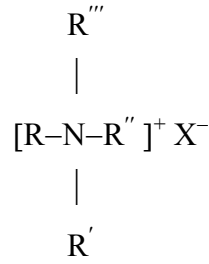
Sekonder aminlerin hidrojen peroksitle verdiği sekonderamin oksit kararsızdır; dialkilhidroksilamine izomerleşir.

Primer aminler, hidrojen peroksitle aldehit ve amonyağa dönüşürler.

Primer ve sekonder aminlerin azota bağlı hidrojenleri, pozitif halojenle yer değiştirebilir. Klor ile, primer aminlerden N-kloramin ($RNHCl$) ve N,N-dikloramin ($RNCl_2$); sekonder aminlerden N-klor sekonder amin (R_2NCl) meydana gelir. N-kloraminler, sulu çözeltilerde kararsızdır; kısa bir sürede aldehit ve amonyağa ayrışır. N-klor sekonder aminler, sulu ortamda daha karlıdır; ancak bazı ortamda HCl eliminasyonu, kararlı olan N-alkil aldimin ($R-CH=N-R'$) yani Schiff bazlarına dönüşürler.

Metilamin, bazı antihistaminik maddelerin sentezinde ön maddedir; trimetilamin de kolin sentezinde ön maddedir.

Kuarterner amonyum tuzları, amonyum katyonunun tetra alkil türevleridirler:



Alkil grupları birbirinden farklı olan kuarterner amonyum tuzları şiral (asimetrik) moleküllerdir. *Şiral molekülü maddelerin optikçe aktif yani polarize ışığın titreşim düzlemini sağa veya sola çeviren izomerleri vardır. Bu izomerlere, enantiyomerler denir. Bir maddenin enantiyomerlerini eşit miktarlarda içeren karışıma rasem şekli denir; rasem şeklin optikçe aktivitesi yoktur.* Kuarterner amonyum tuzları rasem şeklinde elde edilirler ve rezolüsyonları (ayrışmaları) yapılabilir.

Kuarterner amonyum tuzları, erime noktaları yüksek olan katı ve kristalli bileşiklerdir; suda ve birçok organik çözücüde çözünürler; çözeltileri elektriği iletir, bundan yararlanılarak organik çözücüler iletken hale getirilebilir ve bunlarla elektrokimyasal çalışmalar yapılabilir.

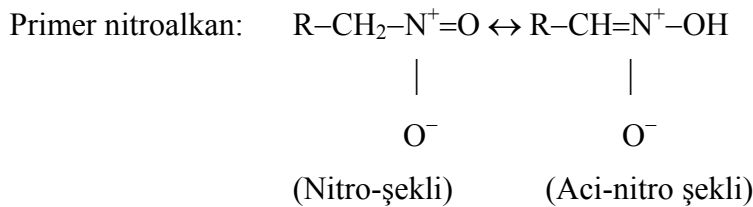
Bir amino alkol olan kolin $[HO-CH_2-CH_2-N^+(CH_3)_3]$ de bir kuarterner amonyum bileşiğidir; hayvan ve bitkilerde serbest ve bağlı olarak bol bulunur. Kolinin bir asetik asit esteri olan asetil kolin $[CH_3-COO-CH_2-CH_2-N^+(CH_3)_3]$, sinir sisteminde önemli etkileri olan doğal bir maddedir.

Nitroalkanlar

Nitroalkanlar ($R-NO_2$), azotun en yüksek yükseltgenme basamağı olan nitrik asidin (HNO_3) türevleridirler ve oldukça kararlı bileşiklerdir. Küçük molekülü nitroalkanlar endüstriyel bileşiklerdir; küçük molekülü alkanların nitrik asit buharıyla $400-500^\circ C$ 'ye kadar ısıtılmasıyla elde edilebilirler. Alkil halojenürlerin sulu ortamda sodyum nitritle ($NaNO_2$) etkileşmesi sonucu da nitroalkanlar elde edilebilir.

Küçük molekülü nitroalkanlar renksiz veya hafif sarı, özel kokulu sıvılardır; suda biraz çözünürler. Büyük molekülü olanlar suda daha az çözünürler.

$R-CH_2-NO_2$ primer nitroalkan, R_2CH-NO_2 sekonder nitroalkan, R_3C-NO_2 tersiyer nitroalkanlardır. Primer ve sekonder alkanların α -karbonunda sırasıyla iki ve bir H bulunduğu tautomerleri olan aci-şekline dönüşebilirler:



Nitroalkanların aci-nitro şekli, $NaOH$ 'de çözünecek kadar asitlik gösterir. Bunlara nitronik asit denir; nitronat tuzlarını verirler.

Nitroalkanlar, nitroalkenler, nitroalkoller ve diğer nitro-bileşikleri, kolaylıkla kendilerine karşılık olan primer aminlere indirgenebilirler. Nitroalkollerin indirgenmesiyle meydana gelen nitro-aminler, efedrin gibi etkin ilaçların sentezinde kullanılabilir.

Diazoketonlar da azot içeren ve sentezler bakımından önemli bileşiklerdir. Bunlardan diazometan ($CH_2=N^+=N^-$) rezonans ile kararlılık kazanmıştır; kimyasal bakımdan çok etkin, biyolojik bakımdan çok zehirlidir.

Organik kükürt, fosfor ve silisyum bileşikleri

Organik kükürt bileşikleri

Kükürdün (S) en kararlı inorganik bileşikler, -2 değerlikli sülfürler ve +6 değerlikli sülfatlardır; bunların organik türevleri de kararlıdır.

Organik kimyada –2 değerlikli kükürt bileşikleri oldukça yaygındırlar. Bunlar, Tiyoller (merkaptanlar), tiyoeterler, disülfürler, tiyoasetaller, tiyoketaller, tiyoüre, tiyoasitler ve diğerleridir.

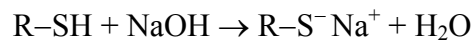
Tiyoller (merkaptanlar), alkollerin –2 değerlikli oksijeni yerine –2 değerlikli kükürt geçmiş türevleridirler. *Merkaptan* adı, *cıva yakalayıcısı* anlamındaki Latince “*Mercurium captans*” dan gelir; suda çözünen cıva tuzlarının çözünmez duruma geçmesi olayı ile ilgilidir. BAL simgesi ile gösterilen British Anti Lewisite [$HO-CH_2-CH_2(SH)CH_2-SH$], ağır metal zehirlenmelerinde antidot (panzehir) olarak kullanılır. Tiyollerin genel formülü R–SH’dir.

Bazı tiyoller ve formülleri aşağıdadır:

Tiyol adı	Formül
Metantiyol (Metil merkaptan)	CH_3-SH
Etantiyol (Etil merkaptan)	CH_3-CH_2-SH
1-Propantiyol (n-Propil merkaptan)	$CH_3-CH_2-CH_2-SH$
2-Propantiyol (İzopropil merkaptan)	$CH_3-CH(SH)-CH_3$

Tiyollerin kaynama noktaları alkollerinkinden daha düşüktür ve suda çözünmezler. Tiyollerin diğer bir özelliği çok kötü kokulu ve zehirli olmalarıdır; kokarca adlı hayvanın savunma ve düşmanlarını kaçırma amacıyla salgıladığı kötü kokulu maddeler arasında butantiyoller (C_4H_9-SH) de vardır. Sızıntı halinde gaz kaçağının hemen anlaşılabilmesi için, çok az miktarda küçük molekülü tiyoller likit petrol gazı (LPG) ve doğal gaza katılır.

Tiyoller, alkollerden yüz bin kat daha asidiktirler; alkali hidroksitlerle, tiyolatlar olarak adlandırılan tuzları oluşturabilirler:



Tiyolatlar, suda çözünen katı maddelerdir; asitli ortamda tiyollere dönüşürler.

Hidrojen peroksit (H_2O_2), iyot (I_2), $FeCl_3$, bazik ortamda oksijen, periyodik asit (HIO_4) gibi zayıf yükseltgenler tiyolleri disülfürlere dönüştürürler:



Bazı biyolojik olaylarda Tiyol ↔ Disülfür dönüşümü önemlidir. Tiyol grubu içeren sistein amino asidinin disülfür şekli olan sistine dönüşümü ile oluşan disülfür köprüleri, bazı proteinlerin yapısının oluşumu için gereklidir. Bir tripeptit olan glutatyon da tiyol grubu içerir ve kolaylıkla disülfür haline dönüşebilir; bu reaksiyonla da biyokimyasal moleküller arasında elektron taşınır. Bellek olayının da nöronlarda birtakım moleküller arasında disülfür oluşumuyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

KMNO₄, HNO₃ gibi güçlü yükseltgenler tiyollerini sulfonik asitlere (R-SO₃H) yükseltirler.

Tiyoeterler (organik sülfürler), eterlerin oksijen yerine kükürt geçmiş benzerleridir; genel formülleri R-S-R' şeklindedir. Bazı tiyoeterler ve formülleri aşağıdadır:

Tiyoeter	Formül
Dimetil sülfür	CH ₃ -S-CH ₃
Metil-etil sülfür	CH ₃ -S-C ₂ H ₅
Metil-propil sülfür	CH ₃ -S-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Dietyl sülfür	C ₂ H ₅ -S-C ₂ H ₅

Tiyoeterler suda ve bazda çözünmezler; organik çözücülerde çözünürler. Tiyoeterler, çok saf olduklarında kokusuzdur.

Tiyoeterler, tiyollerin ya da tiyolat tuzlarının alkil halojenürlerle etkileşmesiyle elde edilebilirler.

Kükürt atomunun özelliğinden dolayı tiyoeterler eterlere göre daha çeşitli reaksiyon verebilirler. Alkil halojenürlerle tiyoeter kükürdünün elektron çiftine alkil grubu bağlanarak sulfonyum katyonu meydana gelir. Bir tiyoeter yapısında olan metiyonin amino asidine adenozil grubu bağlandığında S-adenozilmetiyonin (SAM) sulfonyum katyonu meydana gelir; bu da bir substrata enzimatik olarak metil karbokasyon aktararak onu metiller ki bu olay, organizmada önemli bir olaydır.

Tiyoeterler, cıva, platin gibi ağır metal tuzlarıyla kompleks oluştururlar.

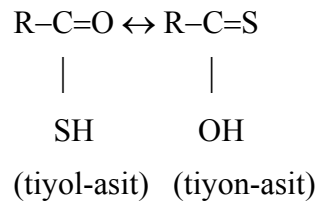
Tiyoeterler, zayıf yükseltgenlerle dialkilsulfoksitlere (R₂S⁺-O⁻ ↔ R₂S=O), güçlü yükseltgenlerle dialkil sulfonlara (R₂SO₂) yükseltgenirler.

Sulfonların uyku ilacı olarak kullanılan iki tipi, sulfonal ve trionaldır.

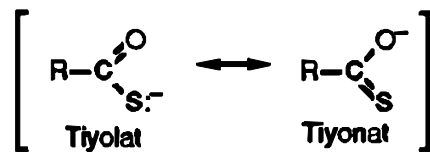
Tiyoaldehitler (R-C=S) ve **tiyoketaller** (R-C=S), çok kararsız bileşiklerdir.



Tiyokarboksilik asitler (R-COSH), asit klorürlerine kükürtlü hidrojen etkimesiyle elde edilebilirler. Bunların, tiyol-karboksilik asit ve tiyon-karboksilik asit olmak üzere iki tautomer şekli vardır; çözeltide her ikisi denge halinde bulunur:

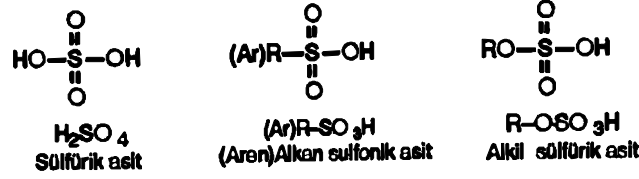


Tiyokarboksilik asit anyonunun rezonansı da tiyolat ve tiyonat şeklindedir:



Ditiyokarboksilik asitler (R-CSSH), kötü kokulu ve kararsız bileşiklerdir.

Organik kimyada +6 değerlikli kükürt bileşikleri, sulfonik asitler ve alkil sülfürik asitlerdir; bunlar, sülfürik asidin (H_2SO_4) organik türevleridirler.



Sulfonik asitler ($R-SO_3H$), sülfürik asitte bir $-OH$ yerine alkil veya aril grubu girmiş olan sülfürik asit türevleridirler; güçlü asitlerdir.

Alkil sülfürik asitler ($R-OSO_3H$), sülfürik asitte bir $-H$ yerine alkil grubu girmiş olan sülfürik asit türevleridirler; bunlar da güçlü asitlerdir. Büyük molekülü alkil sülfürik asitlerin sodyum tuzları deterjan olarak kullanılabilir.

Organik kimyada +4 değerlikli kükürt bileşikleri, sülfünik asitlerdir; bunlar, sülfüröz asidin (H_2SO_3) organik türevleridirler.

Sülfünik asitler ($R-SO_2H$), Grignard bileşiklerinin ($R-MgX$) kükürt dioksit (SO_2) ile etkileştirilmesi suretiyle elde edilebilirler. Sülfünik asitler ve türevleri, inorganik +4 değerlikli kükürde karşılık gelirler; fazla kararlı değildirler.

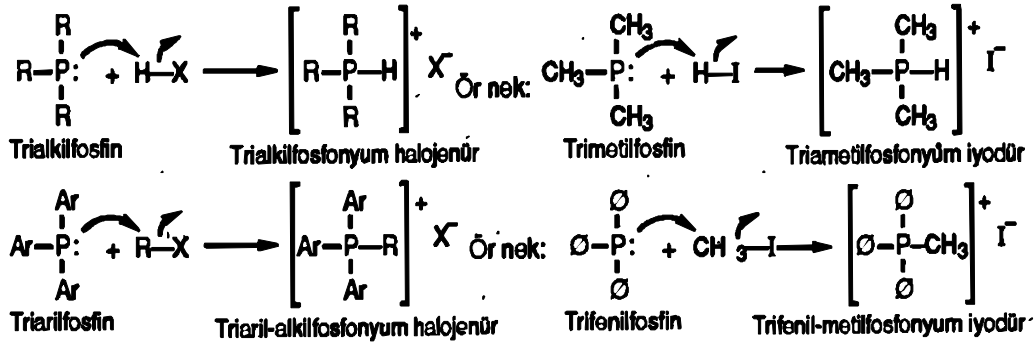
Organo-fosfor bileşikleri

Azot grubundan olan fosfor (P), koordinasyon sayısı bakımından çeşitlilik gösterir; böylece oluşturduğu bileşik sayısı da fazladır. Fosforun inorganik bileşiklerinin çoğunda bir veya daha çok hidrojen bulunur. Hidrojenlerin yerine alkil veya aril gruplarının geçmesiyle birçok organo-fosfor bileşiği türetilir; uygulama alanında fosforlu insektisitler, sinir gazları, fosfonyum tuzları, fosforamitli çözücüler sayılabilir. Canlıların temel bileşiklerinden nükleik asitler de fosforik asidin $[(HO)_3PO]$ diesterleridirler; metabolizmada şeker fosfatları önemlidir.

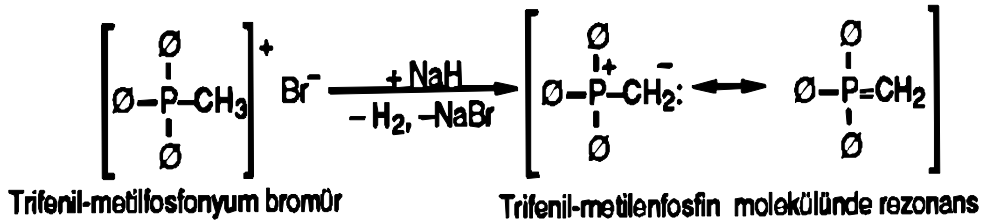
Koordinasyon sayısı 3 olan organo-fosfor bileşikleri aşağıdaki çizelgededir:

Organo-fosfor bileşiği	Formül
Fosfin (PH_3) türevleri	
Alkilfosfin	$R-PH_2$
Dialkilfosfin	R_2PH
Trialkilfosfin	R_3P
Fosforöz asit $[(HO)_3P]$ türevleri	
Trialkilfosfit	$(RO)_3P$
Fosfonöz asit $[H-P(OH)_2]$ türevleri	
Alkil-fosfonöz klorür	$R-PCl_2$
Dialkil-alkilfosfonit	$R-P(OR)_2$
Alkilfosfonöz diamit	$R-P(NH_2)_2$
Fosfinöz asit (H_2P-OH) türevleri	
Dialkilfosfinöz klorür (dialkil klor fosfin)	R_2P-Cl
Alkil-dialkil fosfinit	R_2P-OR

Organofosfinler, -3 değerlikli fosfor üzerinde eşleşmemiş elektron çifti bulunduğundan bazik özellik gösterirler; asitlerle fosfonyum tuzlarını oluşturabilirler. *Trialkil (veya triaril) fosfinler, alkil halojenürlerle alkillenerek tetraalkil fosfonyum (kuarterner fosfonyum) katyonu verirler:*



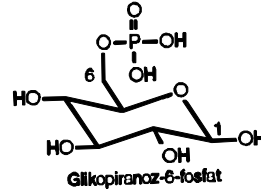
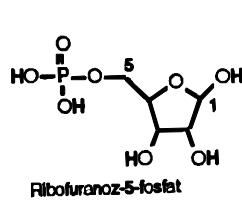
Tetraalkilfosfonyum katyonu içindeki bir alkil grubundan güçlü bir baz ile, α -H alınması sonucu fosfor yliydlere denir alkaliden fosfinler oluşur:



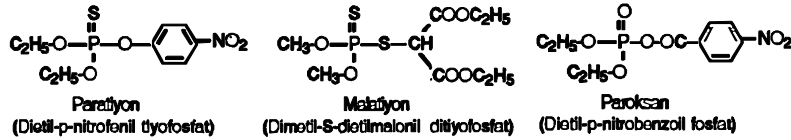
Koordinasyon sayısı 4 olan organo-fosfor bileşikleri aşağıdaki çizelgededir:

<i>Organo-fosfor bileşiği</i>	<i>Formül</i>
Fosfinoksitler	
Trialkilfosfin oksit	R_3PO
Fosforik asit $[(\text{HO})_3\text{PO}]$ türevleri	
Trialkil fosfat	$(\text{RO})_3\text{PO}$
Dialkilhalo-fosfat	$(\text{RO})_2\text{XPO}$
Dihalo-fosforamit	$(\text{H}_2\text{N})\text{X}_2\text{PO}$
$\text{N},\text{N}',\text{N}''$ -Trialkil-fosforamit	$(\text{R}-\text{NH})_3\text{PO}$
Fosfonik asit $[\text{H}-\text{PO}(\text{OH})_2]$ türevleri	
Alkil-fosfonik asit	$\text{R}-\text{PO}(\text{OH})_2$
Alkilfosfonik diklorür	$\text{R}-\text{POCl}_2$
Dialkil-alkilfosfonat	$\text{R}-\text{PO}(\text{OR})_2$
Alkilfosfonik diamit	$\text{R}-\text{PO}(\text{NH}_2)_2$
Fosfinik asit $[\text{H}_2\text{PO}(\text{OH})]$ türevleri	
Alkilfosfinik asit	$(\text{R})\text{HPO}(\text{OH})$
Dialkil fosfinik asit	$\text{R}_2\text{PO}(\text{OH})$
Dialkilfosfinik klorür	R_2POCl

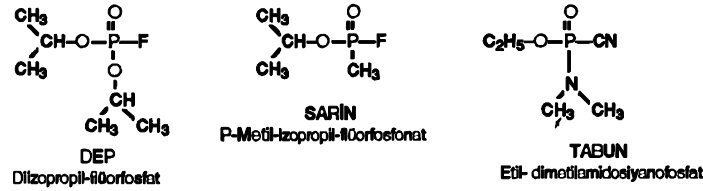
Fosforöz asit $[(\text{HO})_3\text{P}]$ ve Fosforik asit $[(\text{HO})_3\text{PO}]$ 'in mono-, di- ve tri- esterleri; Fosfonöz asit $[\text{H}-\text{P}(\text{OH})_2]$ ve Fosfonik asit $[\text{H}-\text{PO}(\text{OH})_2]$ 'in mono- ve di- esterleri; Fosfinöz asit $(\text{H}_2\text{P}-\text{OH})$ ve Fosfinik asit $[\text{H}_2\text{PO}(\text{OH})]$ 'in mono- esterleri vardır. Biyokimyasal reaksiyonlarda şeker fosfatları önemlidirler:



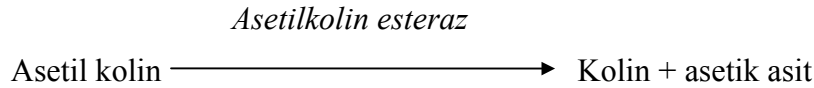
İnsektisitler (tarımsal böcek savaş ilaçları), fosforik asidin ester ve/veya tiyoesterleridirler. Bunların en önemlileri paratiyon, malatiyon ve paroksandır:



Sinir gazları, fosforik, fosfonik veya fosfinik asidin halojenli esterleri veya siyanoamidlerdir. Bunların bazıları; DEP (diizopropil-fluorfosfat), SARİN (P-metil-izopropil-fluorfosfat), TABUN (etil-dimetilamidosiyanofosfat)'tır.



Sinir gazları, olağanüstü hızlı etkiyen kimyasal savaş maddeleridir; alındıktan birkaç saniye sonra savaşçı felç olur. Sinir gazlarının etki mekanizması, sinir sisteminde uyarı iletimini sağlayan

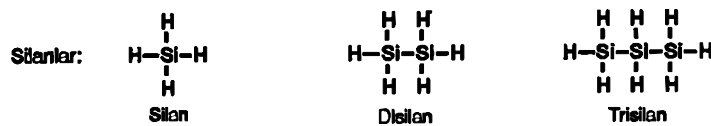


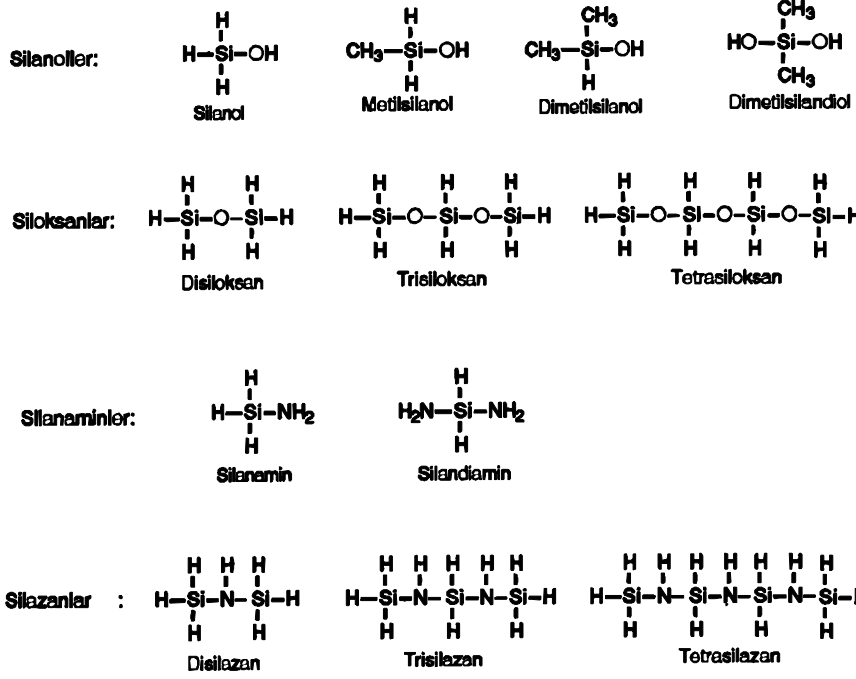
reaksiyonunun enzimi olan asetilkolin esterazı, tersinmez (geri dönüşümsüz) şekilde inhibe etmesine dayanır; asetilkolin esterazın inhibe olması durumunda sinir sisteminde uyarı iletimi olmaz.

Organo-silyyum bileşikleri

Silyyum (Si), karbon gibi IV. Grup elementidir; hidrojen, oksijen, azot elementleriyle, karbonun yaptığı gibi bir takım bileşikler yapabilir; ancak bu bileşikler karbon bileşikleri kadar kararlı değildir.

Alkanlara karşılık silyyum-hidrojen bileşikleri silanlardır ($\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$); alkollere karşılık organo-silyyum bileşikleri silanollerdir; eterlere karşılık organo-silyyum bileşikleri siloksanlardır; primer aminlere karşılık organo-silyyum bileşikleri silanaminlerdir; sekonder aminlere karşılık organo-silyyum bileşikleri silazanlardır:



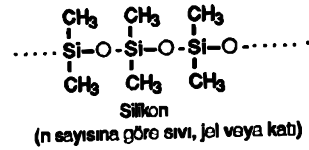


Bütün organo-silisyum bileşiklerinin çıkış maddesi, **silisyum tetraklorürdür (SiCl₄)**. Silisyum tetraklorür Grignard reaktifleriyle (R-MgX) etkileştiğinde organo-silisyum bileşikleri meydana gelir.

Silanoller, alkil-klorosilanların havanın nemiyle bile etkileşerek klor yerine oksijen geçmesi sonucu meydana gelirler.

Siloksanlar, silanol molekülleri arasından hızla su ayrılması sonucu meydana gelirler. Bu, aynı zamanda bir polimerleşme olayıdır.

Dialkilsilandiollerin değişik özelliklerde siloksanlara dönüşmeleri, endüstriyel bir reaksiyondur; polimerleşme derecesine göre oldukça kararlı olan ve **silikon** denen sıvı, jel veya katı maddeler elde edilebilir. Silikonların en yaygın olanı metil silikonlardır:

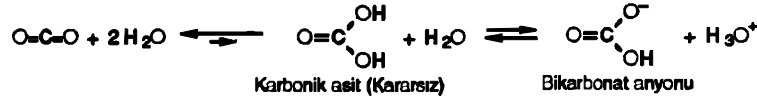


Silikonlar, kimyasal reaksiyonlara karşı olağanüstü inert yani tembeldirler, hiçbir zehirli etkileri yoktur. Uygun özellikleri nedeniyle silikonların geniş kullanım alanları vardır: Meme ameliyatlarında dolgu maddesi olarak kullanılabilirler. Olağanüstü hidrofob olduklarından yapılarda yalıtım malzemesi olarak kullanılabilirler. Likit (sıvı) olanlarının sıvı alanları yani katı hal ile buhar hali arasındaki sıcaklık farkı çok büyüktür, yüksek sıcaklıkta bozunmazlar, havada okside olmazlar, viskozlukları (akıcılıkları) sıcaklıkla çok fazla değişmez; bu nedenle ısıtma banyolarında yağlenerek kullanılırlar. Katı silikonlardan parke ve mobilya cilaları yapılır, uygun özelliklere sahip tekstil malzemeleri ve dokumalar yapılabilir.

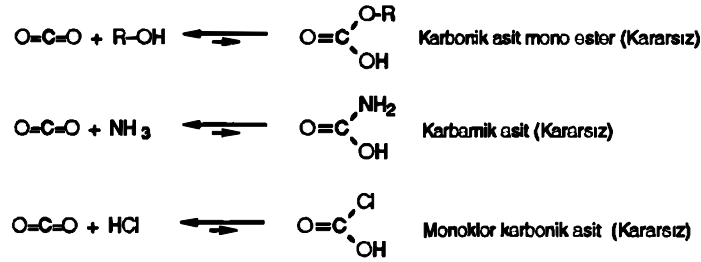
Karbonik asidin organik türevleri

Karbonik asit (H₂CO₃), ve bunun tuzları olan bikarbonatlar (HCO₃⁻) ve karbonatlar (CO₃⁻) inorganik bileşiklerdir.

Karbonik asit (H_2CO_3), kararsız bir bileşiktir; serbest halde elde edilemez. Karbondioksit (CO_2), suda çok az miktarda CO_2 molekülleri halinde çözünür; bunun çok az bir kısmına da su (H_2O) katılarak dengede bir miktar karbonik asit ve bunun ayrışmasıyla oluşan bikarbonat anyonu ve hidroksonyum katyonu bulunur:

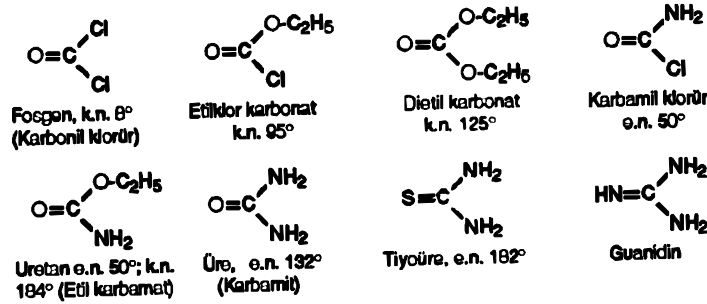


Karbondioksite alkol ($R-OH$), amonyak (NH_3), HCl gibi bileşikler katıldığında da sırasıyla karbonik asidin mono esteri, karbamik asit, monoklor karbonat gibi, kararlı olmayan ve dengede az miktarda bulunan bileşikler oluşur:



Karbonik asidin mono esteri, karbamik asit, monoklor karbonat bileşiklerinde serbest bir OH vardır; karbonik asidin 2 OH grubundan sadece bir tanesi başka bir gruba değişmiştir ve bu bileşikler kararsızdır.

Karbonik asidin her iki OH grubu başka gruplarla değişirse kararlı bileşikler meydana gelir. Fosgen ($O=CCl_2$), dietil karbonat [$O=C(O-C_2H_5)_2$], etil klor karbonat [$O=C(O-C_2H_5)Cl$], karbamil klorür [$O=C(NH_2)Cl$], uretan [$O=C(O-C_2H_5)(NH_2)$], üre [$O=C(NH_2)_2$], tiyüüre [$S=C(NH_2)_2$], guanidin [$HN=C(NH_2)_2$], karbonik asidin kararlı organik türevleridirler:



Bunlardan başka, hidroliz olduklarında CO_2 veren siyanik asit ($HO-CN$), izosiyanik asit ($O=C=N-H$), karbodiimit ($H-N=C=N-H$) gibi organik bileşikler de karbonik asidin organik türevleri olarak incelenirler.

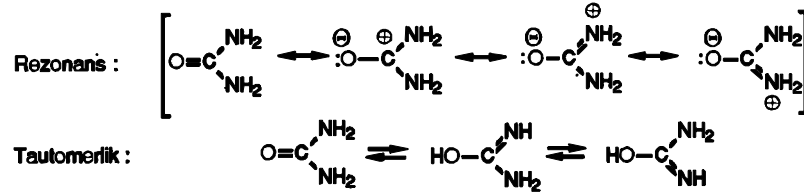
Fosgen (Karbonil klorür; $O=CCl_2$), oda sıcaklığında gaz olan çok zehirli bir bileşiktir; Birinci dünya savaşında, Almanlar tarafından Fransızlara karşı savaş gazı olarak kullanılmıştır. Fosgen, yeni biçilmiş çimen kokusundadır; solunduğunda akciğer hücrelerinin içine geçer ve hidrolizi sonucu oluşan HCl , hücrenin yıkılmasına neden olduğundan solunum güçleşir.

Etil klor karbonat [$O=C(O-C_2H_5)Cl$], oda sıcaklığında sıvıdır; sıvı halde deriyi tahriş edicidir; buharları çok keskin kokulu, göz yaşartıcı ve zehirlidir.

Dietil karbonat $[O=C(O-C_2H_5)_2]$, hoş kokulu ve zehirli olmayan bir sıvıdır; sentezlerde kullanılır.

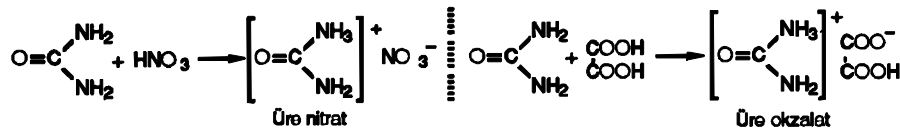
Üre $[O=C(NH_2)_2]$, ilk sentezlenen organik ve biyokimyasal bileşiktir; Alman bilgini Wöhler, 1828'de katı amonyum siyanatı ısıtarak üreye dönüştürmeyi başarmıştır. Günümüzde üre, azotlu gübre olarak ve bazı sentezlerde çıkış maddesi olarak kullanılan önemli bir bileşiktir.

Üre, molekülündeki rezonans ve tautomerlikten dolayı çok polar bir bileşiktir:

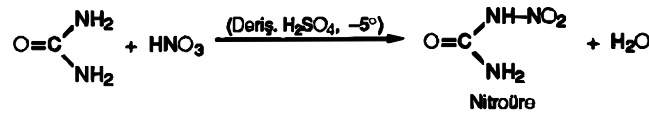


Bu molekül yapısı, ürenin katı ve erime noktasının yüksek oluşunu, suda çok çözünmesini açıklar.

Üre, çok zayıf bir bazdır; güçlü asitlerle mono-tuz oluşturur:

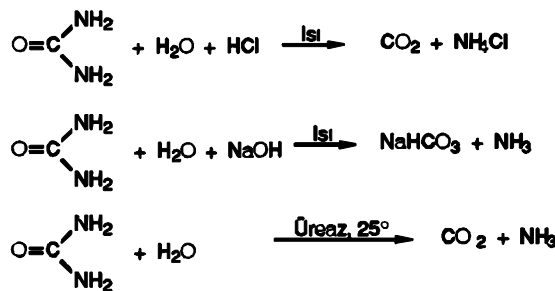


Üre, -5°C 'de nitrik asit/sülfürik asit karışımıyla nitrolanabilir ve nitroüre $[O=C(NH-NO_2)(NH_2)]$ meydana gelir:

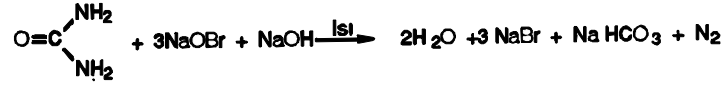
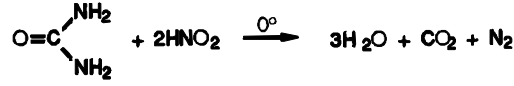


Nitroüre, kararsız ve patlayıcı bir bileşiktir.

Üre, asitli veya bazlı ortamda ısıtıldığında, üreaz enzimiyle oda sıcaklığında hidrolizlenebilir; karbondioksit ve amonyak meydana gelir:



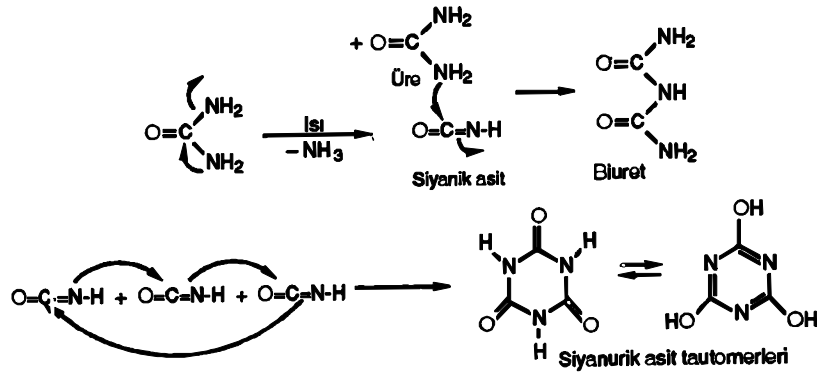
Üre, soğukta nitroz asitle (HNO_2), sıcakta sodyum hipobromitle (NaOBr) azot vererek parçalanır:



Bu reaksiyonlarda oluşan azotun hacmi bir gaz büretinde ölçülerek volümetrik nicel üre tayini yapılabilir.

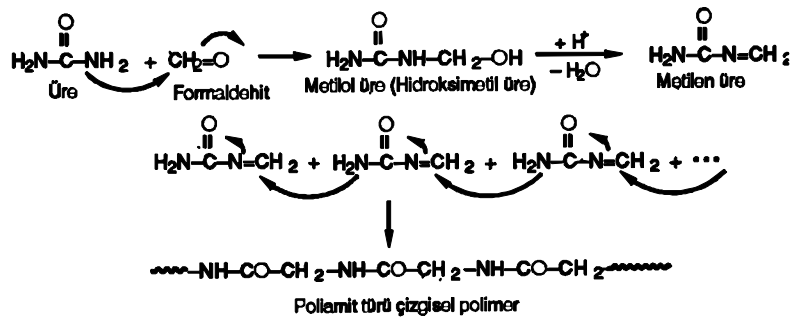
Üre, alkil halojenürlerle N-üzerinde alkillenerek N-alkilüreleri verir. N-alkilüreler nitroz asitle bozunmazlar; N-üzerinde nitrozolanırlar.

Üre, erime noktasının (132°C) biraz üstünde ısıtıldığında amonyak çıkar ve biüret+siyanürik asit karışımı meydana gelir. Bu reaksiyon, ürenin moleküler amonyak yitirerek siyanik aside dönüşmesiyle başlar; oluşan siyanik asit, üreye katılarak biüret verir veya halka verecek şekilde trimerleşerek siyanürik asit verir:



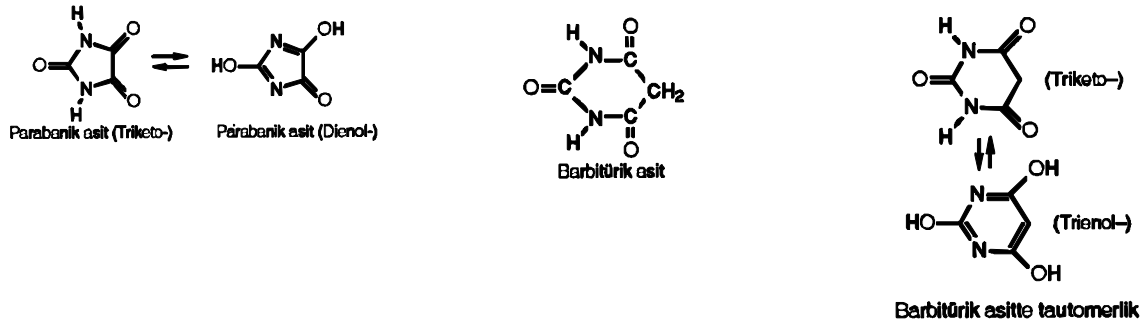
Biüret, Cu^{2+} iyonlarıyla, koyu mavi renkli bir kompleks verir.

Üre nükleofil, formaldehit elektrofil olarak birbirine katılır. İlk oluşan ürün metilol üre (hidroksimetil üre)'dir. Zayıf asitli ortamda hidroksimetil grubundan su ayrılarak metilen üre meydana gelir. Metilen üre moleküllerinin birbirine katılmasıyla poliamit türünden çizgisel bir polimer meydana gelir:



Bu çizgisel polimer suda çözünür ve yapıştırıcı olarak kullanılabilir; sentetik ağaç tutkalı budur. Tutkal kururken, formaldehit ile çizgisel polimerler arasında $-\text{CH}_2-$ köprülü çapraz bağlar oluşarak suda çözünmeyen dayanıklı reçine şekline dönüşür.

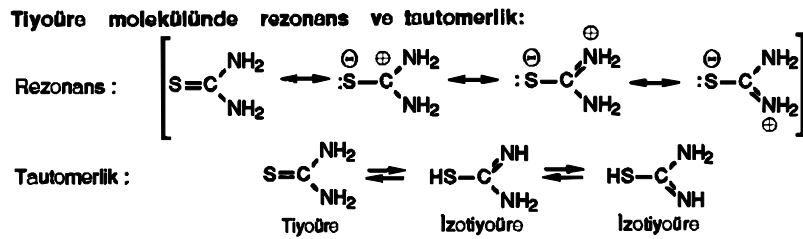
Üreidler, ürenin halkalı kondensasyon ürünleridirler. Parabanik asit ve barbitürik asit (malonilüre), sentetik üreidlerdir:



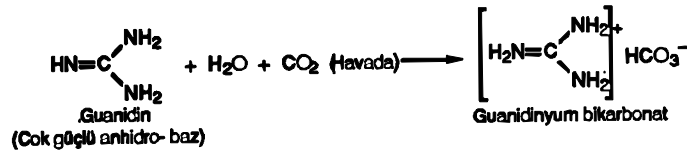
Pirimidin, imidazol ve purin türevleri doğal üredilerdir.

Barbitürük asit, erime noktası 245°C olan renksiz kristalli bir bileşiktir; suda çözünür ve asetik asitten biraz daha güçlü bir asittir. Barbitürük asidin bazı C,C-dialkil türevleri, yatıştırıcı ve/veya uyku ilacı olarak kullanılırlar. Bunlardan yaygın olarak kullanılan bazıları C,C-dietil barbitürük asit (veronal, barbital) ve C-etil-C-fenilbarbitürük asit (luminal)'dir.

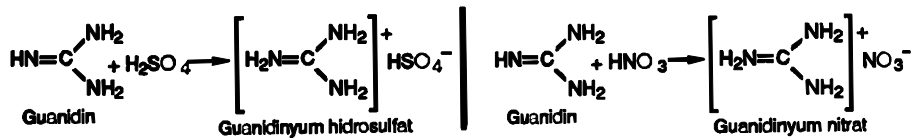
Tiyöüre [$\text{S}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$], -2 değerlikli O yerine -2 değerlikli S geçmiş üre türevidir. Tiyöürenin erime noktası 180°C 'dir; suda çözünen, kristalli bir katıdır; sulu çözeltisinin tadı acıdır.



Guanidin [$\text{HN}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$], bir imino üredir; çok higroskopik (nem çekici) katı bir bileşiktir. Guanidin, çok güçlü bir anhidrobazdır; havadan nem ve CO_2 bağlayarak guanidinyum bikarbonata dönüşür:



Guanidin, güçlü asitlerle sadece mono-tuz oluşturur. Örneğin derişik sülfirik asitle sadece guanidinyum hidrosülfat, nitrik asitle guanidinyum nitrat oluşturur:



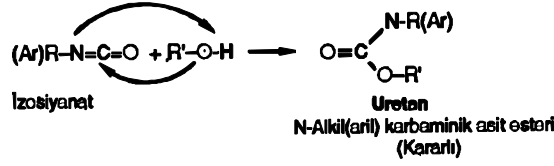
Guanidinyum tuzları kristalli katılardır; suda çözünürler. Guanidinyum nitrat, amonyum nitrate çok benzer; onun gibi patlayıcı olarak ve tarımsal gübre olarak kullanılabilir.

Guanidinin derişik nitrik asit+sülfirik asit karışımıyla nitrolanması sonucu nitroguanidin meydana gelir. Nitroguanidin, katı bir maddedir; patlayıcı olarak kullanılabilir.

Siyanik asit ($\text{HO}-\text{CN}$), biraz kararlı, izosiyanik asit ($\text{O}=\text{C}=\text{N}-\text{H}$), ise kararsız bileşiklerdir; izosiyanik asidin alkil türevleri olan izosiyanatlar kararlı bileşiklerdir.

İzosiyanalara su katılmasıyla N-alkil veya N-aril karbaminik asitler oluşursa da bunlar çok kararsızdırlar; hemen karbondioksit ile primer amine ayrışırlar.

İzosiyanalara alkol katılması, *uretanları* $[O=C(O-C_2H_5)(NH_2)]$, verir:

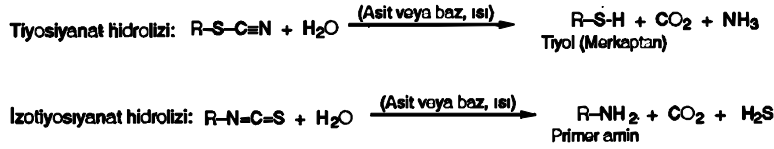


Urethanlar $[O=C(O-C_2H_5)(NH_2)]$, N-alkil (aril) karbaminik asit esterleridirler; katı ve iyi kristallenen kararlı bileşiklerdir; alkolleri tanımak için türev olarak yapılabilirler.

Poliuretanlar, *sentetik köpük veya sentetik sünger* denilen ve başta ısı yalıtkanı olmak üzere birçok alanda kullanılan sentetik reçinelerdir. Bunlar, aromatik diizosiyanatların diollerle etkileşmesiyle elde edilirler.

Alkil tiyosiyanatlar $(R-S-C\equiv N)$, tiyosiyanat anyonunun (SCN^-) alkillenmesiyle elde edilebilirler. SCN^- anyonu, *rodanür anyonu* olarak da bilinir. **İzotiyosiyanatlar** $[(Ar)R-N=C=S]$, primer amin ve karbonsülfürden (CS_2) çıkarak elde edilebilirler. Hardal yağında, özel kokulu allil izotiyosiyanat bulunur; bu nedenle izotiyosiyanatlara hardal yağları da denir.

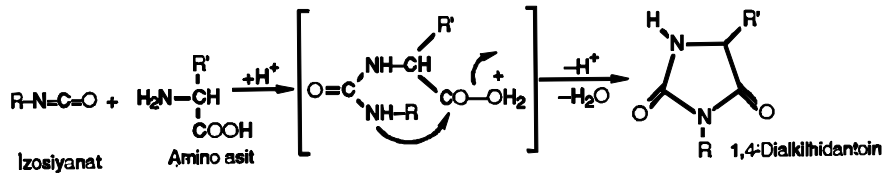
Tiyosiyanat ve izotiyosiyanatlar, siyanatlardan farklı olarak nötr ortamda su ile etkileşmezler, ama asit veya baz katalizli reaksiyonla sıcakta hidroliz olurlar. Tiyosiyanatların hidrolizi, tiyol (merkaptan)+ CO_2 + NH_3 verir; izotiyosiyanatların hidrolizi, primer amin+ CO_2 + H_2S verir:

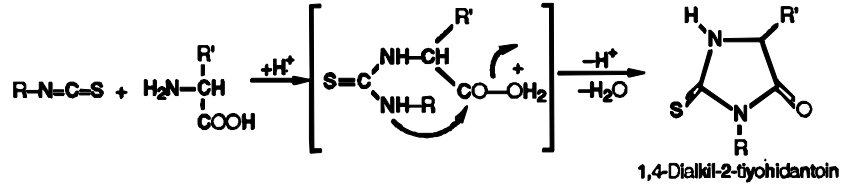


İzotiyosiyanatlara alkol katılması, N-alkil tiyokarbaminik asit esterlerini verir.

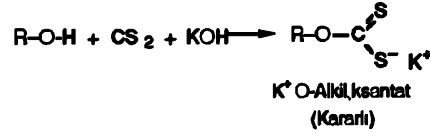
İzosiyanalara amonyak katılması, N-alkil üreleri, amin katılması ise N,N'-dialkil üreleri verir. İzotiyosiyanatlara amonyak veya amin katılması ise bunlara karşılık olan tiyoüre türevlerini verir.

İzosiyanalara ve izotiyosiyanatlara amino asit katılmasıyla N-aminoasit üre oluşur. Bundan da asit katalizli bir reaksiyonla su ayrılarak halka kapanır ve sırasıyla hidantoin ve tiyohidantoinler meydana gelir:





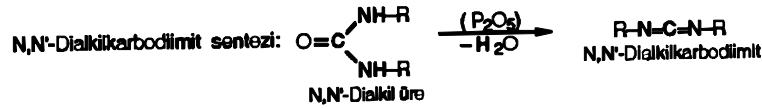
Ksantatlar (ditiyokarbonatlar), alkollerin bazik ortamda karbonsülfüre katılmasıyla oluşurlar:



Ksantantların alkali tuzları, sarı renkli ve kararlı bileşiklerdir; renklerinin sarı olmasından dolayı ksantat adı verilmiştir.

Ksantatların endüstride birçok uygulama alanı vardır; bir örneği sellülozdan viskoz ipliği ve selofan üretilmesidir. Bir kısım ksantatlar, böcek öldürücü ilaç (insektisit) olarak kullanılabilirler.

Karbodiimit (H–N=C=N–H), kararsızdır; elde edilemez. N,N'-dialkilkarbodiimitler az çok kararlıdır ve elde edilebilirler.



Birden çok fonksiyonel grubu olan organik bileşikler

Dioller ve polialkoller

Molekülünde iki –OH grubu bulunan bileşiklere dioller veya **glikoller** denir; daha fazla –OH grubu bulunan bileşiklere de polioller veya polialkoller denir.

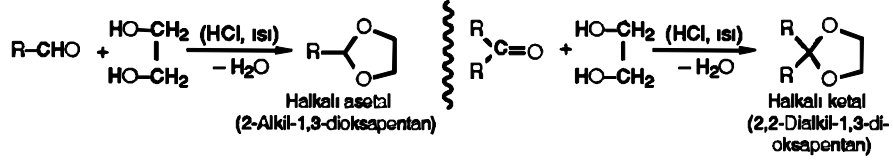
Dioller ve poliollerin küçük molekülü olanları suda çok çözünen kıvamlı sıvılardır ve kaynama noktaları yüksektir; büyük molekülü olanlar katıdır. Molekülü büyük ve –OH grubu az olanlar suda az çözünürler; –OH grubu çok olanlar suda çözünürler. Bu özellikler, –OH grubunun hidrojen bağı yapmasından ileri gelir. Bu bileşiklerin lezzeti tatlıdır ve doğal kökenli olanlar zehirli değildir.

Etilen glikol (glikol; etan-1,2-diol; HO–CH₂–CH₂–OH), ilk kez Würtz tarafından elde edilen sentetik bir bileşiktir. Glikol, kaynama noktası 197°C olan renksiz ve kıvamlı bir sıvıdır, suda çok çözünür ve higroskopik bir maddedir.

Glikolün günümüzde birçok kullanım alanı vardır: 1920'lerden beri sulu çözeltisi otomobillerde antifriz olarak yani kış aylarında radyatör suyunun donmaması için kullanılır.

Etilen glikol ve diğer dioller, mono alkollerin bütün reaksiyonlarını verirler.

Etilen glikol ve diğer komşulu glikoller, asit katalizli bir reaksiyonla aldehytlerle halkalı asetalleri, ketonlarla halkalı ketalleri verirler:



Etilen glikol ve diğer glikoller fosgen ile oda sıcaklığında halkalı karbonat esterlerini verirler.

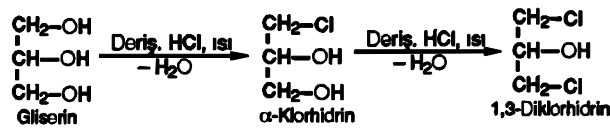
Etilen glikolün yükseltgenmesiyle, yükseltgene ve koşullara bağlı olarak glikol aldehit, glioksal, glikolik asit, glioksalik asit, oksalik asit ve karbondioksit verebilir.

Gliserol (gliserin; propan-1,2,3-triol; HO-CH₂-CH(OH)-CH₂-OH), köken bakımından biyokimyasal bir bileşiktir; bitkisel ve hayvansal yağların bileşiminde bulunur. Gliserol, suda çok çözünen, oldukça kıvamlı, higroskopik bir maddedir; havadan nem kapar. Gliserolün kaynama noktası 290°C yani çok yüksektir ki bu, moleküldeki 3 -OH grubunun moleküller arası güçlü hidrojen bağı oluşturduğunu gösterir.

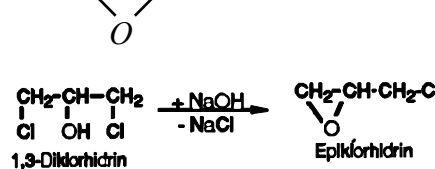
Gliserin, aynı zamanda önemli bir endüstriyel bileşiktir; klasik bir patlayıcı olan nitrogliserinin sentezinde, aklid reçinelerinin elde edilmesinde, plastik yumuşatıcıların sentezinde, farmasötiklerin, parfümeri ürünlerinin, bazı krem ve diş macunlarının katkı maddesi olarak ve daha birçok yerde kullanılmaktadır. *Nitrogliserin, gliserin trinitratı; nitro-bileşiği değildir, ama nitrogliserin adı yerleşmiştir.*

Gliserinin elde edilmesinde en eski yöntem, yağların hidroliziyle elde edilmiştir; günümüzde de bundan yararlanılmaktadır; örneğin, sabun endüstrisinde yan ürün olarak ortaya çıkar ve değerlendirilir. Fermantasyonla gliserin elde edilmesi Almanlar tarafından 2.Dünya savaşında geliştirilmiştir: Glukozun bira mayası veya ekmek mayası ile fermantasyonuyla etanol elde edilirken her zaman %5 kadar gliserin meydana gelir; ortama sodyum bisülfid (NaHSO₃) katılırsa gliserin verimi %50'ye çıkar.

Gliserinin her üç -OH grubu da etkindir ve başka bileşiklere dönüştürülebilir. Gliserin derişik HCl ile ısıtıldığında basamaklı olarak molekülün 1 ve/veya 2 -OH grubu yerine klor geçerek α-klorhidrin [Cl-CH₂-CH(OH)-CH₂-OH] ve sonra 1,3-diklorhidrin [Cl-CH₂-CH(OH)-CH₂-Cl] meydana gelir:

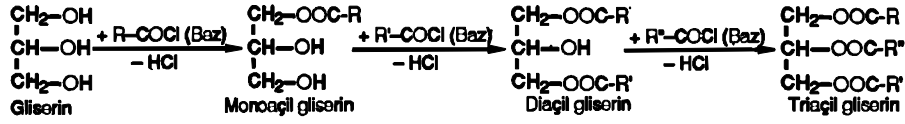


1,3-Diklorhidrin NaOH ile etkileştiğinde HCl eliminasyonu ile epoksit halkası kapanır ve epiklorhidrin (klormetil-etilen oksit; CH₂-CH-CH₂-Cl) meydana gelir.



Epiklorhidrin, epoksi reçinelerinin monomer bileşenlerinden biridir; diğer bileşen olan bisfenol ile, önce eter türünde çizgisel bir polimer meydana gelir, sonra bu uzun zincirli bir diamin ile karıştırıldığında çapraz bağlar meydana gelerek çok dayanıklı yapıştırıcılar elde edilebilir. Piyasada bulunan iki bileşenli ve plastik çelik adı verilen yapıştırıcılar bu türdendir.

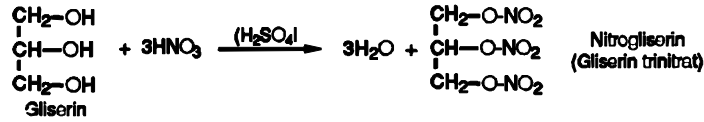
Gliserin, asit klorürleriyle baz katalizli bir reaksiyonla mono-, di- ve tri-ester verebilir; sonuçta monoaçil gliserin $[R-COO-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH]$, diaçil gliserin $[R-COO-CH_2-CH(OH)-CH_2-OOC-R']$, triaçil gliserin $[R-COO-CH_2-CH(OOC-R'')-CH_2-OOC-R']$ meydana gelir:



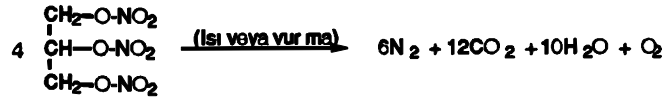
Açil grupları yağ asitlerinin açilleri olmak koşuluyla triaçil gliserinler doğal yağlardır. Bunlara trigliseritler veya triaçilgliseroller de denir; enzimatik olarak gliserinin yağ açili-CoA ile verdiği biyokimyasal reaksiyonlarla biosentezlenirler. Mono- ve diaçil- gliserinler metabolizmada ara ürünler olarak meydana gelirler.

Gliserinin mono-açil esterleri, endüstride özellikle parfümeride sıvı preparatların hazırlanmasında emülsifiyer olarak kullanılırlar.

Susuz ve saf gliserin uygun bir nitrik asit/sülfürik asit karışımıyla 10-25°C'de tutulursa, bir süre sonra gliserinin üç hidroksil grubu da nitrik asitle esterleşerek nitrogliserin meydana gelir ve ayrı yağ halinde ayrılır:



Nitrogliserin, oda sıcaklığında hafif sarı renkli, biraz kıvamlı, yağsı bir sıvıdır; suda az, alkolde çok çözünür. Nitrogliserin, çok kararsızdır; sıcaklık ve vurma ile patlar. Patlama olayı, büyük oranda gaz ürünlerin oluştuğu çok hızlı bir kimyasal bozunmadır:

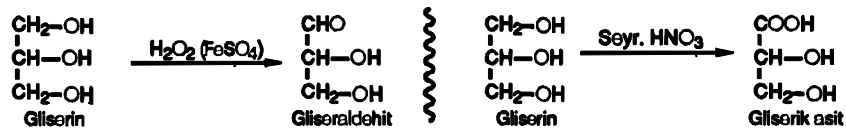


Patlama sonucu meydana gelen sıcak gazların hacmi nitrogliserin hacminin binlerce katı olur ve çevresine yıkıcı, parçalayıcı bir şok etkisi yapar.

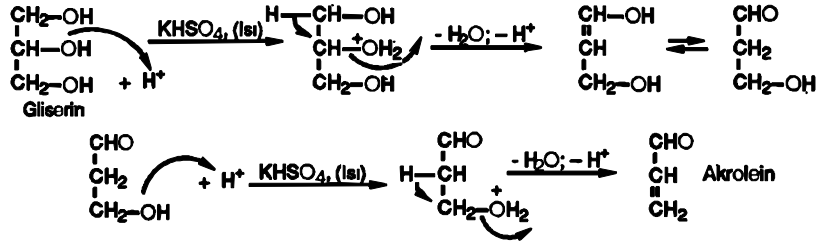
Nitrogliserin, ilk kez 1846'da sentezlenmiştir. 1875'de İsveçli bilgin Alfred Nobel, %90 nitrogliserin+%10 nitrosellülozu karıştırarak katı jel kıvamında ve vurmaya karşı duyarlılığı çok azalmış olan **dinamit lokumunu** buldu. Katı bir ürün olan %30 nitrogliserin+%70 nitrosellüloz karışımına **pamuk barutu** denir; bu, top mermilerinin iticisi olarak ve dinamit fitillerinin yapımında kullanılır.

Nitrogliserinin kılcal damarları genişleterek kan basıncını düşürme özelliği vardır. Bu özelliğinden yararlanarak alkoldeki seyreltik bir çözeltisi, kalp hastalarının kan basınçlarını düşürerek rahatlamaları için ilaç olarak kullanılır; Trinitrin, bu tür ilaçtır.

Gliserin, değişik yükseltgenlerle değişik ürünleri verecek şekilde yükseltgenebilir. Örneğin, $H_2O_2/FeSO_4$ ile gliseraldehide $[OHC-CH(OH)-CH_2-OH]$; seyreltik nitrik asitle gliserik aside $[HOOC-CH(OH)-CH_2-OH]$ yükseltgenebilir:



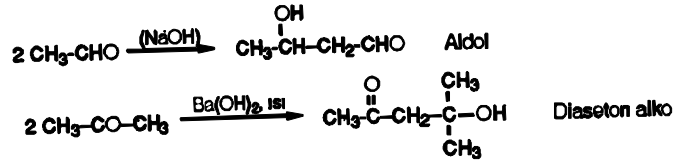
Gliserinin asit katalizli bir reaksiyonla su yitirmesiyle doymamış bir aldehit olan akrolein (OHC-CH=CH₂) meydana gelir:



Akrolein, keskin kokulu ve zehirli bir bileşiktir; besin olarak kızartma yaparken yağlardaki gliserinden de oluşabilir; kızartma yaparken yağları aşırı derecede ısıtmamalıdır.

Hidroksi aldehitler ve hidroksi ketonlar

Hidroksi aldehitler ve hidroksi ketonlar, molekülünde -OH ve karbonil (-C=O) bulunan bileşiklerdir. Aldehit ve/veya ketonların baz katalizli aldol reaksiyonuyla elde edilebilirler:



Dikarbonil bileşikleri

Dikarbonil bileşikleri, dialdehitler, aldehit-ketonlar ve diketonlardır.

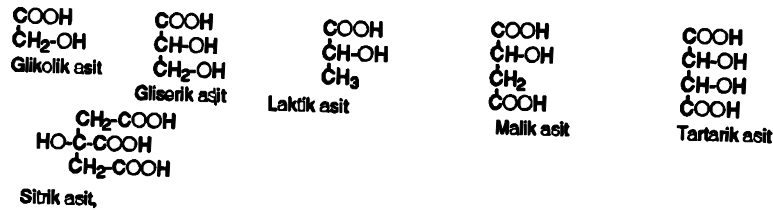
Glioksal (OHC-CHO), iki karbonlu bir dialdehittir; sarı renkli, formaldehit kokusunda ve çok uçucu bir sıvıdır. Glioksal, kolaylıkla polimerleşerek amorf ve renksiz bir reçine verir; buna paraglioksal denir.

Metil-glioksal (piruvik aldehit; CH₃-CO-CHO), sarı renkli uçucu bir sıvıdır.

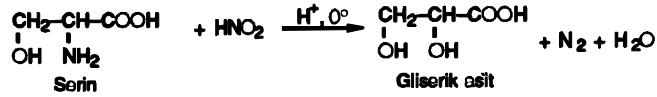
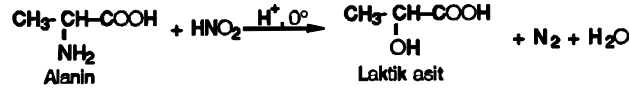
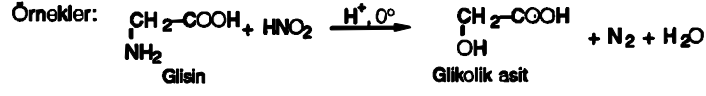
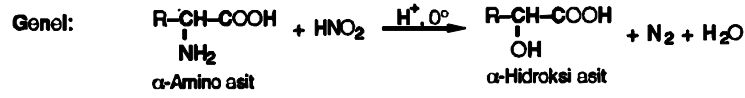
Diasetil (butan-2,3-dion; CH₃-CO-CO-CH₃), sarı renkli, keskin kokulu bir sıvıdır; fırından yeni çıkmış ekmekte çok seyreltik olarak bulunur ve onun özel kokusunu verir.

Hidroksi asitler

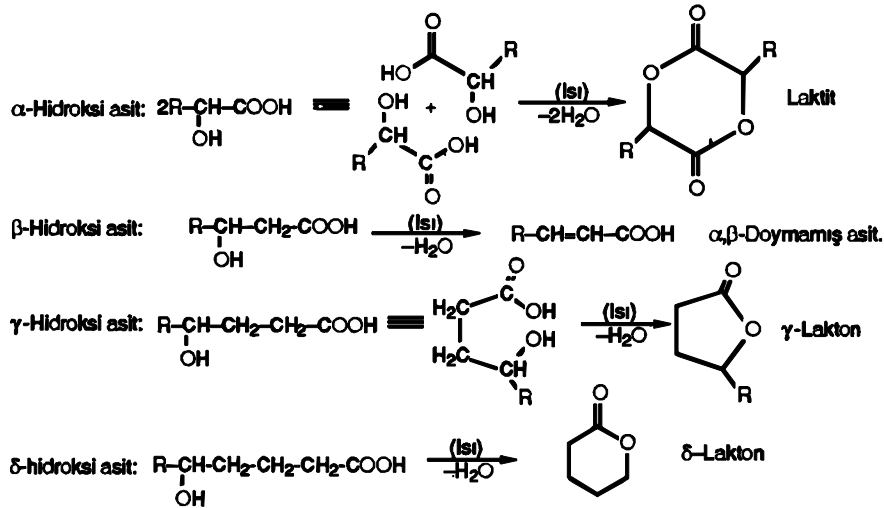
Hidroksi asitler, hem -OH hem de -COOH grubu içeren bileşiklerdir. Küçük molekülü hidroksi asitler biyokimyasal bileşiklerdir; bunların metabolizmada rolleri vardır; en önemlilerinin formülleri şu şekildedir:



Amino asitler nitroz asit ile etkileştirildiğinde N₂ yitirirler; böylece α-hidroksi asitler meydana gelir:

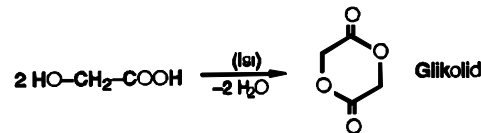


Hidroksi asitler, moleküllerinde bulunan $-\text{OH}$ ve $-\text{COOH}$ gruplarından dolayı ortak reaksiyonlar verirler; ayrıca $-\text{OH}$ grubunun $-\text{COOH}$ grubuna uzaklığına bağlı olarak farklı reaksiyonlar da verirler. α -Hidroksi asitler ısıtıldıklarında iki molekül arasından iki eşdeğer su ayrılarak halkalaşma olur ve halkalı bir iç diester olan laktitler meydana gelir; β -hidroksi asitler ısıtıldıklarında molekülden bir eşdeğer su ayrılarak α,β -doymamış asitler meydana gelir; γ -hidroksi asitlerden bir eşdeğer su ayrılarak halkalaşma olur ve γ -laktonlar; δ -hidroksi asitlerden ise aynı şekilde su ayrılarak δ -laktonlar meydana gelir:



Glikolik asit (HO-CH₂-COOH), en basit hidroksi asittir; asetik asitten yaklaşık 100 kat daha güçlü bir asittir. Glikolik asit, higroskopik bir maddedir; meyve ve sebzelerde bulunur.

Glikolik asit ısıtılırsa, iki molekül arasından 2 eşdeğer su ayrılarak halkalaşır ve glikolid meydana gelir.



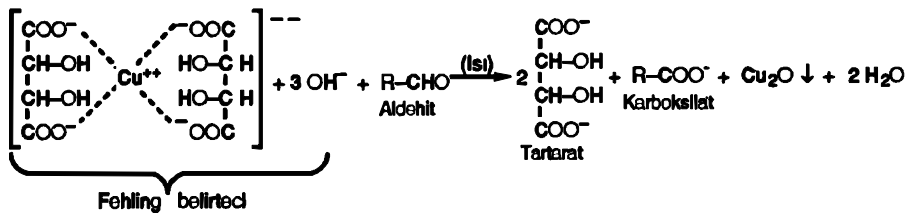
Laktik asit [süt asidi; CH₃-CH(OH)-COOH], doğal bir bileşiktir; ilk kez 1870'de Scheele tarafından ekşimiş süt suyundan yalıtılmıştır. 1807'de Berzelius, kasların su ile özütlenmesiyle bir asit elde etti ve buna "kas asidi" adını verdi. Sonradan yapılan incelemelerle süt asidi ve kas asidinin fiziksel özelliklerinin ve molekül yapılarının aynı olduğu kanıtlandı ve kökenleri farklı olsa da bunların aynı bileşikler olduğu kabul edildi.

Ancak, daha sonraları polarize ışığın organik bileşiklere uygulanması ve optik izomerliğin bulunmasından sonra bu iki bileşiğin polarize ışığa karşı davranışlarının aynı olmadığı; süt asidinin polarize ışığı 12° sola (-12°), kas asidinin ise 12° sağa (+12°) çevirdiği yani bunların birbirlerinin optik izomerleri olduğu anlaşıldı.

Tartarik asit[**tortu asidi**; **HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH**], şarap tortusu asididir; üzümde ve diğer meyvelerde bulunur.

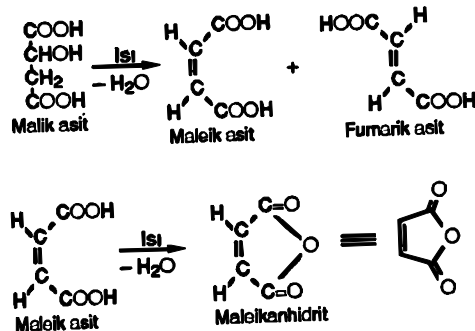
Şarap tortusu, tartarik asidin mono-potasyum tuzudur ve alkolde az çözüldüğü için üzüm suyunun fermantasyonu sırasında çökerek kabın çeperlerine yapışır. Bunun asitlenmesiyle (+)-tartarik asit (polarize ışığı sağa çevirir) elde edilir; şarap tortusunda ayrıca az miktarda (-)-tartarik asit (polarize ışığı sola çevirir) ve (±)-tartarik asit (polarize ışığı çevirmeyen rasem şekli) de bulunur.

Tartarik asidin değişik kullanım alanları vardır: Gümüş aynası yapımında kullanılır. Saf potasyum mono-tartarat, pasta kabartma tozu olarak kullanılır; hamura katılan potasyum tartarat, hamur 200°C'de pişerken gliserik asit+karbondioksit ayrışır. Saf tartarik asit, gazoz tipi karbondioksitli içeceklere katkı maddesi olarak katılabilir. Tartarik asitten Fehling belirteci yapılır. Fehling çözeltisi, Cu²⁺ tartarat kompleksidir; koyu mavi renkli olan bu belirteç, sıcakta aldehytleri karboksilik asitlere yükseltgerken kendisi de kiremit kırmızısı Cu₂O'te indirgenir:



Malik asit [elma asidi; **HOOC-CH(OH)-CH₂-COOH**], hidroksi süksinik asittir; ham elma başta olmak üzere diğer meyvelerde bulunur. *Süksinik asit, bir dikarboksilik asittir: HOOC-CH₂-CH₂-COOH.* Elma suyundan yalıtılan doğal malik asidin erime noktası 101°C'dir; suda çok çözünür ve polarize ışığı sola çevirir.

Malik asit ısıtılırsa, molekül içi su yitirerek iki doymamış asit yani maleik asit (cis-) ve fumarik asit (trans-) meydana gelir; ısıtmaya devam edilirse, maleik asit molekül içi su yitirerek maleik anhidride dönüşür, fumarik asit ise değişmez:

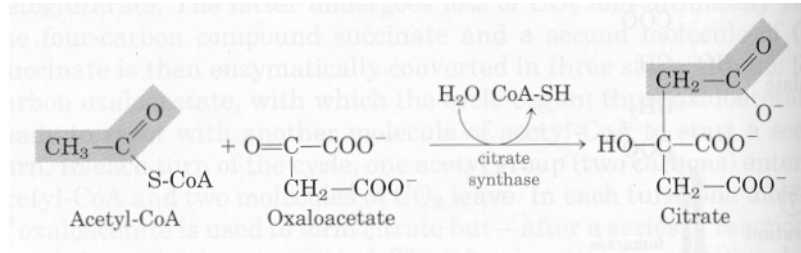


Sitrik asit [limon asidi; **HOOC-C(OH)(COOH)-CH₂-COOH**], limon ve diğer turuncgillerde bulunan bir trikarboksilik asittir; erime noktası 135°C'dir; limon suyundan Ca²⁺ tuzu üzerinden yalıtılabilir. Sitrik asit, suda çok çözünür; asetik asitten yaklaşık 100 kat daha güçlü bir asittir; molekülü dissimetrik değil simetrik olduğundan optikçe aktif değildir.

Sitrik asit, endüstride melasın özel bakterilerle fermantasyonuyla üretilir. *Melas, şeker pancarından şeker yani sakkaroz yalıtıldıktan sonra geride kalan ve kristallenmeyen bir yan üründür; genellikle hayvan yemi olarak kullanılır veya fermantasyonla başta etanol olmak üzere çeşitli ürünler elde edilebilir.*

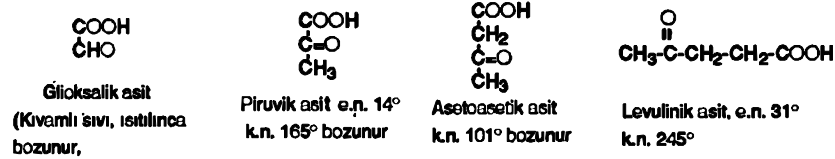
Sitrik asit, bazik ortamda Cu^{2+} iyonlarıyla koyu mavi bir kompleks verir. Bu komplekse, Benedict belirteci denir; Fehling belirteci gibi, aldehytlerin veya glukoz gibi indirgen şekerlerin belirlenmesinde kullanılabilir.

Sitrik asit, glukoz metabolizmasında Krebs döngüsünün bir ögesidir; sitrat sentaz enziminin katalizörlüğünde, oksalasetik aside asetil-CoA aracılığı ile asetik asit katılması sonucu biyosentezlenir.



Keto asitler

Keto asitler, glioksalik asit, pirüvik asit, asetoasetik asit, levülinik asit gibi molekülünde >C=O grubu bulunan karboksilik asitlerdir. Bazı α -keto asitler, metabolizmada rolleri olan biyokimyasal bileşiklerdir:



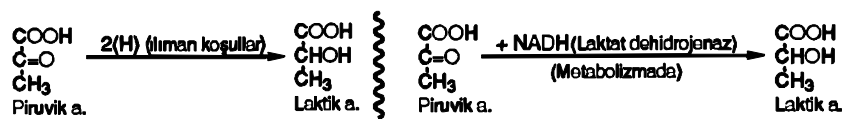
Glioksalik asit [HOOC-CHO], kıvamlı bir sıvıdır; belirli bir erime noktası yoktur; ısıtılınca değişik ürünler vererek bozunur. Glioksalik asit, en çok ham meyvelerde bulunur; ham meyveye ekşi tadını veren asitler arasındadır.

Glioksalik asit, güçlü yükseltgenlerle karbondioksit kadar yükseltgenir; ılıman yükseltgenlerle oksalik aside (HOOC-COOH) yükseltgenir.

Pirüvik asit [keto-propiyonik asit; $\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH}$], α -ketopropiyonik asittir; oldukça güçlü doğal bir asittir; oda sıcaklığında sıvıdır.

Pirüvik asit, glikoliz olayının son ürünüdür ve Krebs döngüsüne giren asetil-CoA'yı oluşturan ürün olması bakımından karbonhidrat metabolizmasının anahtar bileşimidir.

Pirüvik asit, ılıman koşullarda laktik aside indirgenebilir. Bu indirgenme, metabolizmada laktat dehidrojenaz enzimi ve NADH koenzimi ile olur:



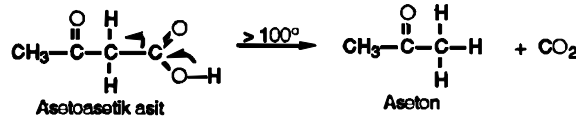
Pirüvik asit, seyreltik sülfürik asitle sıcakta asetaldehit+karbondioksit; derişik sülfürik asitle sıcakta asetik asit+karbonmonoksit ayrışır.

Pirüvik asit, alkollerle asit katalizli bir reaksiyonla esterleşebilir.

Pirüvik asit, karbonil grubu ile, katılma ve kondensasyon reaksiyonlarını çok kolaylıkla verir.

Asetoasetik asit [β -ketobutirik asit; $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{-COOH}$], önemli bir biyokimyasal bileşiktir; yağ asitlerinin biosentezinde oluşan ara ürünler arasında asetoasetil-CoA vardır; yağ asitlerinin β -oksidasyonunda sondan bir önceki basamakta da asetoasetil-CoA vardır. Plazmada bulunan serbest asetoasetik asit anyonu, keton cismi olarak adlandırılır; glukoz azaldığında nöronların enerji gereksinimi için kullanılır.

Asetoasetik asit, 100°C 'nin üstünde ısıtıldığında karbondioksit yitirerek asetona dönüşür:



Levülinik asit [γ -ketovalerik asit; $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$], glukozun derişik hidroklorik asitli ortamda sıcakta bozunmasıyla, formik asitle birlikte oluşur.

Levülinik asit, bir keto-asit olduğundan, keton ve karboksilik asit gruplarının bütün reaksiyonlarını verir.

Dikarboksilik asitler

Dikarboksilik asitler, molekülünde iki karboksilik asit grubu bulunan organik asitlerdir. Bunlardan genel formülleri $\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_n\text{-COOH}$ şeklinde gösterilebilen, karboksilik asit grupları molekülün iki ucunda bulunanlar önemlidir:

Dikarboksilik asit	Formül
Oksalik asit (Etandioik asit)	$\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_0\text{-COOH}$ [HOOC-COOH]
Malonik asit (Propandioik asit)	$\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_1\text{-COOH}$
Süksinik asit (Butandioik asit)	$\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$
Glutarik asit (Pentandioik asit)	$\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_3\text{-COOH}$
Adipik asit (Hekzandioik asit)	$\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$

Molekölü en küçük dikarboksilik asit olan oksalik asidin erime noktası en yüksektir. Sudaki çözünürlüğü en yüksek olan malonik asittir; eter, alkol gibi organik çözücülerde çözünürlükleri sudaki çözünürlüklerinin zıttıdır. Oksalik asit, asetik asitten yaklaşık 1000 kat daha güçlü bir asittir; bundan sonraki asitlerde asit gücü hızlı bir şekilde düşer ve sonra yaklaşık olarak sabit kalır.

Dikarboksilik asitler, diollerin veya dialdehitlerin yükseltgenmesiyle elde edilebilirler.

Dikarboksilik asitler de birer karboksilik asit olduklarından, ester, asit klorürü, amit oluşturmak gibi reaksiyonları verirler.

Oksalik asit ve malonik asit, erime noktalarının üstünde ısıtıldıklarında karbondioksit ayrılmasıyla bozunurlar.

Oksalik asit [HOOC-COOH], oldukça güçlü bir organik asittir; suda 9 g/100mL çözünür; higroskopiktir. Oksalik asit, doğal bir maddedir; kuzukulağı bitkisinde monopotasyum tuzu, ıspanakta sodyum tuzu halinde bulunur. Oksalik asidin kalsiyum tuzu suda az

çözündüğünden, böbreklerde süzülen oksalik asit Ca^{2+} ile birleşerek bazan kalsiyum oksalat olarak idrar yollarında veya mesanede idrar yolları taşı oluşturur.

Oksalik asit, Fe^{3+} ile suda çözünen bir kompleks verir. Bu özelliğinden yararlanılarak pas temizleyici ve elbiselerdeki pas lekelerini çıkarmakta kullanılabilir.

Oksalik asidin mono- ve dibazik tuzları vardır; monobazik tuzlarına asit tuzlar da denir. Ca^{2+} tuzu (kalsiyum oksalat), suda az çözüldüğünden gravimetrik nicel analizlerde Ca^{2+} ve oksalik asit tayinlerinde kullanılabilir.

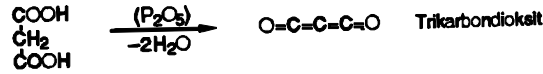
Oksalik asit, asitli KMnO_4 çözeltisiyle sıcakta karbondioksit yükseltgenir.

Oksalik asit, metil alkol veya etil alkolle karıştırılıp ısıtılırsa kolaylıkla metil ve etil esterleri elde edilebilir.

Oksalik asidin sulu çözeltisi, suda çözünmeyen berlin mavisini (siyanoferriferat) çözer ve koyu mavi renkli bir çözelti elde edilir; bu çözelti, çıkmaz mürekkep olarak kullanılabilir.

Malonik asit [$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$], suda en çok çözünen dikarboksilik asittir; alkolde de çok çözünür. Malonik asit, doğal bir üründür; yağ asitlerinin biyosentezinde ara ürün olarak oluşur. Malik asidin havada ısıtılmasıyla oluşan bozunma ürünleri arasında malonik asit de bulunur.

Malonik asit, ısıya karşı kararsızdır; erime noktasının biraz üstünde ısıtıldığında karbondioksit yitirerek asetik aside dönüşür. Katı ve kuru malonik asit, fosfopentoksit ile ısıtıldığında, molekülde bulunan bütün hidrojenlerini su olarak yitirir ve trikarbondioksit ($\text{O}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{O}$) dönüşür:



Trikarbondioksit, oda sıcaklığında sıvı olan keskin kokulu bir gazdır.

Süksinik asit [kehribar asidi; $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$], suda az çözünen ve asit gücü yaklaşık asetik asit kadar olan beyaz kristaller halinde bir dikarboksilik asittir. Süksinik asit, doğal bir bileşiktir; glukoz metabolizmasında Krebs döngüsünün bir ögesidir; ilk kez, doğal bir fosil reçine olan amberin (kehribar) ısıtılmasıyla elde edilmiştir. Süksinik asit, tartarik asit veya malik asidin özel bakterilerle fermentasyonu ile elde edilebilir.

Süksinik asit, bütün genel diasit reaksiyonlarını verir.

Glutarik asit [$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$], suda az çözünen zayıf bir asittir.

Glutarik asit, bütün genel diasit reaksiyonlarını verir.

Adipik asit [$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$], suda az, alkolde çok çözünen zayıf bir asittir; yağların veya yağ asitlerinin yükseltgen maddelerle ısıtılmasıyla meydana gelir

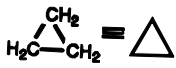
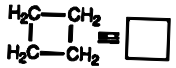

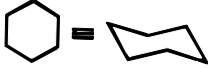
Nylon (nylon), diasitlerle diaminlerin oluşturduğu bir homopoliamittir; genelde diasit olarak adipik asit, diamin olarak 1,6-diaminoheksan kullanılır.

Alisiklik bileşikler

Açık düz zincir veya az çok dallı karbon zincirleri içeren alifatik bileşiklerin ucunda bulunan karbonların, bir halka zincir oluşturacak şekilde birbirlerine bağlanmaları olasıdır. Böylece siklik (halka yapılı) bileşikler oluşur; bu maddelere, kimyasal davranışlarının alifatik bileşiklere benzerliği dikkate alınarak alisiklik bileşikler denir.

Sikloparafinler

Sadece karbon ve hidrojen içeren siklik bileşiklere siklikhidrokarbonlar denir. C_nH_{2n} genel formülüne uyan, alkanlara karşılık gelen doymuş siklikhidrokarbonlar, sikloparafinler olarak bilinirler; aynı karbon sayılı, düz zincir yapıları parafinlerin adları başına siklo- öneki getirilerek adlandırılırlar. *Siklikhidrokarbonların alkenlere karşılık gelen doymamış türleri de vardır; bunlar da sikloalkenler olarak adlandırılabilirler.* Sikloparafinlerde de karbon atomlarına bağlı hidrojenlerin yerine çeşitli fonksiyonel gruplar geçerek alkol, karboksilik asit, aldehit, keton, amin gibi çok çeşitli türev bileşikler oluşabilir. Stabil yapıları önemli sikloparafinler şunlardır:

Sikloparafin	Formül
Siklopropan	
Siklobutan	
Siklopentan	
Sikloheksan	

Karbon sayısı 3, 4 ve 5 olan sikloalkan molekülleri düzlemseldir; halkadaki karbon atomlarına bağlı fonksiyonel gruplar bu düzlemin dışında bulduklarından cis- ve trans-şeklinde geometrik izomerlikler meydana gelir.

Siklopropan (C_3H_6), $-32,8^\circ C$ 'de sıvı hale getirilebilen bir gazdır; kimyasal davranışları etilene ($CH_2=CH_2$) çok benzer; eter yerine genel anestezi madde olarak kullanılmaktadır.

Siklobutan (C_4H_8), kaynama noktası $12^\circ C$ olan bir maddedir; siklopropan'dan daha dayanıklıdır.

Siklopentan (C_5H_{10}), $52^\circ C$ 'de kaynayan bir sıvıdır. Siklopentan halkasında dört karbonun bir düzlemde yer aldığı, beşinci karbonun ise dışa eğilimli olduğu saptanmıştır.

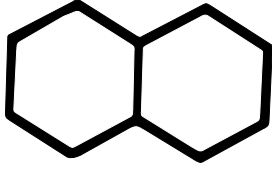
Sikloheksan (C_6H_{12}), $81^\circ C$ 'de kaynayan, benzine benzer kokulu bir sıvıdır. Sikloheksan ve türevlerinin yapısal konumları düzlemsel olmayıp sandalye konformasyonundadır.

Sikloheksan ve bazı türevleri, terpen ve campher gibi önemli doğal bileşiklerin temel maddeleridirler.

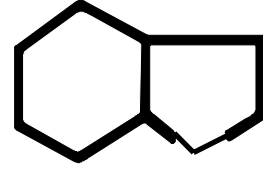
Bisiklik ve polisiklik alkan sistemleri

Bisiklik ve polisiklik alkan sistemleri, kondense halka sistemi ve köprü halka sistemi olmak üzere iki farklı şekilde olur.

Kondense halka sistemlerinde, iki sikloalkan molekülünün iki karbonlu kenarları birbirini örtterek ortak olmuş, böylece iki halkalı yeni bir molekül meydana gelmiştir. Örneğin iki sikloheksan molekülünden oluşan **dekalin** ve 1 sikloheksan molekülü ile 1 siklopentan molekülünden oluşan **hidrindan**, kondense halka sistemleridirler:

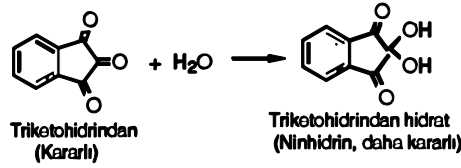


Dekalin

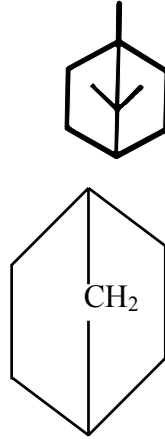


Hidrindan

Dekalin ve hidrindan, yapı elemanları olarak terpenler ve steroidlerde önemli rol oynarlar. Triketohidrindana su katılmasıyla oluşan triketohidrindan hidratın özel adı **ninhidrin**dir; ninhidrin, amino asitlerin önemli bir belirteçidir.



Köprü halka sistemleri, bir sikloalkan molekülündeki iki karbon atomu arasında bir veya daha fazla metilen (-CH₂-) grubu ile bir köprü kurulması sonucu oluşurlar. Örneğin bir sikloheksan molekülünde 1.karbon ile 4.karbon arasında bir metilen köprüsü kurulmasıyla **kamfan** oluşur:



Kamfan, doğal terpenlerin en basit sınıfını temsil eder.

Aromatik bileşikler

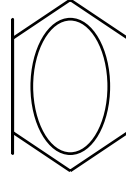
Aromatik bileşikler, özel bir doymamışlık gösteren benzen (benzol) ve türevleriyle, kondense benzen halkalarının oluşturduğu çeşitli bileşiklerdir.

Benzen (C₆H₆) ve türevleri

Benzen (benzol), aromatik bileşiklerin en basiti ve aynı zamanda bilinen en eski organik bileşiklerden biridir. Alman bilgini Kekulé, yüksek derecede doymamış bir bileşik olmasına karşın kimyasal reaksiyonlara karşı tembel olmasını göz önüne alarak, benzenin açık formülünün içinde üç çift bağ bulunan altıgen şeklinde olması gerektiğini önerdi:



Zamanın organik kimya bilginleri, Kekulé'nin önerdiği formülü benimsemeyip kendileri başka formüller önerdiler. Daha sonraları, benzenin Kekulé formülü diğer bilim adamlarının önerdikleri formüllere yeğlenerek kabul görmüştür. Benzen molekülünün moleküler orbital kuramına göre yorumlanmasıyla, son yıllarda içerisinde çember çizilerek aromatik yapının belirtilmesi yaygınlaşmaktadır:



Benzen, donma noktası $5,5^{\circ}\text{C}$, kaynama noktası 80°C olan, sudan hafif, özel kokulu bir sıvıdır. Benzen, zehirlidir; buharlarının kronik bir lösemi etmeni olduğu kanıtlandığından iş yerlerinde çözücü ve özütleme aracı olarak kullanılması yasaklanmıştır.

Benzen, endüstri bakımından önemli bir bileşiktir; nitrolanarak, klorlanarak, sulfolanarak sentezler için gerekli olan bir çok ara ürün elde edilir.

Benzen molekülündeki hidrojenlerin yerine değişik fonksiyonel grupların geçmesiyle benzen türevleri diye bilinen önemli bileşikler oluşmaktadır. Benzen halkasında 6 karbon atomu vardır ve bunların her biri üzerine bir fonksiyonel grup bağlanmış olabilir. Bunların yerleri genellikle numaralarla gösterilir; yani 1, 2, 3, 4, 5, 6 substitüe benzen türevleri olanaklıdır.

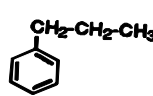
Komşu bileşikler arasında CH_2 kadar bir fark olan metilbenzen (toluen; toluol), etilbenzen, propilbenzen, ... bileşikler, benzenin mono-substitüe türevleridirler ve benzenin homologları veya alkil benzenler olarak bilinirler:



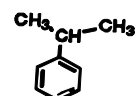
metilbenzen (toluen)



etilbenzen

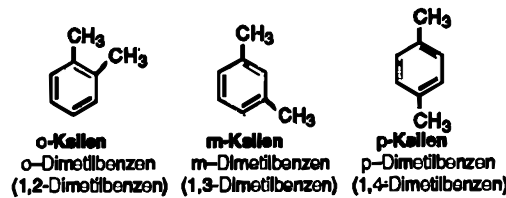


propilbenzen

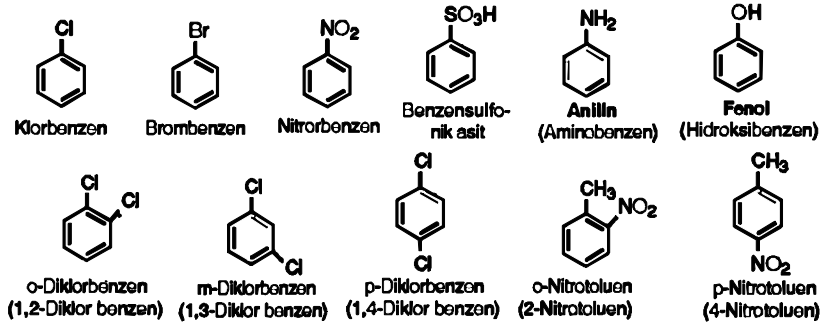


izopropilbenzen

Benzen halkasında iki substitüent olduğunda bunların yerleri özel simgelerle gösterilebilir. *Substitüent, asıl bileşimde bulunan atomun yerini alan başka atom demektir; benzen ve hidrokarbonlar için, hidrojen atomu yerine geçen başka atomlardır.* Benzen halkasında 1,2-disubstitüe konuma "orto-" denir ve "o-" simgesiyle gösterilir; 1,3-disubstitüe konuma "meta-" denir ve "m-" simgesiyle gösterilir; 1,4-disubstitüe konuma "para-" denir ve "p-" simgesiyle gösterilir.

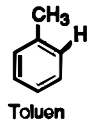
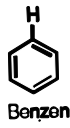


Benzen ve alkil benzenlerin halka üzerinde bir veya daha çok halojen, nitro grubu, sulfonik asit grubu gibi substitüentler bulunan türevleri de vardır; bunlar, genelde numara düzenine göre adlandırılırlar:

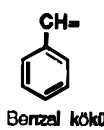
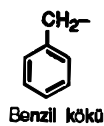
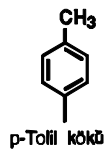
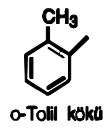
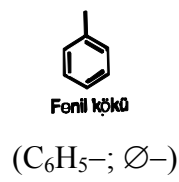


Aromatik bileşikler, kök adları ve özel adlarıyla adlandırılırlar. Aromatik hidrokarbonlardan türeyen kökler de çeşitlidir:

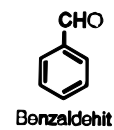
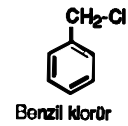
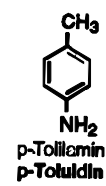
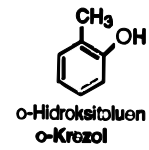
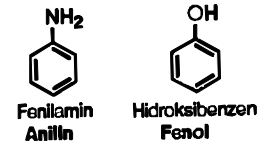
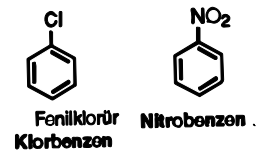
Aromatik hidrokarbon

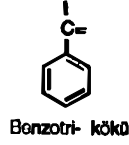


Kök



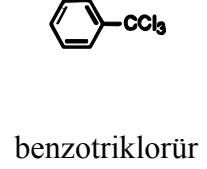
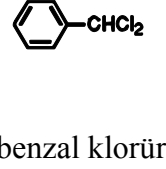
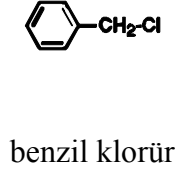
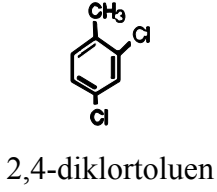
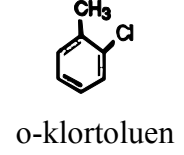
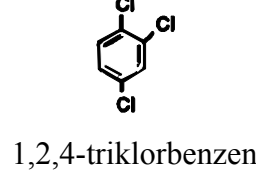
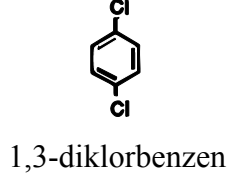
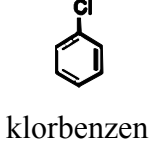
Örnek bileşikler





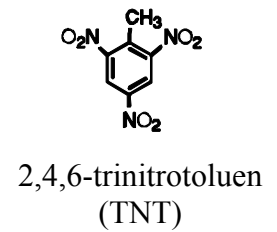
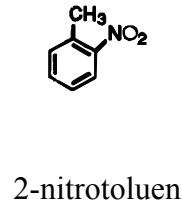
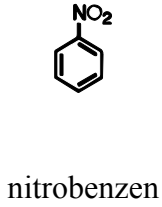
Aromatik halojen bileşikleri

Aromatik halojen bileşikleri, halojen atomunun doğrudan aromatik halkaya bağlı olduğu bileşiklerdir. Bunlar, X=F, Cl, Br, I olmak üzere Ar-X genel formülüyle gösterilirler. Ayrıca yan zincirde ve aromatik halkaya yakın bir yerde halojen bulunan bileşikler de vardır.

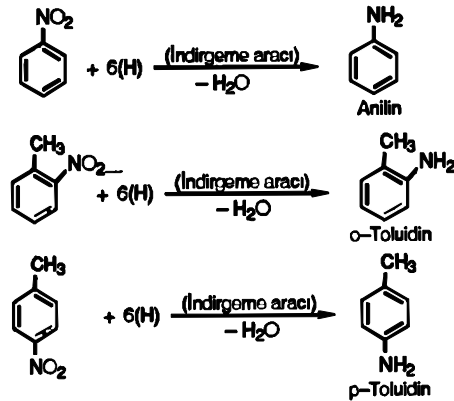


Aromatik nitro bileşikleri

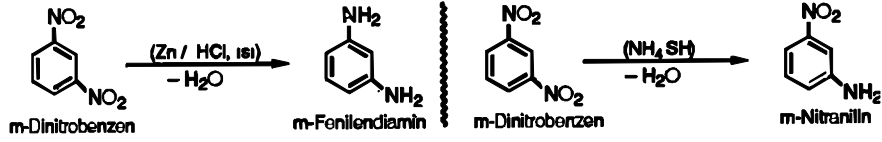
Aromatik nitro bileşikleri, nitro (-NO₂) grubunun doğrudan aromatik halkaya bağlı olduğu bileşiklerdir.



Aromatik nitro bileşiklerinin önemli reaksiyonları, indirgenmedir; nitrobenzen ve nitrotoluenler, değişik indirgenlerle anilin ve toluidinlere indirgenebilirler:



Dinitro bileşikleri, güçlü indirgenlerle diamine; zayıf indirgenlerle nitranilinlere indirgenirler.



Aromatik aminler

Aromatik aminler, monoaril aminler, diaril aminler, triaril aminler şeklinde ve primer, sekonder, tersiyer olabilirler.



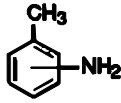
anilin



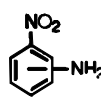
N-metilaminin



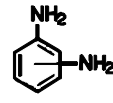
N,N-dimetilaminin



Toluidinler (o-, m-, p-)



Nitranilinler (o, m-, p-)



Fenilendiaminler (o-, m-, p-)

Aromatik aminler, bazik özellikleri, tuz oluşturmaları, elde edilişleri ve N-üzerinde alkillenme, N-üzerinde açillenme gibi birçok reaksiyonları bakımından alifatik aminlere benzerler. Aromatik aminlerin en basit örneği, primer amin yapısındaki anilindir ($C_6H_5-NH_2$; $\text{Ø}-NH_2$). Anilin, kaynama noktası $184^\circ C$ olan bir sıvıdır; suda az çözünen çok zayıf bir bazdır.

Anilin, N-metilaminin, N,N-dimetilaminin başta boyar maddeler olmak üzere ilaçlar, ve diğer maddelerin sentezinde çıkış maddesi olarak kullanılırlar. Anilinin N-üzerinde asetillenmesiyle

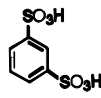
oluşan asetanilit (N-Asetil anilin; N-Fenil asetamit;) antipiretik (ateş düşürücü) bir maddedir.

Aromatik sulfonik asitler

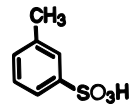
Aromatik sulfonik asitler, sulfonik asit ($-SO_3H$) grubunun doğrudan aromatik halkaya bağlı olduğu bileşiklerdir:



Benzensulfonik asit



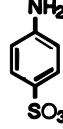
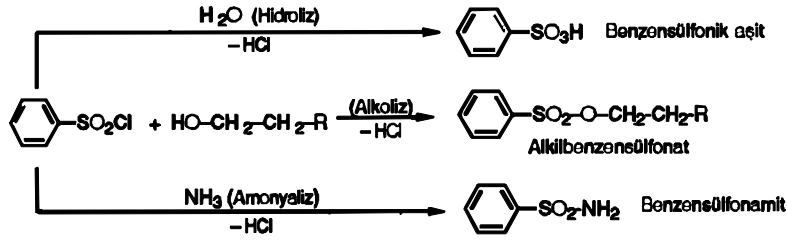
Benzen-m-disulfonik asit



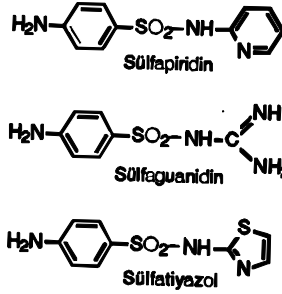
Toluen-m-sulfonik asit

Aromatik sulfonik asitlerin en belirgin özelliği, inorganik asitler kadar güçlü birer asit olmalarıdır. Bunlar, çok polar ve katı bileşiklerdir, suda çok çözünenler ve oldukça higroskopiktirler; saf halde elde edilmeleri güçtür.

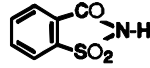
Sulfonik asitler ve bunların tuzları, tityonil klorür ($SOCl_2$) veya fosforpenta klorürle (PCl_5) etkileştiğinde aromatik sulfoklorürler ($Ar-SO_2Cl$) meydana gelir. Aromatik sulfoklorürler etkin bileşiklerdir; suyla hidroliz sonucu sulfonik asitleri; alkolle alkoliz sonucu sulfonik asit esterlerini; amonyakla amonyaliz sonucu sulfonamitleri verirler.



p-Aminobenzenesülfonik asit (sulfanilik asit; SO_3H)'in türevi olan sülfamidler, pek çok patojen bakteriye karşı bakterisit etki gösteren, 2.Dünya savaşından sonra bulunmuş ilaçlardır; bunların yapısında, sülfonamid azotu üzerinde, halka yapıda karbondan başka atom da içeren heteroaril grubu vardır.



Sentetik bir tatlandırıcı olan sakkarin, benzen karboksilik asit-sülfonik asit ortak imididir.



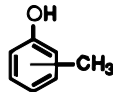
Sakkarin, şekerden 550 kat daha tatlıdır; besin değeri olmadığı için diabetes mellituslu hastaların çay ve besinlerini tatlandırmak için kullanılır. Sakkarin, ilk kez 1880'de sentezlenmiştir; daha sonraları birçok sentetik tatlandırıcılar bulunmuştur.

Fenoller

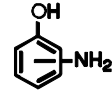
Fenoller, hidroksiaren veya arenoldürler:



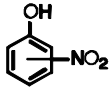
Hidroksibenzen (Fenol)



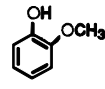
Krezoller (o-, m-, p-)



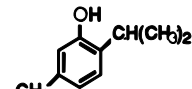
Aminofenoller (o-, m-, p-)



Nitrofenoller (o-, m-, p-)



Gayakol



Timol

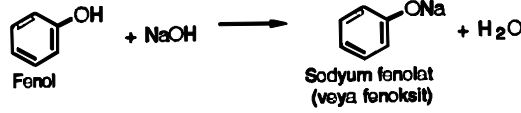
Fenoller aril alkol değildir; özellikleri, elde edilmiş yöntemleri ve reaksiyonları alkollere hiç benzemez. Yan zincirde $-\text{OH}$ grubu varsa, bunlar alkoldür.

Küçük molekülü fenollerin erime noktaları düşüktür; suda biraz çözünürler. Fenol (hidroksibenzen) suda %8, krezoller daha az çözünürler. Krezollerin sulu çözeltisi, "lizol" adı ile hastanelerde dezenfektan olarak kullanılır; hastane kokusu bundan ileri gelir. Büyük

moleküllü fenollerin erime noktaları yüksektir ve suda çözünmezler; ama hepsi organik çözücülerde çözünürler.

Fenoller, zayıf asitlerdir; asitlik dereceleri alkoller ile karboksilik asitler arasındadır.

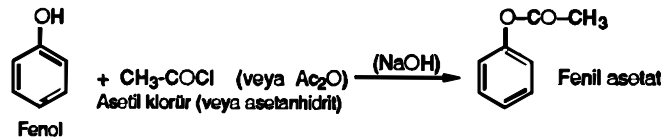
Fenollerin reaksiyonları, OH grubu üzerinde ve aromatik halka üzerinde olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Fenoller, NaOH ile tuz verirler. Fenol tuzlarına fenolat veya fenoksit denir.



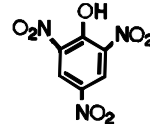
Fenolat tuzları, suda çözünürler; mineral asit, karboksilik asit veya karbonik asit ile serbest fenollere dönüşürler. Bundan da fenollerin yalıtılmasında yararlanır: *Fenol içeren organik karışım, sulu NaOH ile özütlenir, NaOH'li faza fenolat ve karboksilat tuzları geçer. Bu faz ayrılır ve içinden karbondioksit geçirilir; fenolattan fenol serbest hale geçer. Karışım bir organik çözücü ile özütlenerek fenoller yalıtılır.*

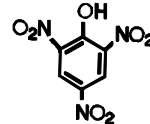
Fenoller, bazik ortamda alkil halojenür ve alkil sülfatlarla oksijen üzerinde alkillenerek aril-alkil eterler (Ar-O-R) meydana gelir.

Fenoller, asit klorürleri veya asit anhidritleriyle oksijen üzerinde açillenerek fenil esterler meydana gelir.



Fenollerin aromatik halka üzerindeki substitüsyon reaksiyonları önemlidir. Şehir suyu bakterilerden arıtmak için klorlandığında bazan belirgin olarak hissedilen klor kokusu, klorfenollerden ileri gelir; su borularını onarmak için kullanılan yalıtma malzemelerinde fenol bileşikleri bulunur ve bunlar suya geçerler, su klorlandığında da klorfenoller meydana gelir.



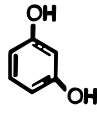
Fenolün nitrolanmasıyla 2,4,6-trinitrofenol (pikrik asit; ) meydana gelir. Pikrik asit, suda oldukça çok çözünen sarı renkli katı bir maddedir. Pikrik asit, patlayıcıdır; 1.Dünya savaşında mermileri doldurmak için kullanılmıştır, ancak güçlü bir asit olduğundan korozyona (metallerde aşınmaya) neden olmaktadır, günümüzde bu amaçla kullanılmamaktadır. Pikrik asit günümüzde, boyarmadde olarak yünü ve ipeği sarıya boyamak için kullanılır; dezenfektan ve büzücü etkisi olduğundan seyreltik çözeltileri yanık yaralarının iyileştirilmesinde kullanılır; bir polinitro-bileşiği olduğundan bazı organik bileşiklerle suda çözünmeyen kompleksler verir ve bu organik bileşikleri yalıtma işleminde kullanılabilir.

Fenol-formaldehit sentetik reçineleri (bakalit ve novolak), endüstride kullanılan ilk sentetik reçinelerdir; hem yapıştırıcı hem de sıcaklıkla yumuşamayan ve şekil değiştirmeyen reçine olarak kullanılabilirler; günümüzde de birçok eşyanın yapılmasında kullanılmaktadırlar.

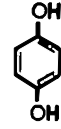
Polifenoller, aromatik halkada birden çok -OH grubu içeren organik bileşiklerdir. Başlıca difenoller şunlardır:



1,2-dihidroksibenzen
(Katekol)



1,3-dihidroksibenzen
(Rezorsin)



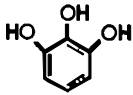
1,4-dihidroksibenzen
(Hidrokinon)

Katekol (pirokateşin), doğada birçok türevleri bulunan bir difenoldür. Karanfil yağında bulunan eugenol, kayın ağacı katranında bulunan guayakol, bazı bitkilerde bulunan ve zehirli bir madde olan urushiol, katekol türevleridirler. Böbrek üstü bezinden salgılanan hormonlar olan adrenalin (epinefrin) ve noradrenalin (norepinefrin) de katekol türevidirler.

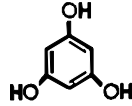
Rezorsin (rezorsinol), antiseptik olarak kullanılabilir; ayrıca fenol-formaldehit reçinelerinin özelliklerini iyileştirmek için katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Hidrokinon, özellikle fotoğrafçılıkta çok kullanılan indirgen bir maddedir.

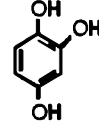
Başlıca trifenoller de şunlardır:



Pirogallol

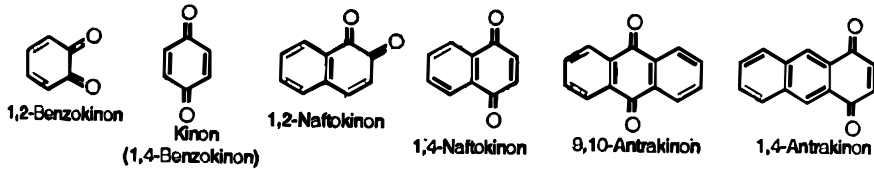


Floroglüsün



Hidroksihidrokinon

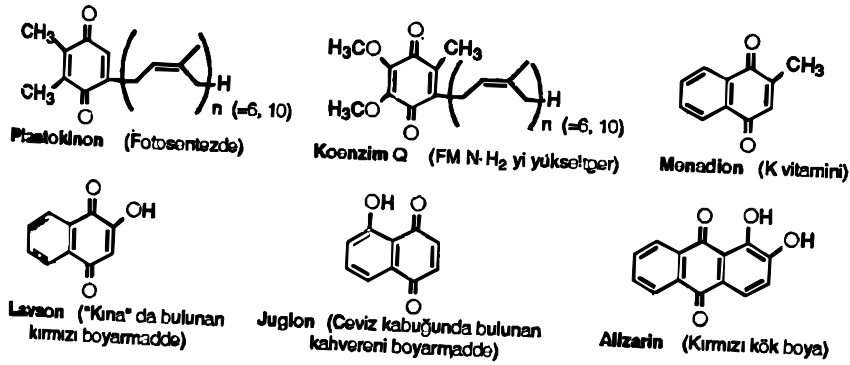
Kinonlar, halkalı konjuge endionlardır; aromatik bileşik değillerdir, fakat aromatik bileşiklerle yakın ilişkileri vardır:



1,2-Kinonlar kırmızı renkli ve kararsız; 1,4-kinonlar sarı renkli ve daha kararlı bileşiklerdir. Kinonların reaksiyon yetenekleri fazladır; katılma ve özellikle indirgenme reaksiyonunu kolay verirler.

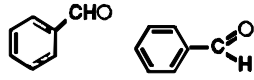
Kinon (1,4-benzokininon), değişik indirgenlerle hidrokinona indirgenebilir. Kinonun hidrokinona indirgenmesi veya hidrokinonun kinona yükseltgenmesi, tek elektron aktarımıyla olur.

Metabolizmada önemli rolü olan iki doğal kinon, plastokinon ve koenzim Q'dur. Ayrıca K vitaminleri ve birçok doğal boyar madde de kinon yapısındadırlar:

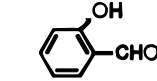


Aromatik aldehitler (Ar-CHO)

Aromatik aldehitler (Ar-CHO), aromatik halkaya doğrudan bağlı aldehit grubu içeren bileşiklerdir:



Benzaldehit



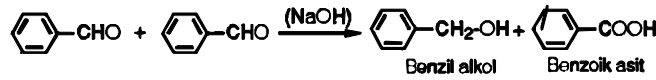
Salisilaldehyd

Benzaldehit, kaynama noktası 179°C olan, acı badem kokulu bir sıvıdır; boyarmadde, ilaç, parfüm gibi birçok bileşiğin sentezinde çıkış maddesi olarak kullanılır. Benzaldehit, doğada glikozitleri halinde bulunur; en önemli glikoziti, acı bademlerde bulunan ve ona acılık veren *amigdalindir*. *Amigdalın*, gerçekte *benzaldehydsiyanhidrinin glikozitidir*; enzimatik olarak hidrolizlendiğinde *benzaldehyd+hidrosiyamik asit+glukoz meydana gelir ki acı badem kokusu buradan ileri gelir*.

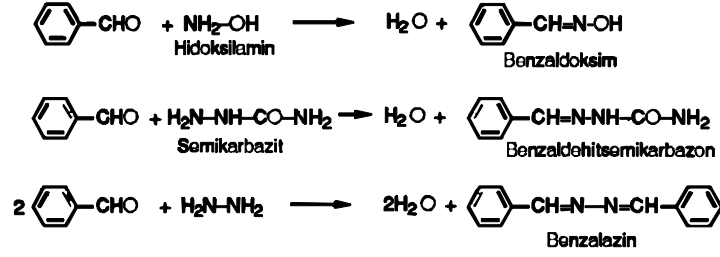
Aromatik aldehitler de diğer aldehitler gibi yükseltgenme, indirgenme, katılma ve kondensasyon reaksiyonları verirler.

Aromatik aldehitler, indirgen bileşiklerdir; güçlü yükseltgenlerle çok hızlı, hava oksijeniyle orta hızda, zayıf yükseltgenlerden olan Tollens belirteci ile sıcakta aromatik karboksilik asitlere yükseltgenirler.

Bazık ortamda iki molekül aromatik aldehitten birisi diğerine iki elektron vererek karboksilik aside yükseltgenir; elektronu alan ise alkole indirgenir:

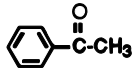


Aromatik aldehitler, H₂N-Z türü reaktiflerle kondensasyonlar vererek, fenilhidrazon, semikarbazon, gibi bir takım türevler elde edilebilir; hidrazinin (H₂N-NH₂) her iki -NH₂ grubu ile de kondensasyon vererek sadece azinler meydana gelir:

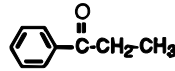


Aromatik ketonlar (Ar-CO-R veya Ar-CO-Ar)

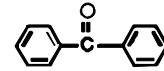
Aromatik ketonlar (Ar-CO-R veya Ar-CO-Ar), karbonil grubuna aromatik bir veya iki grubun bağlı olduğu bileşiklerdir.



Asetofenon
(Metil-fenil keton)



Propiyofenon



Benzofenon
(Difenil keton)

Karbonil grubunun bir yanında fenil grubu, diğer yanında herhangi bir grup olan aromatik ketonların genel adı "açilofenon" dur.

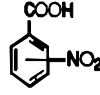
Aromatik ketonlar da diğer ketonlar gibi karbonil grubu üzerinde indirgenme, katılma ve kondensasyon reaksiyonları verebilirler.

Aromatik karboksilik asitler (Ar-COOH)

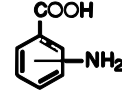
Aromatik karboksilik asitler (Ar-COOH), karboksilik asit grubunun (-COOH) doğrudan aromatik halkaya bağlı olduğu bileşiklerdir.



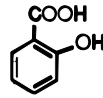
Benzoik asit



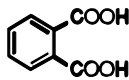
Nitrobenzoik asitler



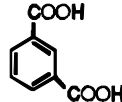
Aminobenzoik asitler



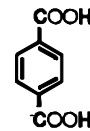
Salisilik asit
(o-hidroksibenzoik asit)



Ftalik asit



İzoftalik asit
(m-ftalik asit)



Tereftalik asit
(p-ftalik asit)

Bütün aromatik karboksilik asitler katıdır; suda az, alkolde çok çözünürler; alifatik asitlerden yaklaşık 50 kat daha güçlü asittirler. Aromatik karboksilik asitler, NaOH, Na₂CO₃ ve

NaHCO₃ ile tuz oluştururlar. Benzoik asidin sodyum tuzuna sodyum benzoat denir; bu tuzlar suda çözündüğünde anyonu hidroliz olur ve bazik reaksiyon gösterir.

Aromatik karboksilik asitlerin reaksiyonları, alifatik karboksilik asitlerinkinden farklı değildir; alkollerle ester oluştururlar, tiyonil klorür veya fosfor pentaklorürle asit klorürü oluştururlar.

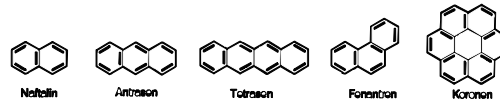
o-Aminobenzoik asit, antranilik asit olarak bilinir; amfoter bir bileşiktir; asitlerde ve bazlarda tuz oluşturarak çözünür; özellikle bir boyarmadde olan indigo sentezinde kullanılır.

o-Hidroksibenzoik asit, salisilik asit olarak bilinir; katı iğne kristalli bir maddedir; suda az çözünür; bazlarla oluşturduğu tuzlar suda çözünür. Salisilik asidin türevlerinin en önemlisi, analjezik (ağrı kesici) ve antipiretik (ateş düşürücü) olarak kullanılan aspirin (asetilsalisilik asit)'tir. Salisilik asidin başka bir türevi, kaynama noktası 223°C, sıvı bir bileşik olan metil salisilat'tır; keskin kokulu bir bileşiktir; romatizma ağrıları için dıştan sürülerek kullanılabilir. Fenil salisilat (salol), antiseptik bir maddedir; bağırsak dezenfektanı olarak kullanılabilir; suda çözünmediği için kana geçmez.

Aromatik dikarboksilik asit olan ftalik asit ve türevleri, endüstride önemli bileşiklerdir.

Kondense halkalı (bitişik halkalı) aromatik bileşikler

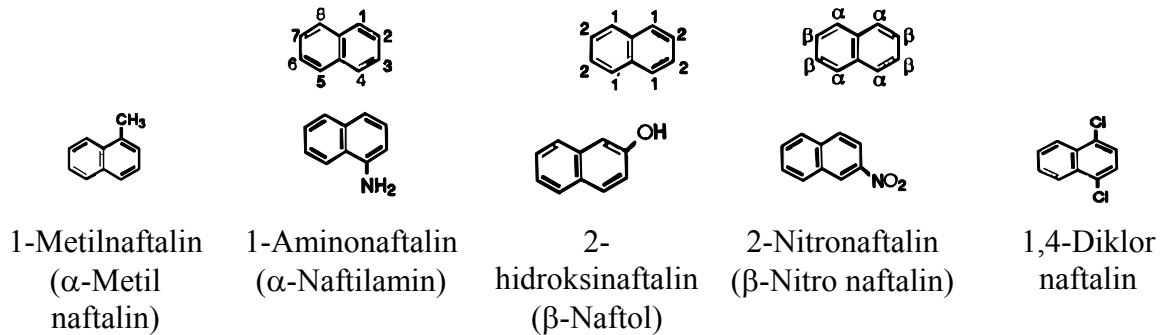
İki veya daha çok benzen halkasının bitişmesiyle oluşan bileşiklere "bitişik halkalı aromatik bileşikler" denir. Bunların en basiti, iki benzen halkasının bitişmesiyle oluşan naftalindir. Üç, dört, beş benzen halkasının çizgisel olarak bitişmesiyle sırayla antrasen, naftasen (tetrasen), pentasen, ... meydana gelir. Bitişmeler, fenantrende olduğu gibi açılı şekilde, ya da koronende olduğu gibi küme şeklinde olabilir.



Naftalin

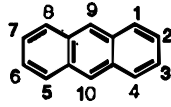
Naftalin, erime noktası 80°C, kaynama noktası 218°C, sublimleşme özelliği olan renksiz pulcuklar halinde kristalli bir bileşiktir; keskin bir kokusu vardır; suda çözünmez, organik çözücülerde çözünür. Naftalin, evlerde güve tozu olarak kullanılmaktadır.

Naftalin, halojenlenme, nitrolanma, sulfolanma gibi tipik aromatik substitüsyon reaksiyonlarını verir. Naftalin halkasında tek substitüent var ise bu, 1- veya 2- ya da α- veya β- simgeleriyle gösterilebilir; birden çok substitüent var ise bunların yerleri numaralarla belirtilir:

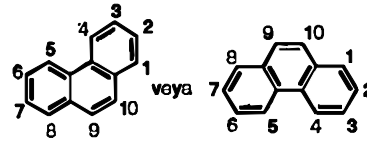


Antrasen ve Fenantren

Antrasen ve Fenantren, üç benzen halkasının bitiştiği bileşiklerdir. Antrasende çizgisel, fenantrende açılı bitişme vardır.



Antrasen



Fenantren

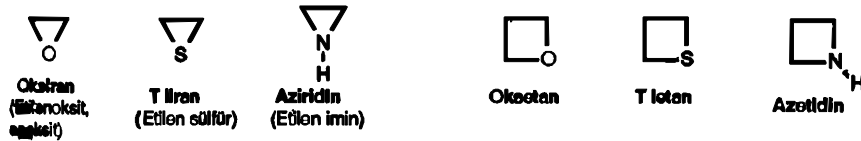
Antrasen ve fenantren taş kömürü katranında bulunur ve oradan yalıtılabilir; sentezlerde kullanılabilirler.

Heterosiklik bileşikler

Halka içi atomlarından en az biri hetero-atom olan halkalı bileşiklere “heterosiklik bileşikler” denir. Halka, 3’lü, 4’lü, 5’li, 6’lı veya daha büyük olabilir; hetero-atom ise iki veya üç bağ yapabilen oksijen (O), kükürt (S) ve azot (N) gibi herhangi bir atom olabilir.

Üçlü ve dördü halkalı heterosiklik bileşikler

Üçlü ve dördü halkalı heterosiklik bileşikler, açı gerginliğinden dolayı fazla kararlı yapıya sahip değildir. Oksijen, kükürt ve azot içeren üçlü ve dördü halkalı heterosiklik bileşikler şunlardır:



Oksiran (etilenoksit; epoksit), alkenlere perasit etkisiyle elde edilebilir. Tiiran (etilen sülfür), etilen oksidi potasyum izotiyosiyanat (potasyum rodanür) ile ısıtmak suretiyle halkadaki oksijen yerine kükürt geçirilerek elde edilebilir. Aziridin (etilen imin), etilenden çıkılarak elde edilebilir.

Oksetan, tietan ve azetidin, biri veya ikisi halojen olan 1,3-disubstitüe bileşiklerin halka kapanmasıyla elde edilebilir; bu reaksiyonlarda yan ürün olarak lineer polimerler oluşur.

Üçlü ve dördü halkalı heterosiklik bileşiklerin reaksiyonları, genelde halka açılması şeklindedir.

Beşli halkada tek hetero-atomlu bileşikler

Beşli halkada tek hetero-atom içeren bileşikler, pirol, furan ve tiyofendir.



Pirol



Furan



Tiyofen

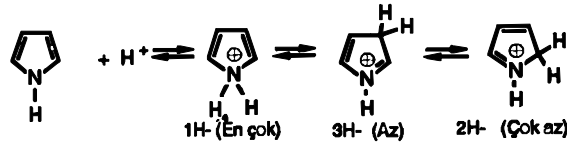
Pirol, furan ve tiyofen, aromatik özellikler gösteren oldukça kararlı bileşiklerdir.

Pirol

Pirol halka sistemi, klorofil ve “hem”i oluşturan porfirin halkasında ve dolayısıyla hemoglobin, koproporfin, üroporfin gibi bileşikler ile safra renk maddeleri olan bilirubin ve biliverdinde, vitamin B₁₂ (siyankobalamin)’deki korrin halkasında, bazı enzimlerde, prolin ve hidroksprolin amino asitlerinde ve bazı alkaloidlerde bulunur; yani doğal bir halkadır.

Pirol, kaynama noktası 131°C olan bir sıvıdır; kendine özgü ve hoş olmayan bir kokusu vardır; havada kararır; suda az, organik çözücülerde çok çözünür. Pirol, ilk kez, kemiklerin havasız ortamda ısıtılarak damıtılmasıyla oluşan kırmızı renkli katrandan yalıtılmıştır.



Pirolün N-, 2- ve 3- yerlerine proton bağlanabilir; her üçünde de pozitif yük “N” üzerinde bulunur; bunlardan NH₂⁺ türü (1H-türü), 2H- ve 3H- türlerinden daha fazladır.

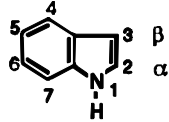


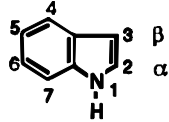
Pirol, derişik asitlerle veya ısıtılınca polimerleşir.

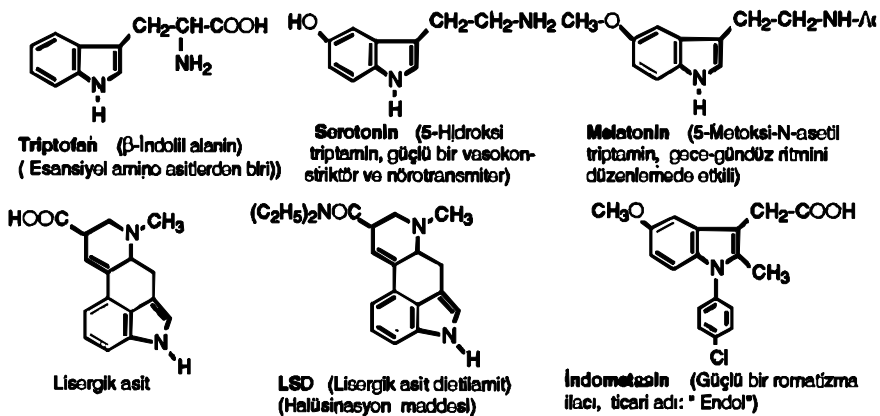
Pirol halkası etkin bir aromatik sistem olduğundan kolaylıkla aromatik substitüsyon reaksiyonları verebilir; pirol halkasını halojenleme, nitrolama, sulfolama, açilleme reaksiyonları önemlidir.



Pirolün indirgenme ürünleri, pirolin (dihidropirol; ) ve pirolidin (tetrahidropirol; )’dir. Bunların her ikisi de halkalı birer sekonder amindir; kararlıdırlar, polimerleşmezler, pirol reaksiyonlarını vermezler; bazik çözücü olarak veya kimyasal sentezlerde kullanılırlar.

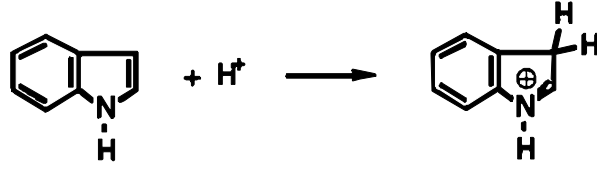


İndol (benzopirol; ) , erime noktası 52°C olan renksiz kristalli bir katıdır. İndol halkası, doğada birçok bileşikte bulunur: Bir amino asit olan triptofan, β-indolil alanindir; triptofanın metaboliti olan ve insan dışkısında bulunan skatol, β-metilindoldür; indol-3-asetik asit, bir bitki büyüme hormonudur; bazı alkaloidlerde indol halkası vardır. Fizyolojik etkisi olan bazı indol türevleri şunlardır:



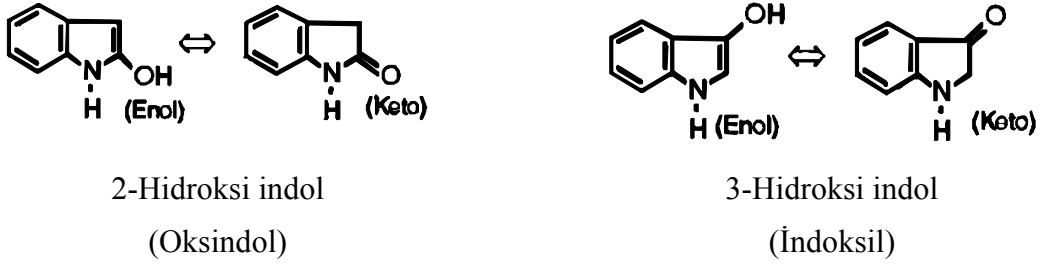
Bunlardan başka yohimbin, reserpin ve striknin de indol alkaloidleridirler.

İndol, çok zayıf bir bazdır; oldukça derişik asitlerle proton bağlayabilir; proton, en çok 3H-yerine bağlanır.

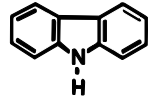


İndolün halojenlenmesi, nitrolanması, sulfolanması, açillenmesi, alkillenmesi gibi substitüsyon reaksiyonları da hemen hemen sadece 3- yerinde meydana gelir; 3- yeri dolu ise 2- yerinde meydana gelir.

2-Hidroksi indol (oksindol) ve 3-hidroksi indol (indoksil), önemli hidroksi indollerdir.



İndoksil, önemli bir boyarmadde olan indigonun çıkış maddesidir; indigo, indoksilin yükseltgen dimerleşmesiyle meydana gelir.



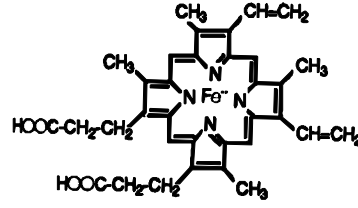
Karbazol (dibenzopirrol;), erime noktası 245°C olan kristallerdir; taş kömürü katranında bulunur.

Porfirin, 4 pirlol halkasının birbirine metilen (–CH₂–) ya da metin (–CH=) köprüleriyle bağlanarak oluşturduğu halkalı bir sistemdir. En basit porfirinler, 4 metilen köprüsü içeren porfinojen ve 4 metin köprüsü içeren porfindir.

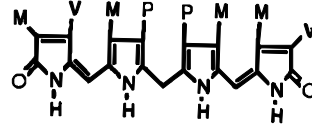


Pirlol halkaları üzerinde substitüentler bulunan porfin türevleri, porfirinler olarak bilinirler. Doğal porfirinlerde bulunan substitüentler, metil (M), etil (E), vinil (V), asetik asit (A) ve propiyonik asit (P)'tir.

Hemoglobin, kırmızı renkli önemli bir kan proteindir; hem ve globin olmak üzere iki kısımdan oluşur. Hem, porfin halkasının merkezinde Fe²⁺ koordine etmiş olan kırmızı renkli bir porfirin türevidir:



Hem, globin proteinine “prostetik grup” şeklinde bağlanarak hemoglobini oluşturur. Hemoglobin de diğer biyokimyasal bileşikler gibi parçalanır ve yeniden biyosentezlenir; hem kısmının parçalanma ürünü, halkasız bir tetrapirel olan “bilirubin”dir.





Bilirubin, demir içermez ve sarı renklidir; safra ile dışarı atılır; sarılık durumlarında idrarla da atılır.


Klorofil, bitkilerde bulunan bir fotosentez pigmentidir; yeşil renklidir; porfin halkasının merkezinde Mg^{2+} koordine etmiş bir porfirin türevidir.

Ftalosiyeninler, de halkalı tetrapirel türevleridirler, porfirinlere göre şu değişiklikler vardır: Pirel halkası, 3,4-benzopireldür; meten köprüleri nitren (=N-) şeklindedir; halka içinde Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mg, ... gibi renk verici katyonlar bulunur. Bunlar, yağlı boya pigmenti olarak kullanılırlar.

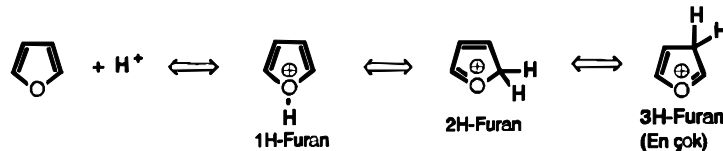
Furan

Furan () , kaynama noktası $32^{\circ}C$ olan, uçucu ve hoş kokulu bir sıvıdır; suda az çözünür, organik çözücülerde çok çözünür; çam odununun kuru damıtılmasıyla elde edilen sıvıda bulunur.

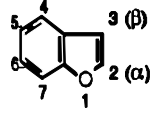
Furan türevleri, hayvansal organizmada bulunmaz, bitkilerde ise çok azdır. Pentozlara sıcakta seyreltik mineral asitlerin etkisiyle oluşan furfural () ve bundan elde edilen

tetrahidrofuran () ile heksozlara sıcakta seyreltik mineral asitlerin etkisiyle oluşan 5-hidroksi metil furfural gibi bazı furan türevleri önemlidir; nitrofuran türevleri bakterisit ilaç olarak kullanılırlar; furfural merkaptan ve 2-tiyolmetilfuran, kavrulmuş kahve kokusunu veren başlıca bileşiklerdir.

Furanın 1-, 2- ve 3- yerlerine proton bağlanabilir; pozitif yük hepsinde oksijen üzerindedir.

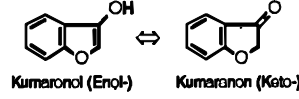


Furan, aromatik substitüsyon reaksiyonları verebilir; furan halkasını halojenleme, nitrolama, sulfolama, açılma reaksiyonları önemlidir.



Kumaron (benzofuran;), kaynama noktası 170°C olan bir sıvıdır; kararsızdır; kolay polimerleşir; kumaronadan elde edilen sentetik reçine yağlı boya katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Kumaronol, 3-hidroksi kumaronundur; enoldür. Bunun keto-şekli olan kumaranon (3-oksikumaran) daha karardır.



Tiyofen

Tiyofen (), kaynama noktası 83°C olan, benzen kokusunda bir sıvıdır; taş kömürü katranında bulunur.

Tiyofen, pirol ve furandan çok daha zayıf bir bazdır; ancak güçlü ve derişik asitlerle proton bağlayabilir.

Tiyofen, aromatik substitüsyon reaksiyonları verebilir; tiyofen halkasını halojenleme, nitrolama, sulfolama, açilleme, alkilleme reaksiyonları önemlidir.

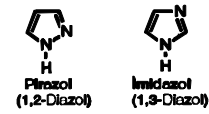


Benzotiyofen (Tiyonaften;), erime noktası 32°C, kaynama noktası 221°C olan renksiz bir bileşiktir; indolün kükürtlü karşıtıdır; sentezi ve reaksiyonları indolünkiyle benzerlik gösterir.

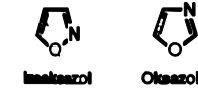
Beşli halkada birden çok hetero-atom bulunan bileşikler (Azoller)

Beşli halkada iki hetero-atom bulunan bileşiklere diazoller denir; bunlar 1,2-diazoller ve 1,3-diazoller olmak üzere iki farklı şekilde olabilirler. Beşli halkada üç hetero-atom bulunan bileşiklere triazoller, dört hetero-atom bulunanlara ise tetrazoller denir. Bunlara “azol” denmesinin nedeni, hetero-atomlardan en az birinin azot olmasıdır; azotla birlikte oksijen içerenlere oksazol, kükürt içerenlere ise tiyazol denir.

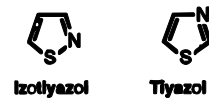
İki azotlu diazoller:



Azot ve oksijenli azoller:



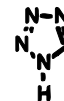
Azot ve kükürtlü azoller:

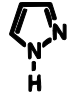


Triazoller:

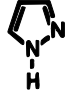


Tetrazol





Pirazol (1,2-diazol; H)



Pirazol (1,2-diazol; H), erime noktası 70°C, kaynama noktası 188°C olan renksiz, kararlı bir bileşiktir; aromatik özellikler gösterir; bazlık özelliği zayıftır.



Pirazolin (H) ve **pirazolidin** (H), pirazolün indirgenme ürünleridirler. Pirazolin ve pirazolidinde aromatik özellik kaybolmuştur; bunlar, azot içeren halkalı bazlardır.

Pirazolinlerin 4-keto- veya 5-keto- türevleri, pirazonlardır. 1-fenil-3-metil-5-pirazolon, ticari adı antipirin ve piramidon olan bazı ilaçların çıkış maddesidir.

İndazol, benzo-pirazoldür.

1,3-azoller (İmidazol, oksazol ve tiyazol)

Oksazol ve tiyazol, piridin kokusunda, sıvı ve kararlı bileşiklerdir; imidazol, çok daha kararlı, renksiz ve kokusuz katı bir bileşiktir. İmidazol, oksazol ve tiyazol, suda ve organik çözücülerde çözünürler; bazlık bakımından imidazol, diğerlerinden daha güçlü bir bazdır.

İmidazol ve tiyazol doğal halkalardır; doğada bulunan birçok bileşikte imidazol ve tiyazol halkası bulunur. İmidazol ve tiyazol halkası içeren birçok sentetik ilaç da yapılmıştır.

İmidazol, yarı-eksojen bir amino asit olan histidinde, adenin ve guanin gibi pürin bazlarında, ürik asitte, hidantoin gibi ilaçlarda, B grubu vitaminler arasında yer alan biotin yapısında bulunur. Histidin kalıntısı içeren birçok enzim vardır; bunların çoğu hidrolitik enzimlerdir ve imidazol kısmı enzimin aktif merkezini oluşturur. Hormon etkisi gösteren histamin de 4-β-aminoetilimidazoldür.

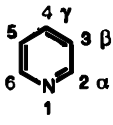
Tiyazol halkası, vitamin B₁ (tiyamin)'in etkin halkasını oluşturur. Tiyamin pirofosfat (TPP), pirüvik asidi asetil-CoA'ya dönüştüren pirüvat dehidrojenaz enzim kompleksinin dekarboksilaz kısmının bir koenzimidir. Bir sülfonamid olan sülfatiyazol ile antibiyotik olan battromisin ve penisilinin yapısında da tiyazol halkası bulunmaktadır.

Altılı halkalı heterosiklik bileşikler

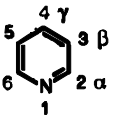
Altılı halkalı heterosiklik bileşiklerde, halkada tek veya daha çok hetero-atom bulunabilir; “S” içerenler kararsız olduğundan önemli değildir.

Altılı halkada tek hetero-atom olarak “N” bulunan heterosiklik bileşikler

Altılı halkada tek hetero-atom olarak “N” içeren bileşik, piridindir.



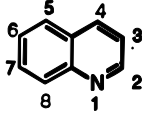
Piridin (1)



Piridin (1), suda ve organik çözücülerde çözünen kötü kokulu bir sıvıdır; organik kimyada ve endüstride çözücü olarak, bazik katalizör olarak ve bazı piridin türevlerini sentezlemek için kullanılır. Piridoksin (vitamin B₆), nikotin, nikotinik asit (niasin), nikotinamid, nikotinamid adenin dinükleotid (NAD), nikotinamid adenin dinükleotid fosfat

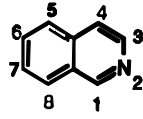
(NADP) önemli piridin türevlerinden bazılarıdır. Nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADP), yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinde görevli enzimler için gerekli koenzimlerdir.

Benzopiridinler, piridin halkasına bitişik benzen türevleridirler:



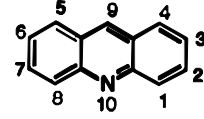
Kinolin

(2,3-benzopiridin)



İzokinolin

(3,4-benzopiridin)



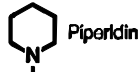
Akridin

(2,3;5,6-dibenzopiridin)

Kinolin, kaynama noktası 239°C olan bir sıvıdır; kokusu piridin kadar kötü değildir; organik kimyada yüksek derecede kaynayan bazik bir çözücü olarak ve bazı sentezlerde kullanılır.

İzokinolin, erime noktası 30°C olan, renksiz kristalli bir bileşiktir. İzokinolin halkası, doğal bileşiklerden morfin, papaverin gibi haşhaş alkaloitlerinde ve emetin gibi diğer alkaloitlerde bulunur.

Akridin, erime noktası 110°C olan, renksiz katı bir maddedir. Akridinin bazı türevleri ilaç ve boya olarak kullanılmaktadır.

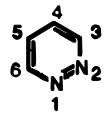


Piperidin

Piperidin (H), siklohegzan yapısında halka yapılıdır. Analjezik ve narkotik etkili bir bileşik olan dolantin, piperidin türevidir.

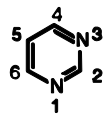
Altılı halkada iki azot bulunan heterosiklik bileşikler (Diazinler)

Altılı halkada iki azot içeren heterosiklik bileşikler, piridazin (1,2-diazin), pirimidin (1,3-diazin) ve pirazin (1,4-diazin)'dir. Bunların benzen halkası ile bitişik türevleri de piridazininkiler sinnolin ve ftalizin, pirimidininki kinazolin, pirazininki kinoksalindir; pirazinin dibenzo-türevi de fenazindir.



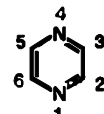
Piridazin

(1,2-diazin)



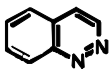
Pirimidin

(1,3-diazin)

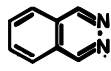


Pirazin

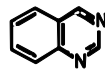
(1,4-diazin)



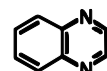
Sinnolin



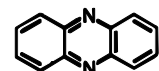
Ftalazin



Kinazolin

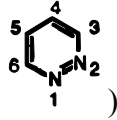


Kinoksalin

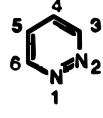


Fenazin

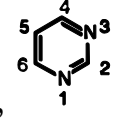
Diazinlerin en önemli özellikleri, elektrofilik substitüsyon reaksiyonlarına karşı çok dirençli olmalarıdır; nitrolanma ve sulfolanma reaksiyonlarını vermezler, halojenlenmeleri ise çok sınırlıdır.



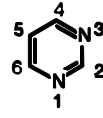
Piridazin (1,2-diazin,)



Piridazin (1,2-diazin,), kaynama noktası 205°C olan sıvı bir bileşiktir. Piridazin türevlerine doğada rastlanmaz.

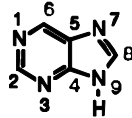


Pirimidin (1,3-diazin,)

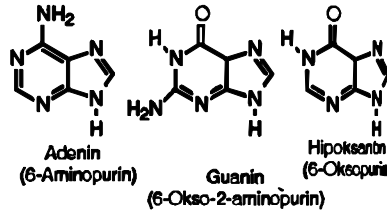


Pirimidin (1,3-diazin,), kaynama noktası 124°C olan renksiz bir sıvıdır. Pirimidin halka sistemi, doğada en yaygın bulunan bir heterosiklik halka sistemidir. Pirimidin türevleri olan urasil, timin ve sitozin ile pirimidinin imidazol bitişik halkalı türevleri olan pürinler (adenin ve guanin), yaşamın özünü oluşturan nükleik asitlerde bulunurlar. Kahve ve çayın etkin bileşiği olan kafein de bir pürin türevidir. Vitamin B₁ (tiyamin)'de, riboflavinde ve folik asitte de pirimidin halkası vardır. *Vitamin B₁ (tiyamin)'nin yapısında, metilen köprüleri ile birbirine bağlanmış tiyazol ve pirimidin halkaları yer almaktadır.*

Pürin, imidazol ve pirimidin halkalarının kaynaşmış şeklidir.



Pürinin amino- ve hidroksi türevleri olan adenin, guanin ve hipoksantin, nükleik asitlerin temel ögesi olan heterosiklik bazlardır.

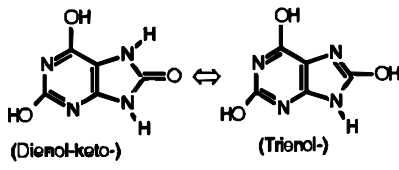


Nükleik asitler, DNA (deoksiribonükleik asit) ve RNA (ribonükleik asit) olmak üzere iki türdür. Adenin ve guanin DNA ve RNA'da bulunur; hipoksantin ise RNA'nın bir türü olan mRNA'da bulunur.

Nükleik asitler, yaşamın anahtar bileşikleridirler. DNA'lar, genetik bilgilerin saklanması ve kuşaktan kuşağa aktarılmasını üstlenmişlerdir; RNA'lar ise genetik bilgilerin yapısal proteinlere ve enzimler gibi fonksiyonel proteinlere çevrilmesini üstlenmişlerdir. DNA'nın biyosentezine "replikasyon" denir; DNA'ya bağımlı olarak RNA'ların biyosentezine "transkripsiyon" denir; mRNA, rRNA ve tRNA türlerinin hep birlikte gerçekleştirdikleri protein biyosentezine "translasyon" denir.

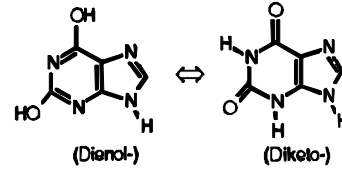
Yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinde görevli enzimler için gerekli koenzimler olan nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADP), flavin adenin dinükleotid (FAD), canlılarda enerjinin moleküler taşıyıcısı olan adenozin trifosfat (ATP) yapısında pürin halka sistemi bulunmaktadır.

Ürik asit (2,6-dihidroksi-8-oksopürin) ve ksantin de önemli pürin türevleridirler.



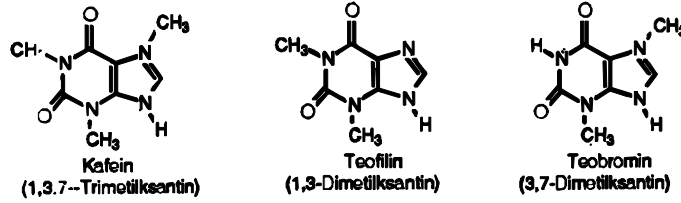
Ürik asit

(2,6-dihidroksi-8-oksopürin)

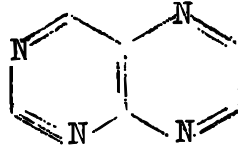


Ksantin

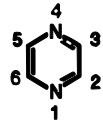
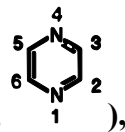
Kafein, 1,3,7-trimetil ksantindir; kahve ve çayda bulunur; merkezi sinir sistemini uyaran bir bileşiktir. Teofilin ve teobromin de sırasıyla 1,3- ve 3,7-dimetil ksantinlerdir; çayda bulunurlar; her ikisi de diüretik (idrar söktürücü) bileşiklerdir.



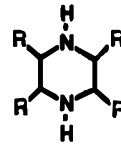
Pteridin de pirimidin ve pirazin halkalarının kaynaşmış şeklidir:



Pteridin halkası, suda çözünen vitaminlerden olan folik asidin ve riboflavinin yapısında bulunur. Yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinde görevli enzimlerin koenzimi olan flavin adenin mononükleotid (FMN) ve flavin adenin dinükleotidin (FAD) yapısında pteridin halkası bulunmaktadır.

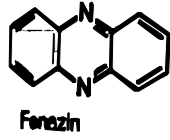


Pirazin (1,4-diazin, $\begin{matrix} 4 \\ 5 \text{---} 6 \\ 1 \end{matrix}$), erime noktası 57°C olan renksiz kristalli bir bileşiktir. Pirazin türevleri doğada yaygın değildir, yine de rastlanır; örneğin aspergilik asit ve ateş böceğinin salgıladığı karanlıkta ışıldayan madde olan lusiferin, pirazin türevleridirler. Pirazinin



Kinoksalin (Benzopirazin), erime noktası 27°C, kaynama noktası 229°C olan bir bileşiktir; bazı türevleri doğada bulunur; örneğin keleklerin kanatlarındaki renkli maddeler kinoksalin türevleridirler.

Dibenzo-pirazinler, fenazin, fenoksazin ve fenotiyazin ile bunların türevleridirler.



Dibenzo-pirazinler, doğada bulunmazlar; ancak bazı önemli boyarmadde ve ilaçların temel molekül yapılarını oluştururlar.

Altılı halkada bir oksijen bulunan heterosiklik bileşikler

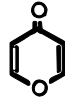
Altılı halkada bir oksijen bulunan bileşikler, kararlı olan pirilyum katyonu, α -piron ve γ -piron ile kararsız olan α -piran ve γ -pirandır.



Pirilyum katyonu



α -piron



γ -piron



α -piran

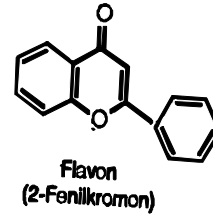
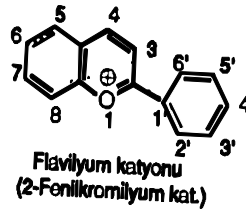
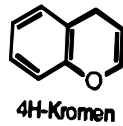
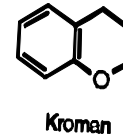
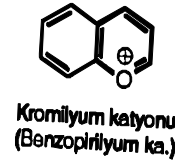
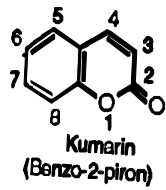


γ -piran

(Kumalin)

Altılı halkada bir oksijen bulunan bileşikler doğada bulunmazlar; ancak bazı benzo- türevleri bitkilerde yaygın olarak bulunur.

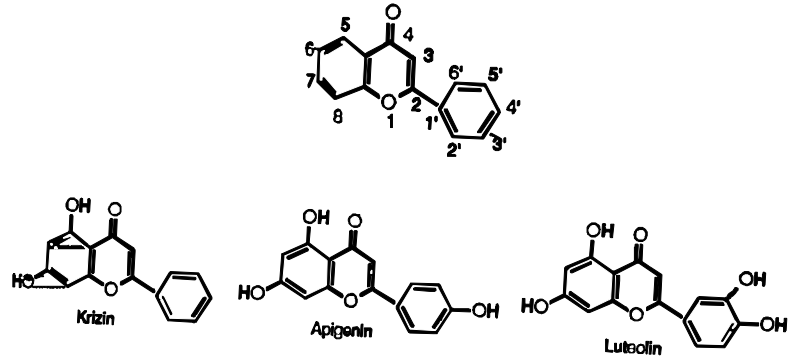
Benzopiranlar, piron halkasına bitişik benzen türevleridirler:



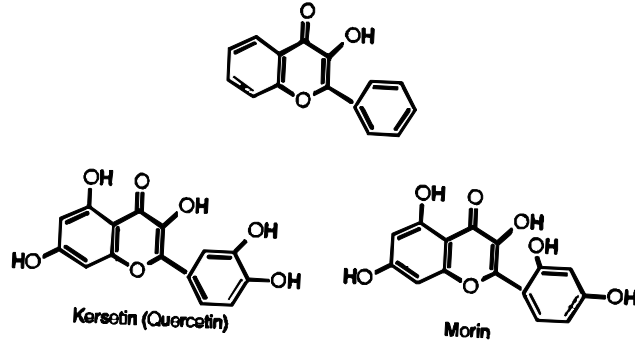
Benzopiranlardan kumarin türevleri, kromon türevlerinden olan flavonlar ve kromilyum katyonu türevleri olan flavilyum tuzları doğada, bitkilerde yaygın olarak bulunurlar.

Flavonoid bileşikler, falavon (2-fenilkromon)'un bitkiler aleminde yaygın olarak bulunan türevleridirler. Bunlardan 3-OH içerenlere flavonoller denir; 2,3- çift bağı indirgenmiş olanlara flavanlar denir; fenil grubu 3- yerinde olanlara izoflavonlar denir. Genellikle bu bileşikler sarı renkli bitkisel pigmentlerdir:

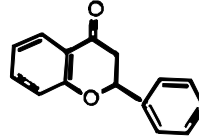
Flavon:



Flavonol:



Flavan:



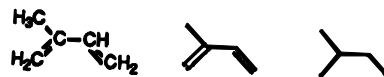
Flavonoidler, bitkilerde serbest halde değil, glikozitleri halinde bulunurlar. Örneğin apigeninin 7- yerine şeker bağlanmış glikoziti apiin adını alır; kersetinin 3- yerine ramnoz bağlanmış glikoziti kersitrin (quercitrin) adını alır.

Antosiyaninler, çiçeklerin kırmızı ve mavi rengini veren doğal pigmentlerdir; molekül yapıları 2-fenilkromilyum katyonu şeklindedir. Bunlar, doğada glikozitleri halinde bulunurlar; glikozit durumlarına antosiyanidinler denir. Kırmızı gül ve gelincikte siyanin (glikoziti siyanidin), mavi çiçekli menekşede ise malvin (glikoziti malvidin) bulunur.

Plastosiyeninler, siyanin molekülünün bir proteine bağlı olduğu doğal bileşiklerdir; bitkilerin yaprak hücrelerinde bulunan kloroplastlardaki foto-sistemlerde bulunurlar ve fotosentezin bazı ara basamaklarında elektron aktarma rolü görürler.

Terpenler ve steroidler

Terpenler

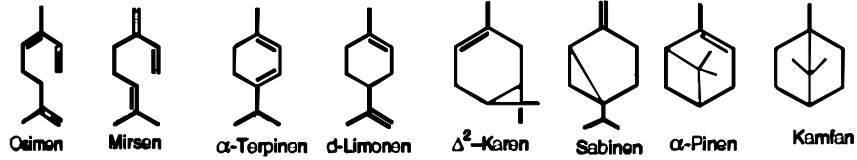


Terpenler, izopren (2-metil-1,3-butadien;) oligomerleri olarak tanımlanabilirler; doğada yaygın olarak bulunan bileşiklerdir; genellikle bitkilerde bulunurlar ve küçük molekülü olanlar bitkilerin yaprakları, çiçekleri ve meyve kabuklarının seçkin kokularını oluştururlar.

İzopren, C₅ bileşigidir; doğada bulunmaz; bunun oligomerleri yani C₁₀, C₁₅, C₂₀, C₃₀, C₄₀ bileşikleri doğada bulunurlar. İzopren oligomerlerinden C₁₀ olanlara monoterpenler, C₁₅ olanlara seskiterpenler, C₂₀ olanlara diterpenler, C₃₀ olanlara triterpenler, C₄₀ olanlara tetraterpenler denir.

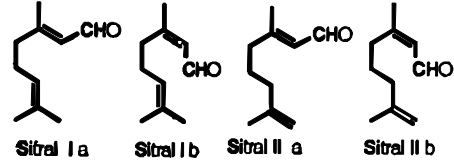
Terpenler, doymuş veya doymamış, düz zincirli veya halkalı hidrokarbon olabileceği gibi, alkol, aldehit veya keton grupları içerebilirler.

Monoterpenlerden molekülünde sadece karbon ve hidrojen bulunan terpenler (hidrokarbon terpenler), bitkilerde bulunurlar. Bunların en çok rastlandığı bitkiler, çam türleri, ökaliptüs ve turuncgillerdir; monoterpen olan örnekler şunlardır:

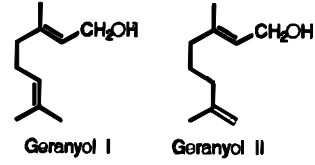


Molekülünde oksijen içeren monoterpenler, genelde aldehit veya alkol şeklindedirler. Aldehit ve alkol şeklinde olan bazı monoterpenler şunlardır:

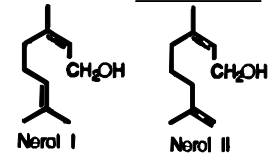
Sitral izomerleri:



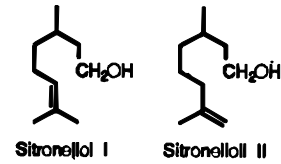
Geranyol izomerleri:



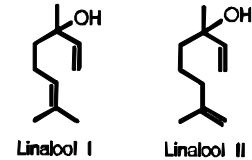
Nerol izomerleri:



Sitronellol izomerleri:

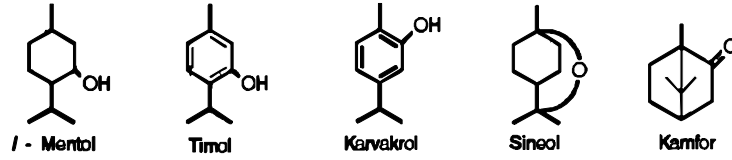


Linalool izomerleri:



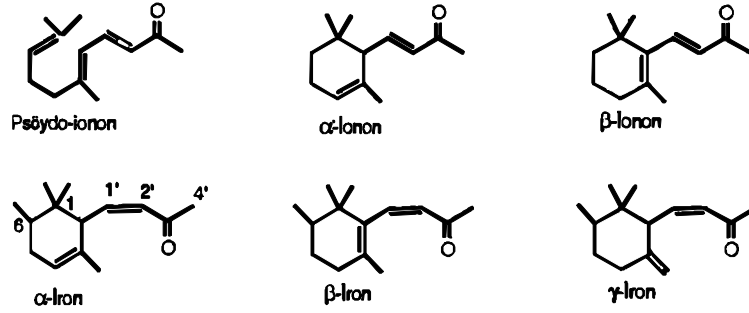
Molekülünde oksijen içeren monoterpenlerin kokuları daha belirgin ve daha hoştur; bunlar genellikle parfüm ve kolonya üretiminde kullanılırlar. Örneğin gül yağında yaklaşık %30 oranında geranyol bulunur.

Molekülü halkalı ve oksijen içeren monoterpenlerden mentol, timol, karvakrol, sineol ve kamfor önemlidir.

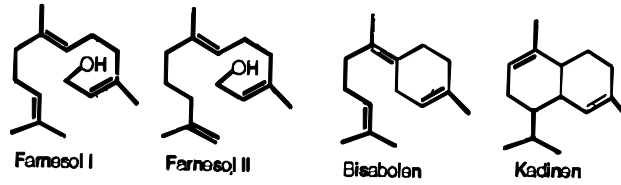


Mentol nane yağında, timol ve karvakrol kekik yağında, sineol okaliptüs yağında bulunurlar. Bütün bu bileşiklerin mikrop öldürücü etkileri vardır; hekimlikte kullanılırlar.

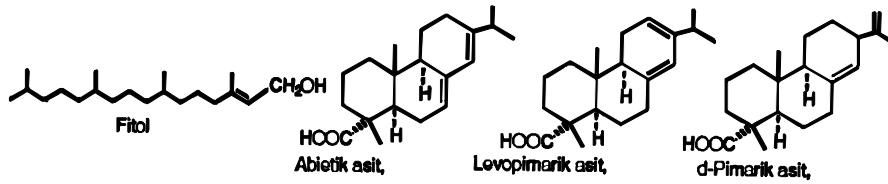
İononlar ve ironlar, menekşe bitkisinin çiçeklerinde ve yapraklarında bulunan hoş kokulu uçucu yağlardır. İononların kapalı formülleri $C_{13}H_{20}O$, ironların ise $C_{14}H_{22}O$ şeklindedir; tam anlamıyla terpenler sınıfına girmezler ama, uçucu bitki yağı ve güzel kokulu olmaları nedeniyle terpenlerden sayılırlar.



Seskiterpenlerden farnesol, bisabolen ve kadelen, bitkisel uçucu yağlarda yaygın olarak bulunurlar.

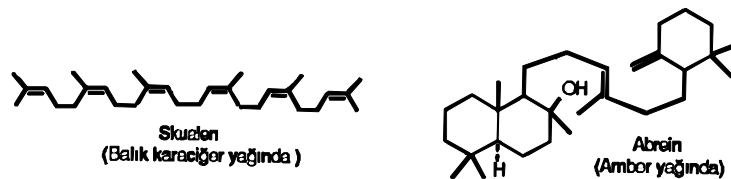


Diterpenlerin en yaygın iki örneği, fitol ($C_{20}H_{36}O_2$) ve reçine asitleri ($C_{20}H_{30}O_2$)'dir.

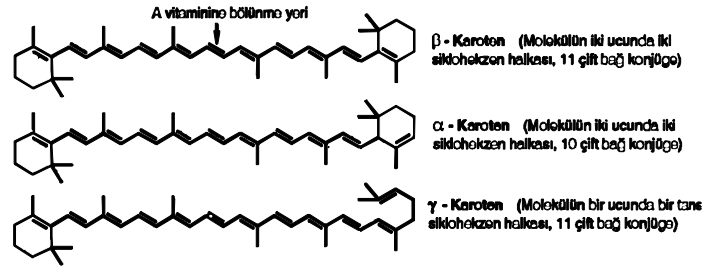


Fitol, klorofil molekülünün uzun yan zincirini oluşturan bir allil alkol türevidir; reçine asitleri ise, çam reçinesinin katı kısmının temel bileşenlerini oluştururlar.

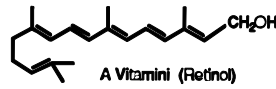
Triterpenler, çoğunlukla hayvansal kökenlidirler. Skualen ($C_{30}H_{50}$), düz zincirli ve doymamış bir hidrokarbondur; balık karaciğeri yağında bulunur. Abrein ($C_{30}H_{52}O$) ise bisiklik altılı iki halka içerir; amber yağında bulunur.



Tetraterpenler, karotenler veya karotenoidler olarak da bilinirler; havucun portakal renkli pigmentlerini oluştururlar. α -, β -, γ - olmak üzere üç tür karoten vardır; β -karoten, vitamin A'nın provitaminidir; karaciğerde vitamin A'ya dönüştürülür.



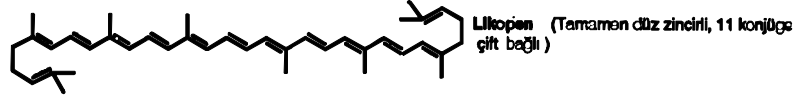
β -karoten molekülünün tam orta yerinden bölünmesiyle iki tane vitamin A (retinol) molekülü meydana gelir.



Vitamin A (retinol), renksiz yağsı bir bileşiktir; görme olayında ve epitel dokunun gelişiminde rolü vardır.

Karotenler, yeşil yapraklarda da bulunurlar; fotosentezin yardımcı pigmentleridirler; fotosentez etkinliğini yeşil ışığa kadar genişletirler.

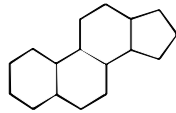
Molekülünde halka bulunmayan yani düz zincirli, doymamış bir tetraterpen olan likopen, domateste bulunur ve onun kırmızı rengini verir.



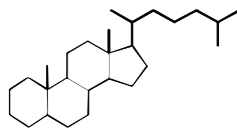
Steroidler

İzopren (2-metil-1,3-butadien)'den türeyen bileşikler, genel olarak izoprenoidler diye bilinirler. Siklik izoprenoidlerin yaygın bir grubu da steroidlerdir.

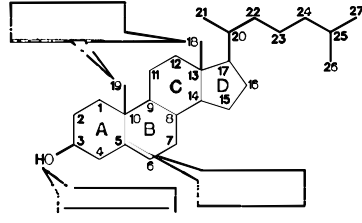
Steroidler, doymuş bitişik dört halka içeren, gonan (steran) olarak bilinen bir çekirdek yapı ile karakterizedirler:



Birçok steroidin temel yapı taşı kolestandır; bu da steroid çekirdeğinin sonunda bir yan zincir içerir:

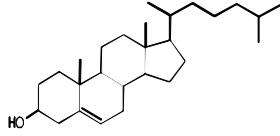


Steran yapısı içindeki halkalar, A, B, C, D harfleri ile simgelenirler ve karbon atomları numaralanmıştır. Hayvansal kökenli önemli bir sterol olan kolesterolün molekül yapısı şu şekildedir:

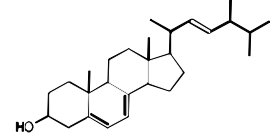


Steroidlerin en önemli üç sınıfı, steroller, safra asitleri ve steroid hormonlardır:

Steroller:

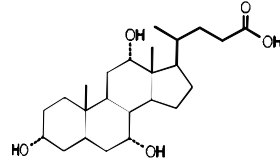


Kolesterol

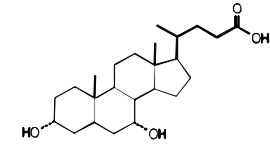


Ergosterol

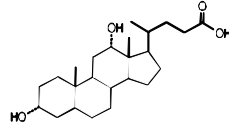
Safra asitleri:



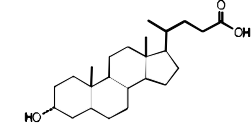
Kolik asit



Kenodeoksikolik asit

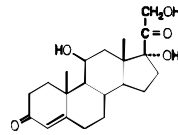


Deoksikolik asit

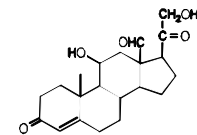


Litokolik asit

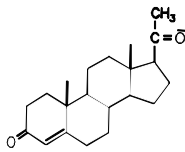
Steroid hormonlar:



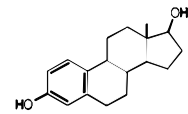
Kortizol



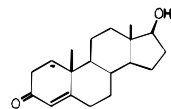
Aldosteron



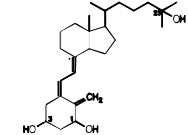
Progesteron



Östradiol



Testosteron



Kalsitriol
(Aktif vitamin D₃)