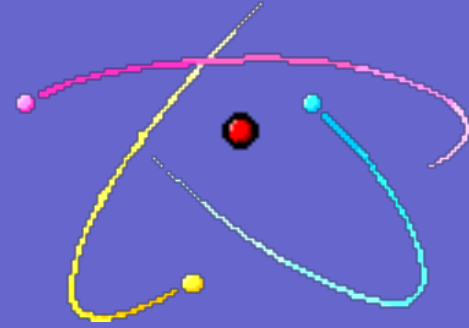


# AROMATİK HİDROKARBONLAR



Prof. Dr. Yavuz TAŞKESENLİGİL  
MFBE Bölümü Kimya Eğitimi  
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

# Aromatiklik Kavramı

- Aromatik sözcüğü “**kokulu**” anlamına gelir.
- Kimyanın ilk gelişme evresinde, bilinen hidrokarbonların çoğu kokulu olduğu için, bu bileşikler “**aromatik hidrokarbonlar**” olarak sınıflandırılmıştır.
- Ancak günümüzde, her kokulu bileşiğe aromatik bileşik denilmediği gibi, her aromatik bileşiğin kokulu olması da beklenemez.

# Aromatiklik Kavramı

- Günümüzde aromatikliğin tanımı çok farklıdır.

Bir bileşiğin aromatik olması için, aşağıda sıralanan şartları sağlaması gerekir.

1. Bileşik halkalı yapıda olmalı,
2. Halka düzlemsel olmalı,
3. Halkada konjuge çift bağlar bulunmalı,

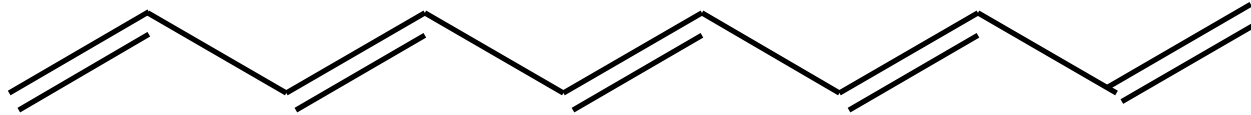
# Aromatiklik Kavramı

4. Halka,  $(4n+2)$  sayıda  $\pi$ -elektronu taşımalı (**Hückel Kuralı**).

  - Burada;  $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$  veya daha büyük pozitif bir tam sayıdır.
  - Bu tanıma göre; 2, 6, 10, 14 ve 18 tane  $\pi$ -elektronu olan, konjuge çift bağlara sahip düzlemsel halkalar, **aromatiktir**.

# Konjuge Çift Bağlar

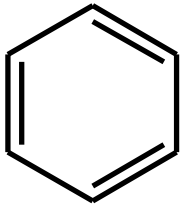
- Bir yapıda; çift-tek, çift-tek, çift-tek şeklinde düzenlenen bağlara **konjuge çift bağlar** denir.



konjuge çift bağlar

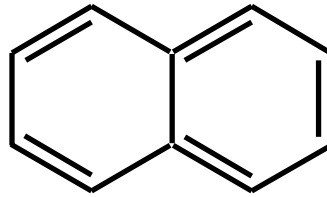
# Aromatik Hidrokarbon Örnekleri

- **Benzen**, **naftalin** ve **antrazen** aromatiklik şartlarını sağlayan hidrokarbon örnekleridir.



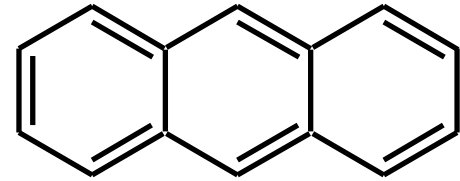
benzen

(6  $\pi$ -elektronu)



naftalin

(10  $\pi$ -elektronu)



antrazen

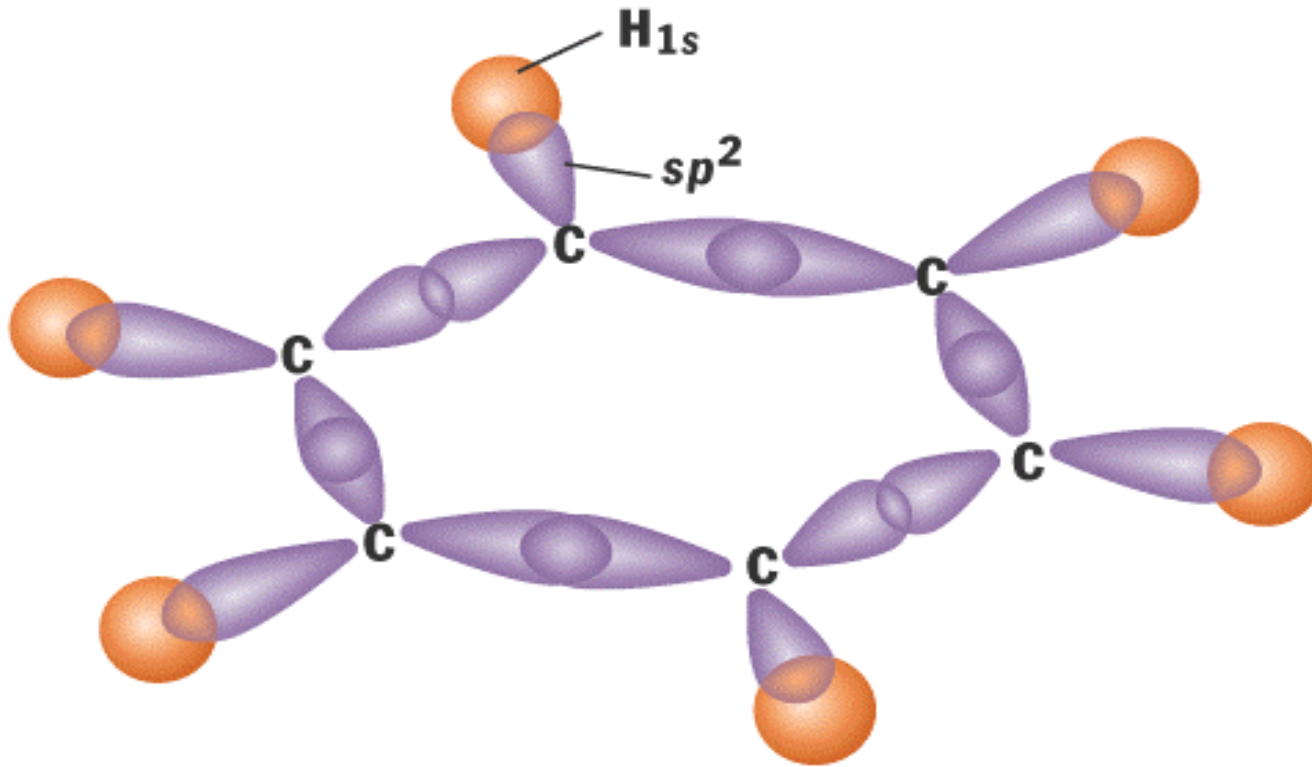
(14  $\pi$ -elektronu)

# Benzende bağlanma

- Benzen molekülündeki bütün karbon atomlarının melezleşme şekli,  $sp^2$ 'dir.
- $sp^2$ -Melez orbitalleri düzlemsel olduklarından, benzen halkası ve diğer aromatik halkalar da **düzlemsel geometriye** sahiptirler.

# Benzen'de sigma ( $\sigma$ -) bağları

- Her bir karbon atomu,  $sp^2$  melez orbitallerini kullanarak 3 tane  $\sigma$ -bađı yapar.

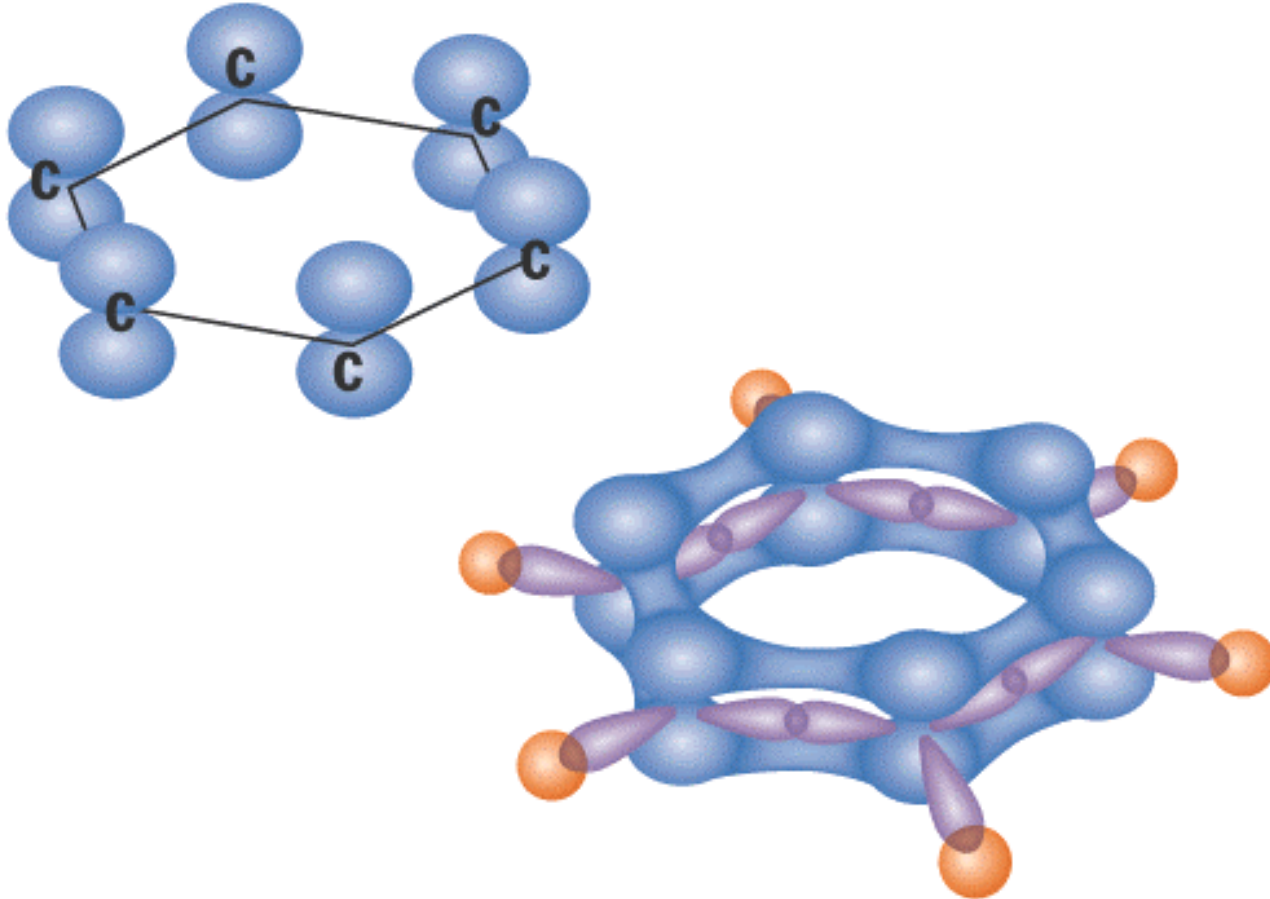




# Benzen'de pi ( $\pi$ -) bağları

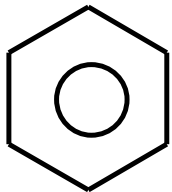
- Karbon atomlarının melezleşmeye katılmamış p-atomik orbitalleri, eksenleri paralel olacak şekilde yandan örtüşerek,  $\pi$ -bağlarını oluştururlar.

# Benzen'de pi ( $\pi$ -) bağları

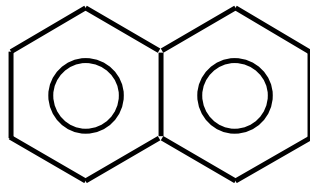


# Benzende bağlanma

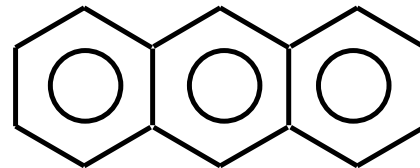
- p-Orbitalleri arasındaki **tam örtüşmeden dolayı**, benzen ve diğer aromatik hidrokarbonlarda, çoğu zaman halka içerisine **bir daire** yerleştirilir.



benzen



naftalin



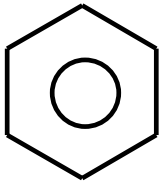
antrasen

# Aromatik Bileşiklerin Adlandırılması

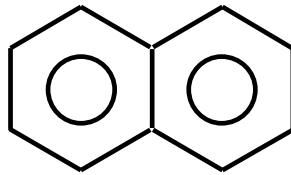
- Aromatik bileşikler, daha çok **özel** (**yaygın**) **adları** ile bilinirler.
- Aromatik bileşikler, buldukça yada sentez edildikçe, **kaynağına** yada **özelliklerine** bağlı olarak bu adlar verilmiştir.

# Aromatik Bileşiklerin Adlandırılması

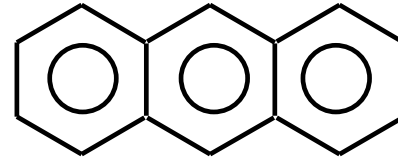
- Benzen, naftalin ve antrasen birer yaygın ad'dır.



benzen



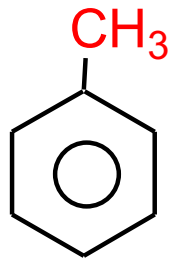
naftalin



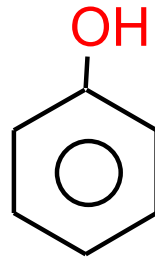
antrasen

# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması

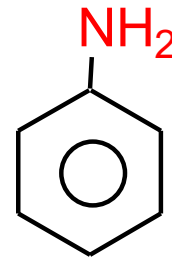
- Benzenden türeyen bileşiklere, **benzen bileşikleri** denir.
- **Mono sübstitüe** (**halkaya yalnızca bir atom yada grup bağlı**) benzen bileşiklerinin çoğusu, sistematik olmayan **özel** adlarla bilinir.



toluen

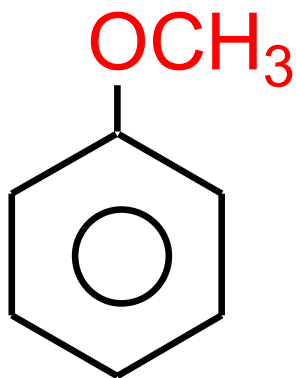


fenol

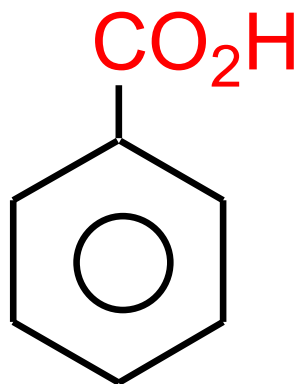


anilin

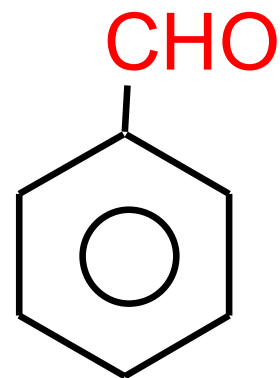
# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması



anisol



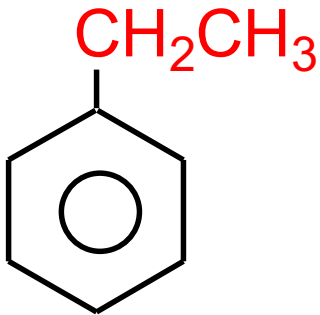
benzoik asit



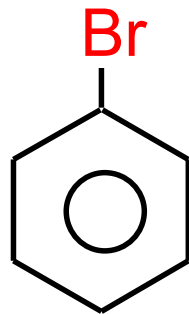
benzaldehit

# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması

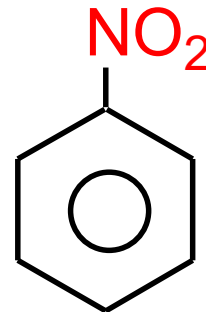
- Bazı benzen bileşikleri adlandırılırken, önce halkaya bağlı atom yada grubun adı ve sonra benzen adı bitişik bir şekilde yazılır.



etilbenzen



brombenzen



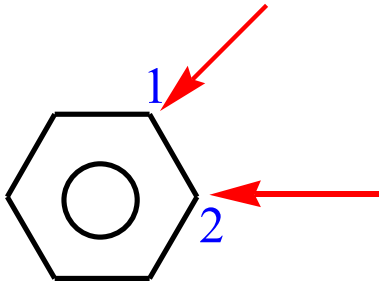
nitrobenzen



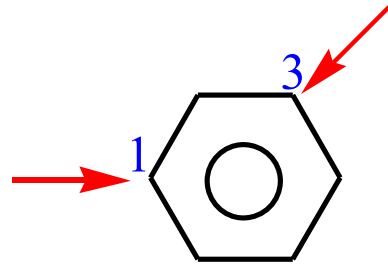
# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması

- **Disüstitüe** (iki atom yada grup bağlı) benzen bileşikleri, sayılar verilerek yada **orto** (o-), **meta** (m-) ve **para** (p-) önekleri kullanılarak adlandırılır.
- **Orto-** öneki, halkaya bağlı iki atom yada grubun **1,2-konumunda** olduğunu belirtir.
- **Meta-** öneki, **1,3-konumunu** ve **para-** öneki ise **1,4-konumunu** gösterir.

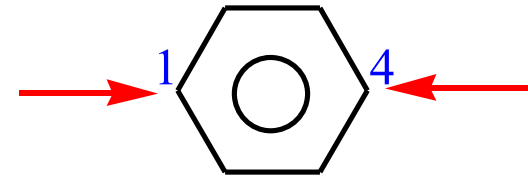
# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması



orto yada o-



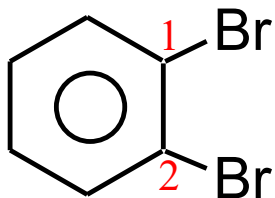
meta yada m-



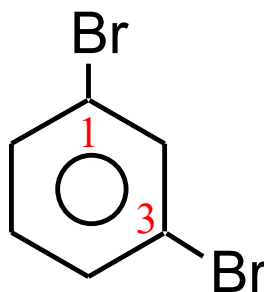
para yada p-

# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması

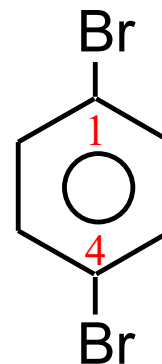
- Disüstitüe benzen bileşiklerine örnekler:



**o-dibrombenzen**  
(1,2-dibrombenzen)



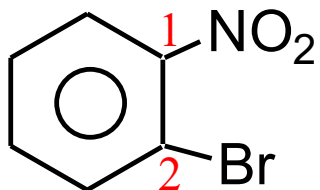
**m-dibrombenzen**  
(1,3-dibrombenzen)



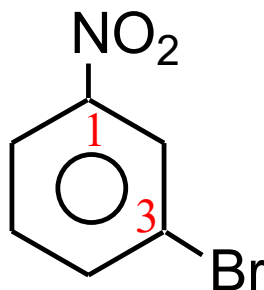
**p-dibrombenzen**  
(1,4-dibrombenzen)

# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması

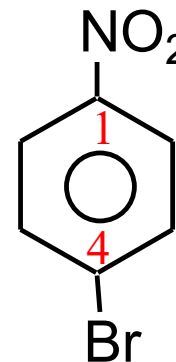
- Disüstitüe benzen bileşiklerine örnekler:



**o-bromnitrobenzen**  
(2-bromnitrobenzen)



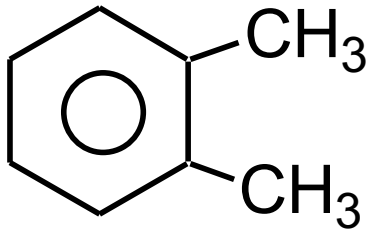
**m-bromnitrobenzen**  
(3-bromnitrobenzen)



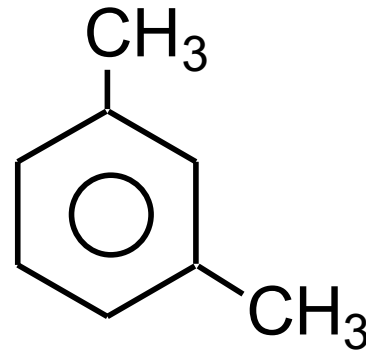
**p-bromnitrobenzen**  
(4-bromnitrobenzen)

# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması

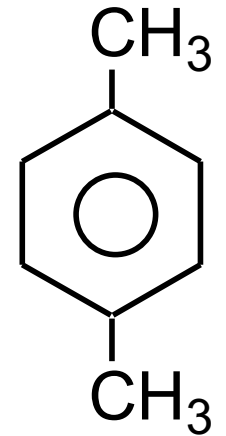
- Dimetilbenzenler **ksilenler** olarak adlandırılır.



**o-ksilen**



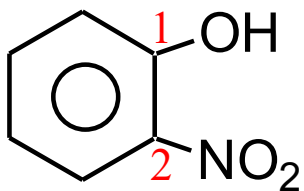
**m-ksilen**



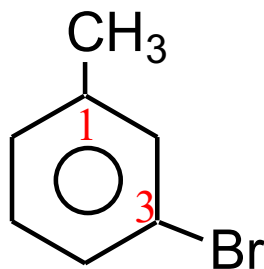
**p-ksilen**

# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması

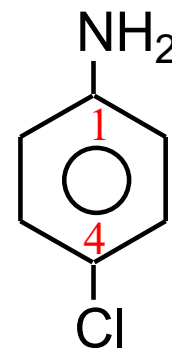
- Benzen halkasına iki yada daha fazla grup bağlı olması durumunda, bağlı gruplardan biri **bileşiğe özel bir ad verilmesine yol açıyorsa**, bileşiğin adı bu özel ad'dan türetilir.



**o-nitrofenol**  
**(2-nitrofenol)**

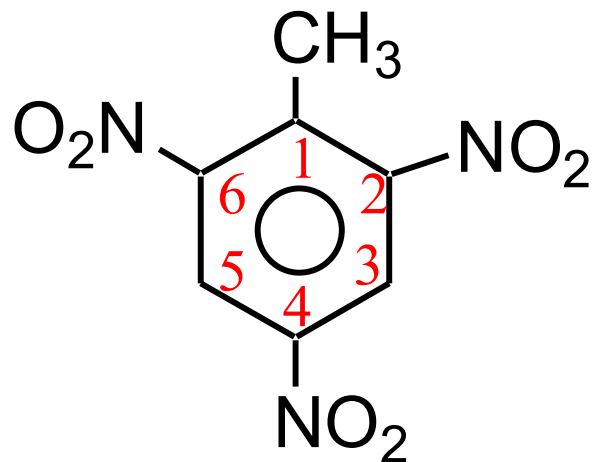


**m-bromtoluen**  
**(3-bromtoluen)**

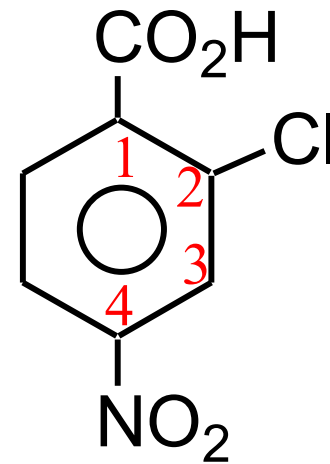


**p-kloranilin**  
**(4-kloranilin)**

# Benzen Bileşiklerinin Adlandırılması



2,4,6-trinitrotoluen  
(TNT)



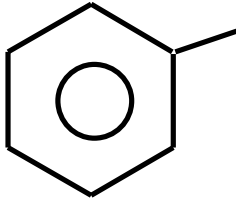
2-klor-4-nitrobenzoikasıit

# Aromatik Bileşiklerin Adlandırılması

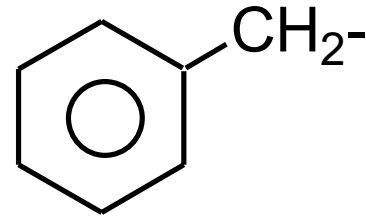
- Aromatik hidrokarbonlardan bir hidrojen uzaklaştırıldığında, geri kalan gruba **aril grubu** (**Ar-**) denir.
- Belli başlı aril grupları ve türevlerine örnekler şunlardır.



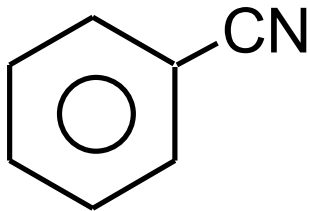
# Aromatik Bileşiklerin Adlandırılması



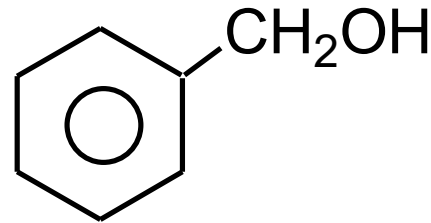
fenil grubu



benzil grubu

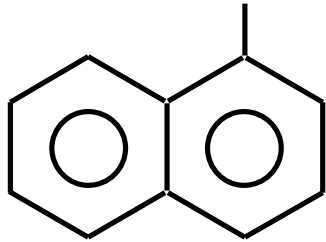


fenil siyanür

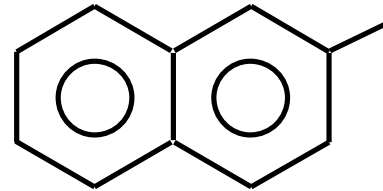


benzil alkol

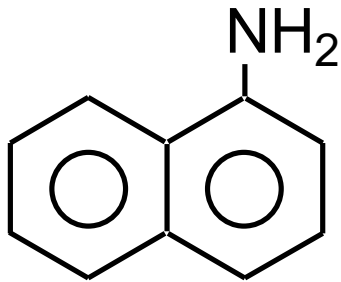
# Aromatik Bileşiklerin Adlandırılması



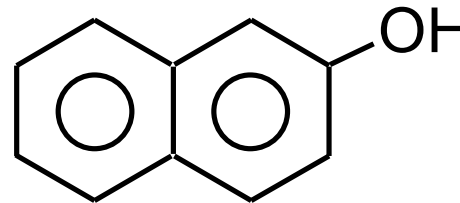
$\alpha$ -naftil grubu



$\beta$ -naftil grubu



$\alpha$ -naftil amin



$\beta$ -naftil alkol

# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

- Benzen ve diğer aromatik bileşikler, olağanüstü kararlı bileşiklerdir.
- Doymamış yapıda hidrokarbonlar olmalarına rağmen, alkenlerin verdiği çoğu tepkimeyi (katılma, yükseltgenme vb) vermezler.

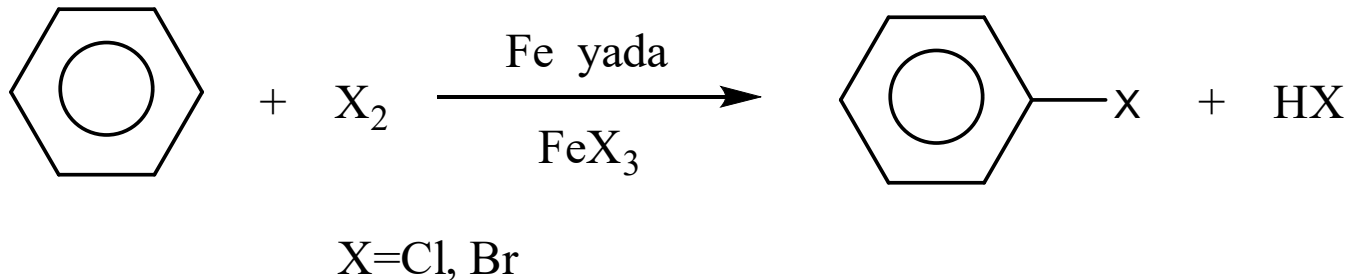
# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

- Benzen uygun şartlar altında, halkadaki bir hidrojenin yerine bir başka atom yada grubun geçtiği “**yer değiştirme reaksiyonları**”nı verir.
- Benzenin ve diğer aromatik bileşiklerin verdiği başlıca yer değiştirme reaksiyonları şunlardır:

# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

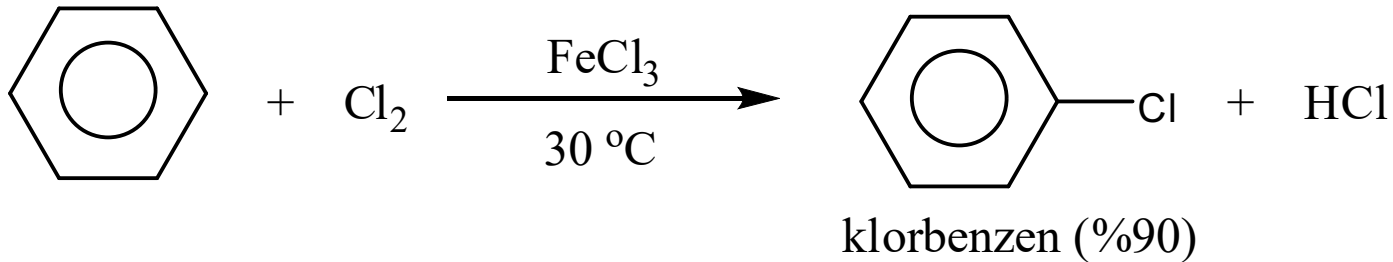
## 1. Halojenlenme

- Benzen, katalizör varlığında halojenlerden klor ( $\text{Cl}_2$ ) ve brom ( $\text{Br}_2$ ) ile etkileştirildiğinde yer değişme olur.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

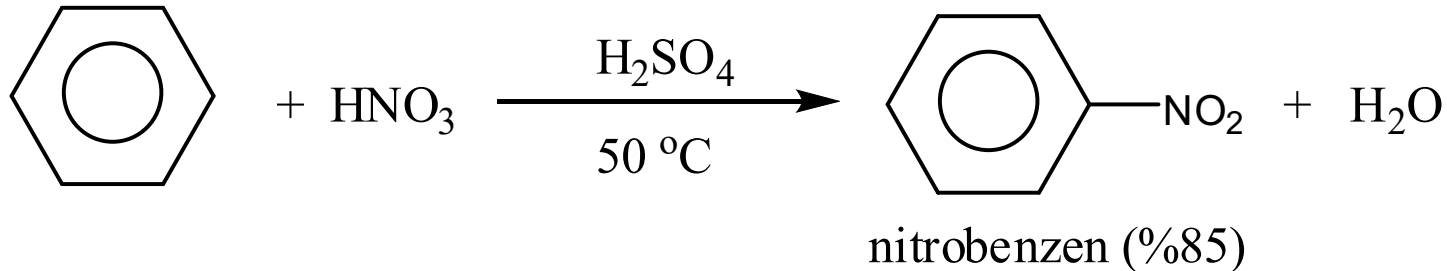
- Katalizör olarak Fe tozu yada  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeBr}_3$  bileşikleri kullanılır. Bu yolla, klor ve brom benzenler yüksek verimlerle elde edilir.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

## 2. Nitrolama

Benzen, sülfürik asit ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) katalizörlüğünde derişik nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) ile reaksiyona girdiğinde nitrobenzen oluşur.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

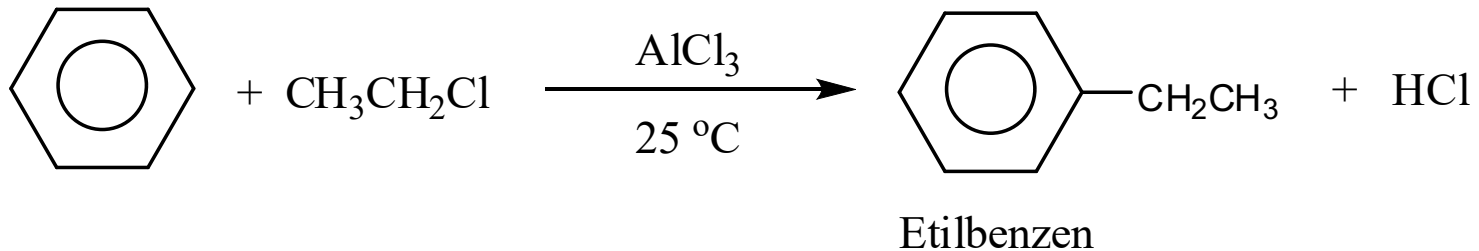
## 3. Alkilleme

- Bu tepkimedede, aromatik halkaya bağlı bir hidrojen, bir alkil grubu ile yer değiştirir.
- Tepkimedede katalizör olarak çoğunlukla  $\text{AlCl}_3$  yada  $\text{AlBr}_3$  kullanılır.
- Bu tepkime, tepkimeyi geliştiren kişilerin adına atfen **Friedel-Crafts Alkilleme Tepkimesi** olarak da bilinir.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

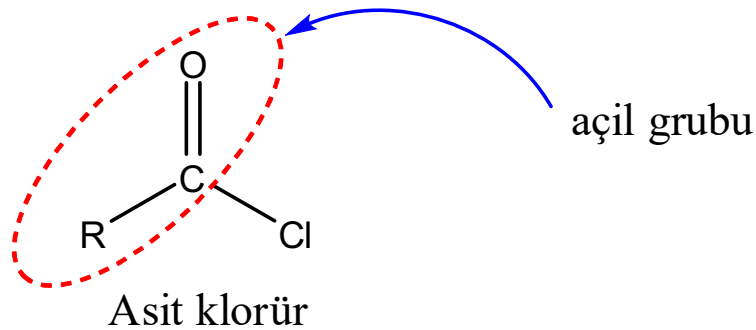
- Friedel-Crafts alkillemesine aşağıdaki tepkime, örnek verilebilir.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

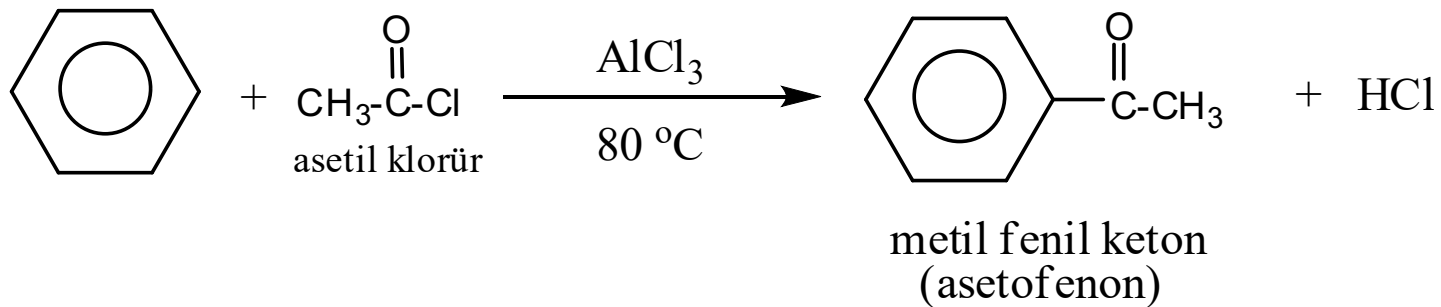
## 4. Açılleme

- Friedel-Crafts Açıllemesi olarak da bilinen bu tepkimede, aromatik halkaya bağlı bir hidrojen, bir açıl grubu ile yer değiştirir.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

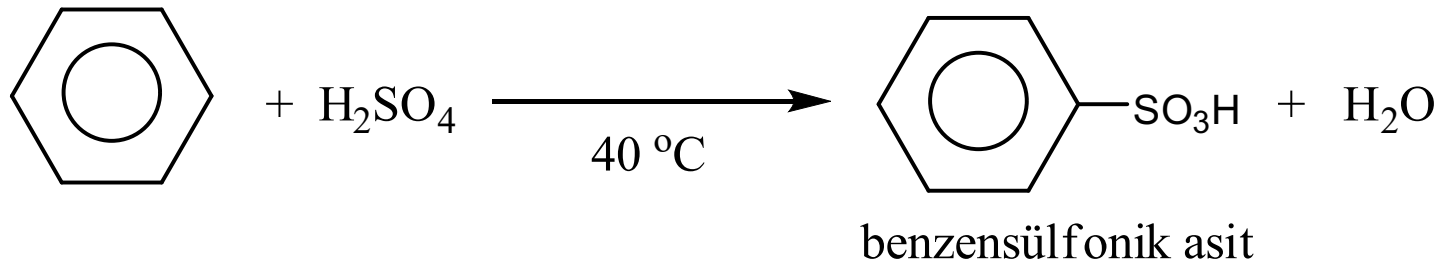
- Açılme tepkimesinde benzen veya başka bir aromatik bileşik,  $\text{AlCl}_3$  katalizörlüğünde asit klorürlerle etkileştirilir. Bu tepkimeden, aromatik ketonlar elde edilir.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

## 5. Sülfolama

- Benzen, derişik sülfürik asit ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ile etkileştirildiğinde, benzensülfonik asit oluşur.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

- Bu tepkimedede, sülfü grubu ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) aromatik halka hidrojeni ile yer değiştirdiğinden tepkime **sülfolama tepkimesi** adını alır.

# İkinci Yerdeğiştirme

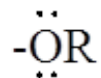
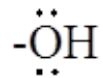
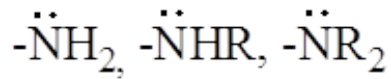
- Sübstitüe benzenler, ikinci hatta üçüncü yerdeğiştirme tepkimesi verebilir.
- Bu tepkimelerin bazıları benzenden daha kolay ve bazıları daha zor gerçekleşir.
- İkinci yer değişmede, halkaya bağlanacak grubun hangi konuma(o-, p- ve m-) bağlanacağını, halkaya önceden bağlı grup belirler.

# İkinci Yerdeğiştirme

- Yapılan ayrıntılı incelemeler, halkaya önceden bağlı bazı grupların sonradan bağlanacak grubu başlıca **o-**, ve **p-konumlarına** ve bazı grupların da yalnızca **m-konumuna** yönlendirdiğini ortaya koymuştur.
- Yaygın **o-**, **p-** ve **m-yönlendirici gruplar**, aşağıda tablo halinde verilmiştir.

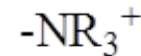
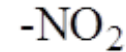
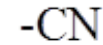
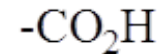
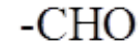
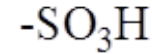
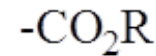
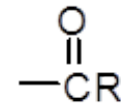
# İkinci Yerdeğiştirme

*o*-, *p*-Yönlendirici Gruplar



etkinlik  
artar

*m*-Yönlendirici Gruplar

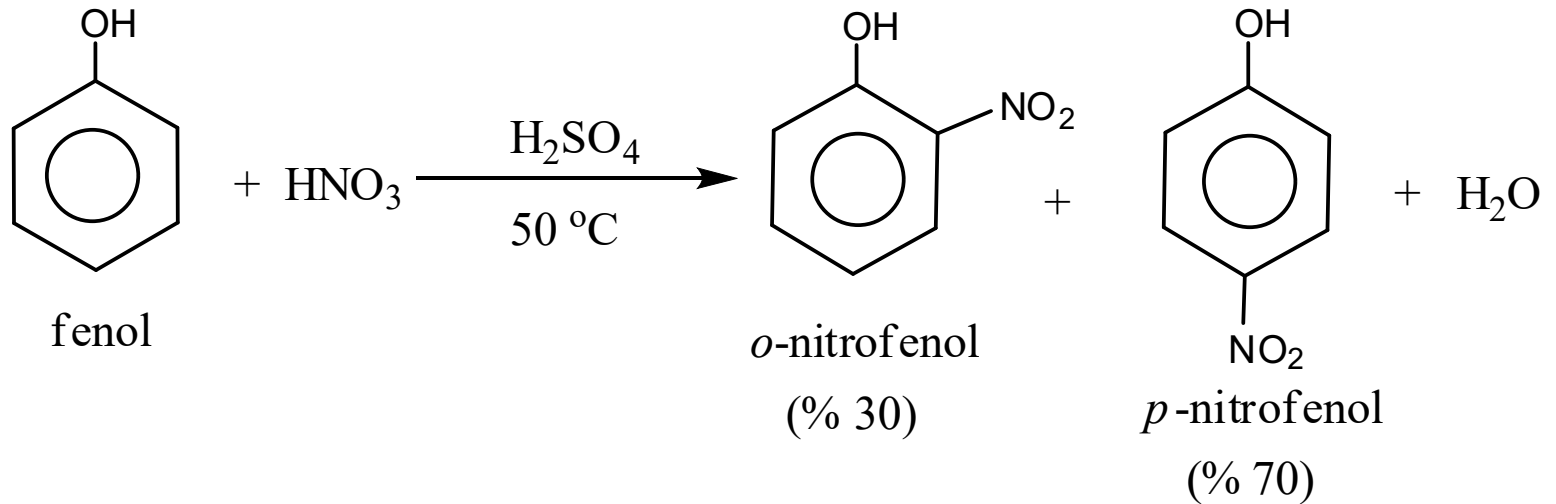


etkinlik  
azalır



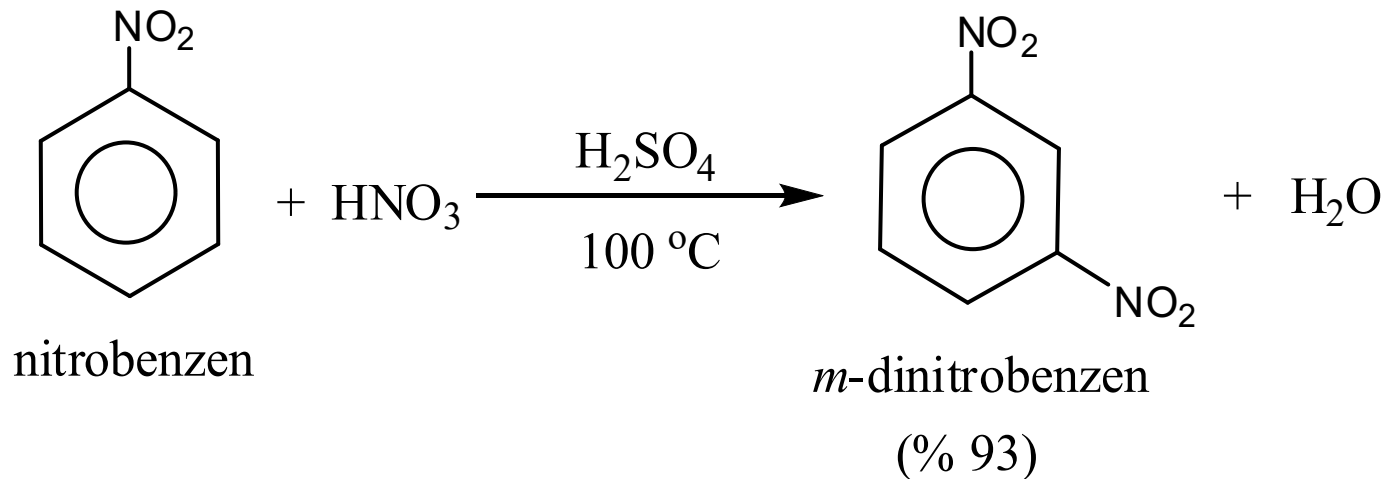
# İkinci Yerdeğiştirme

- Örneğin, Fenol'un nitrolanması sadece *o*-, ve *p*-nitrofenollerini verir.



# İkinci Yerdeğiştirme

- *m*-Yönlendirici grup bulunduran nitrobenzen'in yeniden nitrolanması ise, *m*-dinitrobenzen'in oluşumu ile sonuçlanır.



# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

- Aromatik bileşiklerin diğer bir reaksiyonu, alkil benzenlerin benzoik aside yükseltgenmesidir.
- Benzen halkası yükseltgen maddelere karşı dayanıklı olduğu halde, benzilik H atomu bulunduran bütün alkil benzenler yükseltgendiğinde **benzoik asit** oluşur.

# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

- Yükseltgenme, sıcakta ve asidik ortamda  $\text{KMnO}_4$  yada dikromatlar ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  vb.) kullanılarak yapılır.
- Örneğin; toluen, etil benzen ve *izo*-propil benzen'in her biri derişik  $\text{KMnO}_4$  ile etkileştirildiğinde, yükseltgenme ürünü olarak benzoik asit oluşur.

# Aromatik Bileşiklerin Reaksiyonları

