



### 1.3. KİMYASAL TEPKİMELER VE DENKLEMLER

#### KİMYASAL TEPKİME DENKLEMİ

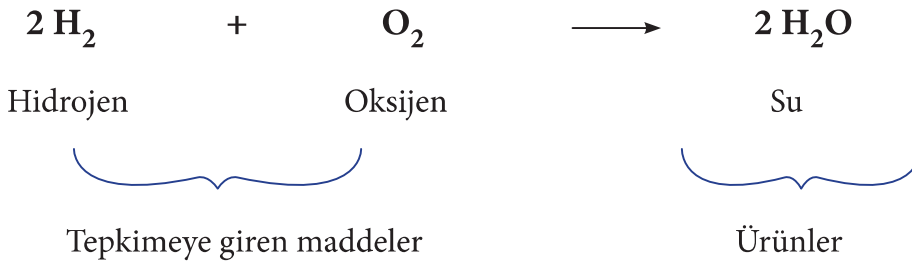
Maddelerin kimyasal değişime uğraması, maddelerin birbirleriyle tepkimeye girmesi veya tepkime vermesi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle kimyasal değişimler **kimyasal tepkime** olarak da adlandırılmaktadır.

Bir kimyasal değişimi veya kimyasal tepkimeyi kelimelerle ifade edebiliriz.

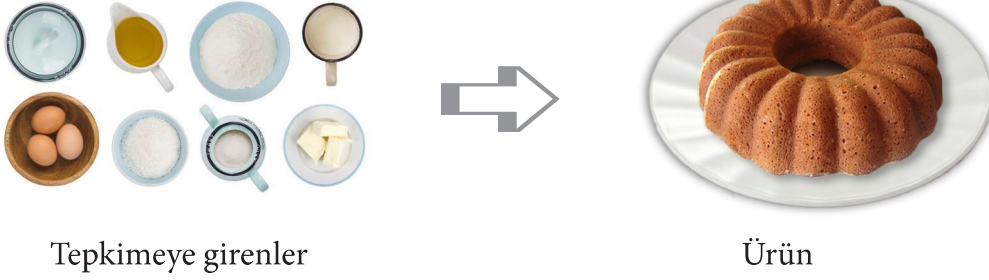
Örneğin;

“ Hidrojen elementi oksijen elementiyle etkileştiğinde yani tepkimeye girdiğinde su oluşur. ”

Aynı tepkimeyi, değişimde yer alan maddelerin adları yerine sembol ve formüllerini kullanarak kısa bir şekilde de ifade edebiliriz. Kimyasal bir değişimin değişimde yer alan element ve bileşiklerin sembol ve formüllerini kullanarak gösterilmesine **kimyasal tepkime denklemi** denir. Aşağıda suyun oluşum tepkimesinin denklemi yer almaktadır.



Daha önceki kimya konularında da bahsedildiği gibi tepkime denklemlerinde kimyasal değişime uğrayan madde veya maddelere **tepkimeye giren madde** veya **girenler**, değişim sonucu oluşan yeni madde veya maddelere de **ürün** denir. Örneğin kekin pişmesi bir kimyasal değişimdir ve kek yapımında kullanılan malzemeler tepkimeye giren maddeler, kek ise üründür ( Görsel 1.10).



**Görsel 1.8** Kek ve içindeki malzemeler

Tepkime denkleminde tepkimeye giren maddelerle ürünler arasında ok işareti ( $\rightarrow$ ) konur. Girenler veya ürünler birden fazla maddeden oluşuyorsa aralarına (+) işareti konulur.

Denkleminde formül veya sembollerin önüne konulan sayılara katsayı denir. Katsayılar tepkimeye giren maddelerin veya ürünlerin sayısını belirtir. Örneğin suyun oluşum tepkimesinde 2 tane hidrojen molekülü, 1 tane oksijen molekülüyle tepkimeye girer ve 2 tane su molekülü oluşur. Ancak tepkimeye giren çok küçük miktarlarda bile çok fazla sayıda tanecik bulunduğu için katsayılar mol sayılarını temsil eder. Buna göre suyun oluşum tepkimesi aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

“ 2 mol hidrojen molekülü ile 1 mol oksijen molekülü tepkimeye girdiğinde 2 mol su molekülü oluşur ”

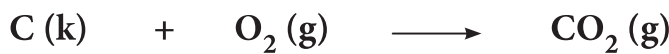
Tepkime denklemlerinde ayrıca maddelerin fiziksel hâllerine de yer verilir. Maddelerin fiziksel hâlleri parantez içinde sembol veya formülün sağ alt köşesine kısaltılmış olarak yazılır.

Katı  $\longrightarrow$  (k)

Sıvı  $\longrightarrow$  (s)

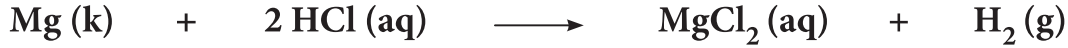
Gaz  $\longrightarrow$  (g)

Örneğin karbonun yanma tepkimesi aşağıdaki gibi yazılır:





Suda çözülmüş maddeler ise aşağıdaki tepkimedeki gibi (suda) veya (aq) şeklinde gösterilir:



## KİMYASAL TEPKİME TÜRLERİ

Biz farkında olmasak da etrafımızda her saniye birçok kimyasal değişim gerçekleşmektedir. Bildiğimiz gibi kimyasal değişimlerde maddeler yeni maddelere dönüşmektedir.

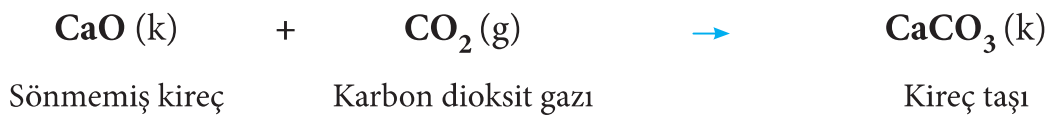
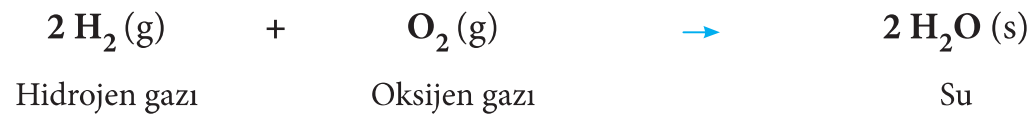
### BİLGİ NOTU

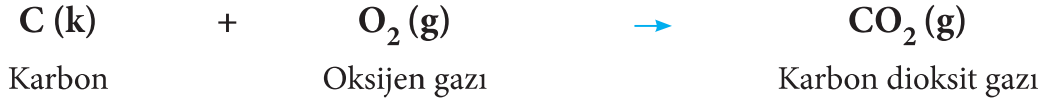
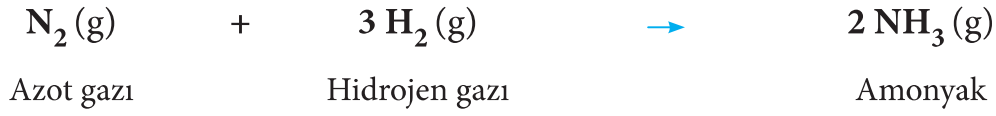
Kimyasal tepkimelerde bir element başka bir elemente dönüşemez, bu ancak nükleer tepkimelerle gerçekleşebilir.

Kimyasal değişim olayları çok fazla sayıda olduğundan çeşitli sınıflara ayrılarak incelenmektedir. Kimyasal tepkime türlerinden bir kısmı aşağıda yer almaktadır:

### 1. Sentez (oluşum) tepkimesi

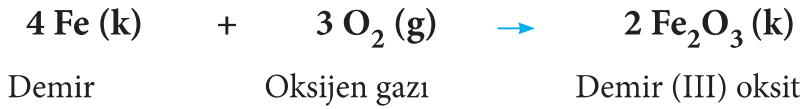
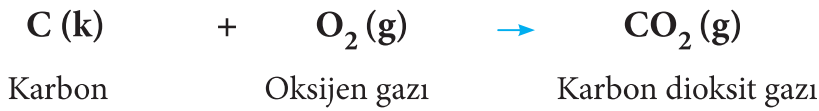
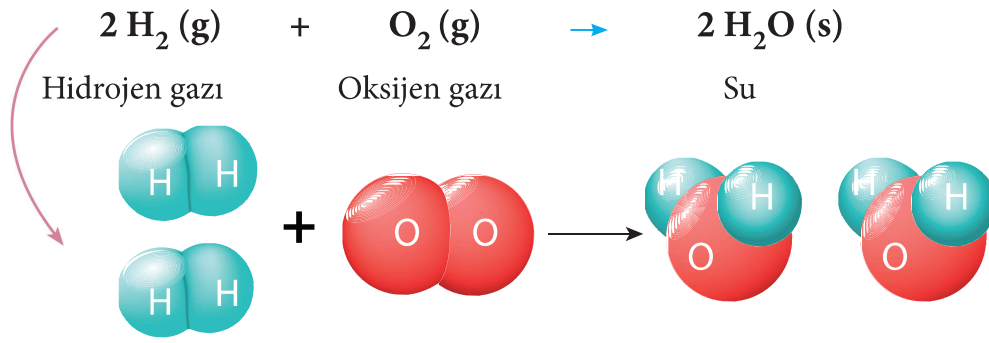
İki veya daha fazla türde maddenin birleşerek bir çeşit ürünü oluşturduğu tepkimelere **sentez tepkimeleri** denir. Tepkimeye giren maddeler elementlerden oluşabileceği gibi bileşiklerden de oluşabilir. Su, amonyak, karbon dioksit vb. bileşiklerin oluşma tepkimeleri sentez tepkimeleridir. Aşağıda sentez tepkimelerine örnekler yer almaktadır:



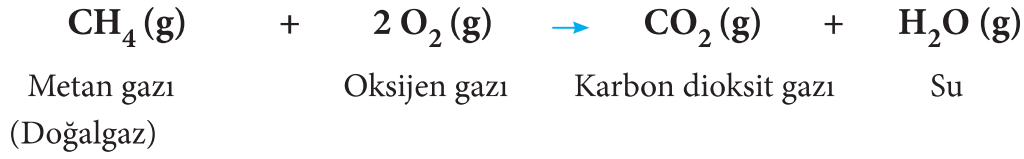


## 2. Yanma tepkimesi

Maddelerin oksijen elementiyle etkileştiği tepkimelere yanma tepkimeleri denir. Su, karbon dioksit gibi bileşiklerin oluşum tepkimelerinde, elementler oksijenle tepkimeye girdiğinden bu tür tepkimeler aynı zamanda yanma tepkimesidir. Aşağıda, yanma tepkimesine örnekler yer almaktadır:



Enerji ihtiyacımızın çoğu yanma tepkimeleri ile sağlandığından yanma tepkimesi toplum açısından çok önemli bir yere sahiptir. Örneğin odunun, kömürün, doğalgazın vb. yanması sırasında açığa çıkan ısı enerjisi sayesinde ısınırız. Yanda doğalgazın yanma tepkimesi yer almaktadır:

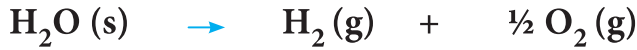


Solunum olayı da bir yanma tepkimesidir:



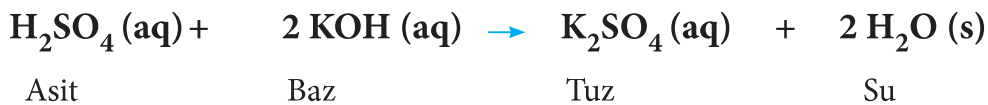
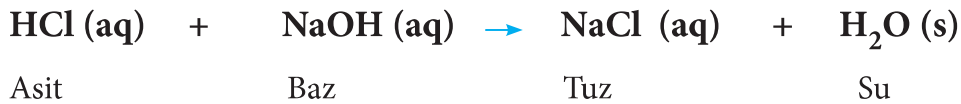
### 3. Analiz (ayırışma) tepkimesi

Sentez (oluşum) tepkimelerinin tersi analiz tepkimeleridir. Analiz tepkimelerinde bir bileşik elementlere veya kendinden daha basit yapıya başka bileşiklere parçalanmaktadır. Örneğin suyun, karbon dioksitin kendisini oluşturan elementlere ayrışması tepkimesi analiz tepkimesidir. Aşağıda analiz tepkime örnekleri yer almaktadır:



### 4. Asit- baz tepkimesi

Asit ve bazlar arasında gerçekleşen tepkimelere **asit-baz tepkimesi** denir. Asit- baz tepkimelerinde ürün olarak çoğunlukla tuz ve su bileşikleri oluşur. Bazı asit-baz tepkimelerinde ise sadece tuz oluşur.





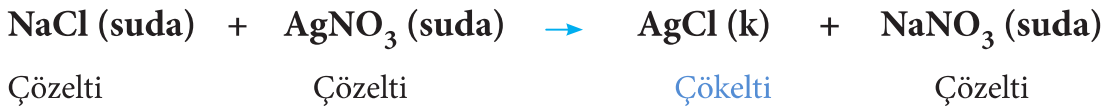
## 5. Çözünme - çökeltme tepkimesi

İki farklı iyonik bileşiğin sulu çözeltileri karıştırıldığında, bileşiklerin bileşenleri tepkimeye girip suda çözünmeyen katı madde oluşturuyorsa bu tür tepkimelere **çözünme-çökeltme tepkimeleri** denir. Oluşan katı maddeye de **çökelti** denir. Örneğin sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ve bakır (II) klorür ( $\text{CuCl}_2$ ) tuzlarını ayrı ayrı suda çözüp ardından oluşan bu çözeltiler karıştırıldığında bakır ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ve karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) iyonları birleşerek çökelti oluşturur.



Bu tür tepkimelerde tuzlar önce suda çözünerek çözeltiyi oluşturur. Tuzlu su çözeltilerinde tuzlar iyonlarına ayrılmış durumdadır ve iyonlar çözeltide serbest hâlde bulunur. Farklı tuzlardan elde edilen bu tür sulu çözeltiler karıştırıldığında bazılarında çökeltme gerçekleşir. Önce çözünme, ardından çökeltme gerçekleştiğinden bu tür tepkimelere çözünme-çökeltme tepkimesi denir.

Sodyum klorür ( $\text{NaCl}$ ) ve gümüş nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) çözeltileri karıştırıldığında da çözünme-çökeltme tepkimesi gerçekleşir:



Aşağıdaki deneyde çözünme-çökeltme tepkimesine bir örnek yer almaktadır:

### 2. Deney

**Deneyin Adı :** Kurşun (II) iyodürün çökmesi



**Deneyin Amacı :** Çözünme-çökeltme tepkimesinde gerçekleşen olayları bileşenlerin verdiği tepkime temelinde kavramak.

#### Kullanılan Kimyasal Maddeler

- Potasyum iyodür (KI)
- Kurşun (II) nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )
- Su



### Deneyin Aşamaları

- İçinde bir miktar su bulunan behere kaşığın ucuyla potasyum iyodür tuzu eklenerek potasyum iyodür çözeltisi elde edilir
- İçinde bir miktar su bulunan başka bir behere kaşığın ucuyla kurşun (II) nitrat tuzu eklenerek kurşun (II) nitrat çözeltisi elde edilir.
- Potasyum iyodür çözeltisi ile kurşun (II) nitrat çözeltileri karıştırılır.
- Bir süre oluşan maddenin dibine çökmesi beklenir.

### Sonuç

- Potasyum iyodür (KI) çözeltisinde potasyum ( $K^+$ ) ve iyot ( $I^-$ ) iyonları suda çözülmüş hâlde bulunmaktadır.
- Kurşun (II) nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) çözeltisinde ise kurşun ( $Pb^{2+}$ ) ve nitrat ( $NO_3^-$ ) iyonları suda çözülmüş olarak bulunmaktadır.
- Bu iki çözelti karıştırıldığında kurşun ( $Pb^{2+}$ ) iyonuyla, iyot ( $I^-$ ) iyonu tepkimeye girer ve sarı renkli kurşun (II) iyodür ( $PbI_2$ ) bileşiği oluşur.



- Kurşun (II) iyodür bileşiği suda çözünmez ve dibine çöker.
- Potasyum ve nitrat iyonları ise tepkimeye girmezler ve karışımda çözülmüş olarak bulunur.
- Tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:

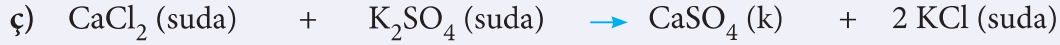
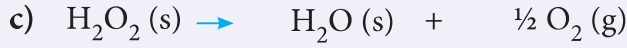
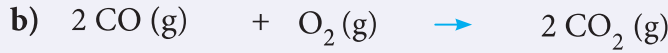
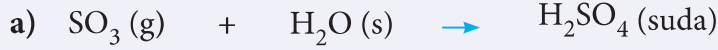




Tuzlu su çözeltileri karıştırıldığında her zaman tepkime gerçekleşmez. Örneğin NaCl çözeltisiyle KI çözeltisi karıştırıldığında çözünme- çökelme tepkimesi gerçekleşmez. Çünkü iyonlar tepkimeye girmez dolayısıyla çökelti de oluşmaz.

## 14. Uygulama

Aşağıdaki tepkimelerin türlerini yazınız.



### Çözüm:

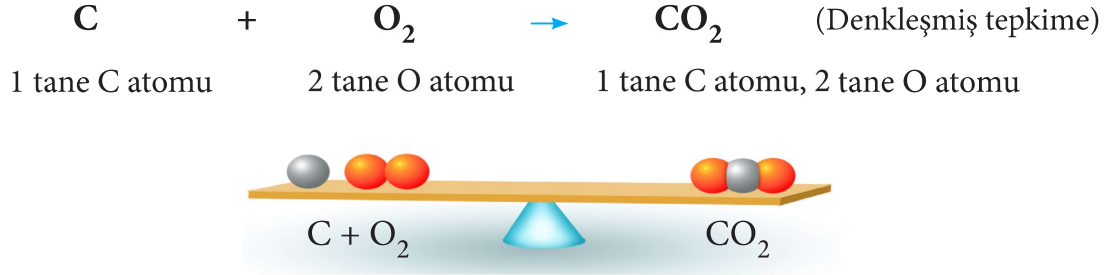
- a) 2 farklı madde birleşerek yeni bir tane madde oluşturduğundan, tepkime sentez (oluşum) tepkimesidir.
- b) Tepkime, maddeler birleşerek yeni madde oluşturduğundan oluşum tepkimesi, oksijen elementiyle tepkime gerçekleştiğinden aynı zamanda yanma tepkimesidir.
- c) Madde farklı maddelere ayrıştığından analiz (ayrışma) tepkimesidir.
- ç) Çözeltinin bileşenleri birleşip suda çözünmeyen katı madde oluşturduğundan çözünme-çökelme tepkimesidir.

Kimyasal tepkime denklemleri sayesinde tepkimeye giren ve oluşan maddelerin miktarları hesaplanır. Bunun için tepkime denklemi kütle korunumu kanununa uygun olması gerekmektedir. Kütle korunumu kanununa göre kimyasal değişimlerde atom sayısı ve türü değişmediğinden tepkimeye giren maddelerin atom türü ve sayısı ile ürünlerdeki atom türü ve sayısı aynı olmalıdır. Denklemden okun her iki tarafındaki atom sayısı ve türü denk değilse aynı sayıya ulaşmak için çeşitli denkleştirme işlemleri yapılır.

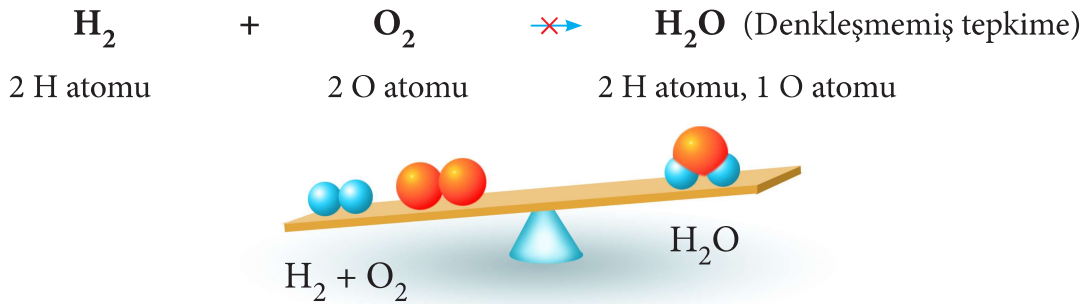


## KİMYASAL TEPKİME DENKLEMLERİNİN DENKLEŞTİRİLMESİ

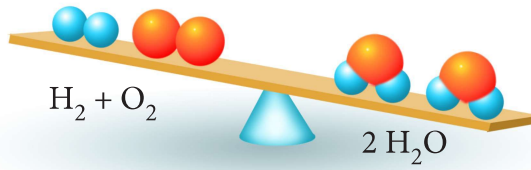
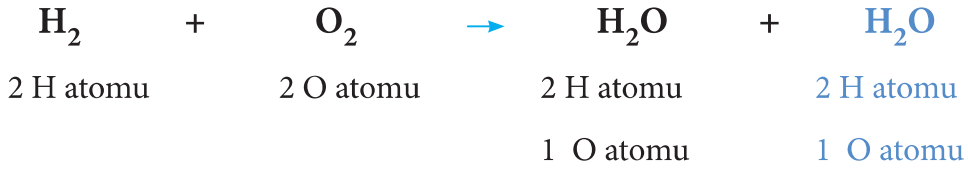
Karbon dioksitin oluşum tepkimesini incelediğimizde tepkimeye girenler kısmında 1 tane C atomu, 2 tane O atomu; ürünlerde de yine 1 tane C atomu, 2 tane O atomu olduğunu görürüz. Yani tepkimenin her iki tarafındaki atom türü ve sayısı aynıdır. Bu nedenle bu tepkime denkleşmiş bir tepkimedir.



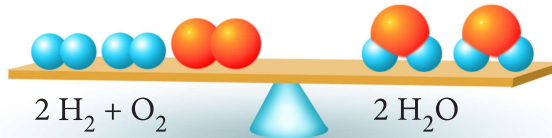
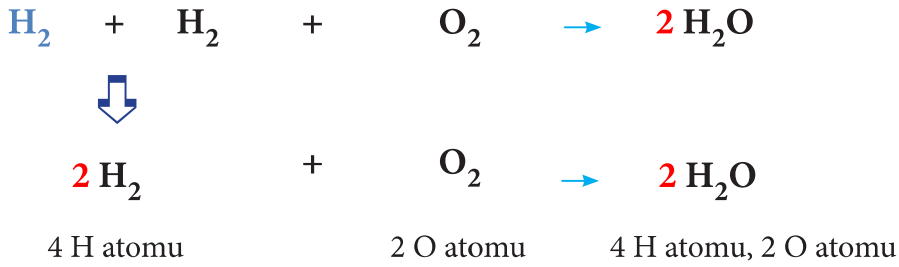
Ancak suyun oluşum tepkimesinde olduğu gibi birçok kimyasal tepkime, sadece sembol ve formüller yer aldığı anda denk değildir.



- Suyun oluşum tepkimesinde, girenler ve ürünlerdeki atomlar sayıldığında hidrojen atomlarının sayısının denk olduğu ancak oksijen atomlarının sayısının denk olmadığı görülür.
- Ürünlere 1 tane su molekülü eklenirse ürünlerdeki oksijen atomunun sayısı 2 olur. Bu durumda su molekülünden 2 tane olacağından, su moleküllerini ayrı ayrı yazmak yerine molekülün önüne 2 **katsayısı** konulur. Katsayı, semboldeki veya formüldeki bütün atomları etkiler.



- Su molekülünün katsayısı 2 olduğunda atomların sayıları yukarıdaki gibi olur.
- Oksijenlerin sayısının eşitlenmesi hidrojenlerin denkleğini bozduğundan, hidrojenlerin sayısını eşitlemek için girenler kısmına bir tane hidrojen molekülü eklenir.



- Son durumda, tepkimenin her iki tarafında da aynı sayıda atom bulunmaktadır yani tepkime denktir.

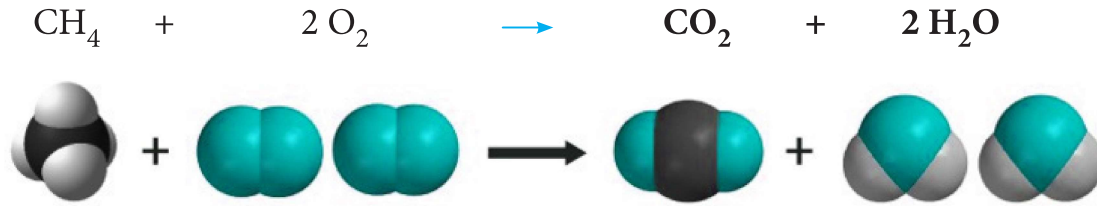


Denkleşmiş su oluşumu tepkimesine göre 2 tane hidrojen molekülü 1 tane oksijen molekülüyle tepkimeye girmiş ve 2 tane su molekülünü oluşturmuştur. Tepkime, kütlelenin korunumu kanunu kurallarına da uygun hâle gelmiştir.

Denkleştirme yaparken, tepkimede yer alan element ve bileşiklerin formül ve sembollerinde değişiklik yapılamaz. Örneğin suyun oluşum tepkimesinde atom sayılarını eşitlemek için  $O_2$  molekülündeki 2 sayısını 1 yapamayız.



Bu nedenle katsayılar taneciklerin önüne konulur ve katsayı tanecikteki her atomu etkiler. Örneğin su molekülünün önündeki 2 katsayısı hem " $H_2$ " den 2 tane olduğu hem de " $O$ " dan 2 tane olduğu anlamını taşır. Eğer, tanecikten 1 tane bulunuyorsa tanecik sembolü veya formülü o tanecikten 1 tane olduğunu gösterdiğinden 1 katsayısı kullanılmaz. Aşağıda metan gazının yanma tepkimesi denkleşmiş olarak verilmiştir:



Tepkime denkleştirirken önce bileşiklerdeki atomların, en son elementlerdeki atomların sayısı denkleştirilir. Örneğin aşağıdaki tepkimede, önce oksijen atomlarının sayısı en son Fe ve C atomlarının sayısı denkleştirilir;



$Fe_2O_3$ 'te 3 tane,  $CO_2$ 'te 2 tane oksijen atomu bulunmaktadır. En küçük katsayılar olacak şekilde  $Fe_2O_3$ ' in katsayısı 2,  $CO_2$ 'in katsayısı 3 alınırsa her ikisinde de 6 tane oksijen atomu bulunur.





Tepkimeye göre ürünlerde 3 tane C, girenlerde 1 tane C atomu olduğundan C elementinin katsayısı da 3 alınır. Benzer şekilde  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 'ün katsayısı 2 alındığında bileşikteki Fe' in sayısı 4 olacağından ürünlerdeki Fe elementinin katsayısı da 4 alınır. Böylece tepkimenin denkleşmiş hâli aşağıdaki gibi olur:



### 15. Uygulama

Aşağıda verilen tepkimelerin denk olup olmadığını belirtiniz.



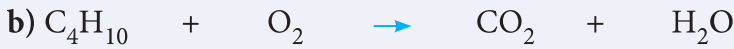
**Çözüm:**

a) Denkleşmiş bir tepkimedir.

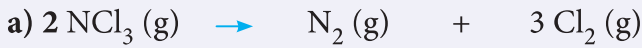
b) Girenler kısmında 3 tane oksijen, ürünler kısmında  $3 \times 2 = 6$  tane oksijen atomu olduğundan tepkime denk değildir.

### 16. Uygulama

Aşağıdaki tepkimeleri denkleştiriniz.



**Çözüm:**



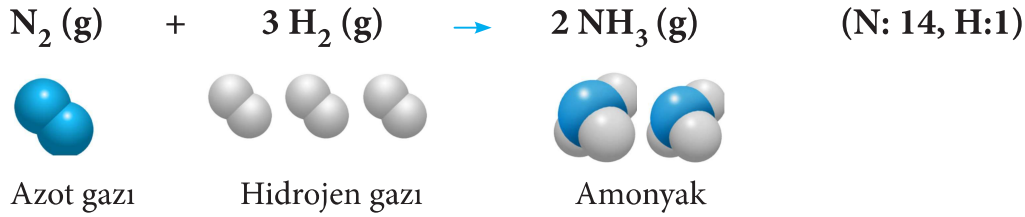


## 1.4. KİMYASAL TEPKİMELERDE HESAPLAMALAR

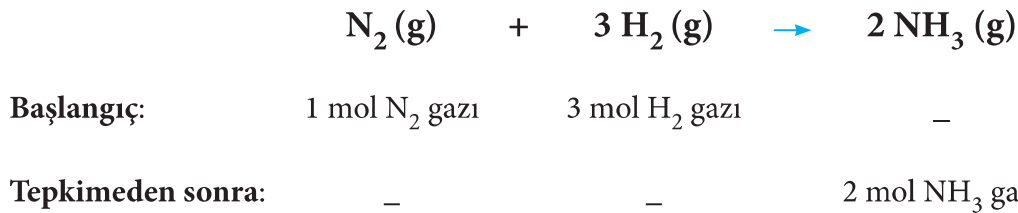
Etrafımızda gördüğümüz malzemelerin çoğu kimyasallardan üretilmektedir. Örneğin sabun, şampuan gibi temizlik ürünleri, kıyafetlerimiz, ilaçlar, kozmetikler vb. Bu maddeler üretilirken ihtiyaç duyulan malzemelerin miktarı, ne kadar ürün oluşacağı denkleşmiş kimyasal tepkimeler sayesinde hesaplanır.

Denkleşmiş bir kimyasal tepkime denklemi tepkimeye giren maddelerin ve ürünlerin miktarlarının yanı sıra bu maddelerin neler olduğu, sembol ve formülleri, fiziksel hâlleri hakkında bilgi vermektedir. Miktar, tepkimedeki maddelerin kütleleri, mol sayıları, molekül sayıları, atom sayıları ve hacimleri gibi özellikleridir. Denklem üzerinden stokiyometrik hesaplamalar yaparak verilen bir miktardan başka miktarlar hesaplanır.

Örneğin gübre yapımında kullanılan amonyak, endüstride azot ve hidrojen gazlarının tepkimesinden elde edilir. Belirli miktarda hidrojen gazı için ne kadar azot gazı gerektiği ve ne kadar amonyak oluşacağı tepkime denkleminde yararlanılarak hesaplanır.



- Tepkimedeki katsayılara göre her 1 tane azot molekülü için 3 tane hidrojen molekülü gerekmektedir, bu durumda 2 tane de amonyak molekülü oluşur.
- Daha fazla miktarda ürün elde etmek için örneğin 1 mol azot gazı için 3 mol hidrojen gazına ihtiyaç vardır, 2 mol de amonyak oluşur. Diğer bir ifadeyle başlangıçta tepkime kabında 1 mol  $\text{N}_2$  ile 3 mol  $\text{H}_2$  gazı bulunuyorken, tepkime sonunda  $\text{H}_2$  ile  $\text{N}_2$ 'nin tamamı birleşerek  $\text{NH}_3$ 'a dönüşür. Son durumda kapta sadece 2 mol  $\text{NH}_3$  gazı kalır.





- Madde gaz hâldeyse türü ne olursa olsun normal şartlar altında 1 molü 22,4 litre hacim kaplar. Buna göre 1 mol  $N_2$  gazı 22,4 L ; 3 mol  $H_2$  gazı da  $3 \times 22,4$  L hacim kaplar.

### BİLGİ NOTU

Normal şartlar; basıncın 1 atmosfer, sıcaklığın  $0^\circ C$  olduğu koşullardır. Normal şartlar kısaca “normal şartlar altında “ kelimelerinin baş harflerinden oluşan NŞA şeklinde gösterilir.

Aşağıdaki çizelgede amonyağın oluşum tepkimesiyle ilgili mol, tanecik sayısı, kütle ve hacim ilişkisi yer almaktadır:

$N_2$	+	$3 H_2$	→	$2 NH_3$
2 tane N atomu		6 tane H atomu		2 tane N, 6 tane H atomu
1 tane $N_2$ molekülü		3 tane $H_2$ molekülü		2 tane $NH_3$ molekülü
$6,02 \times 10^{23}$ tane $N_2$ molekülü		$3 \times 6,02 \times 10^{23}$ tane $H_2$ molekülü		$2 \times 6,02 \times 10^{23}$ tane $NH_3$ molekülü
1 mol $N_2$ molekülü		3 mol $H_2$ molekülü		2 mol $NH_3$ molekülü
28 g $N_2$		$3 \times 2$ g $H_2$		$2 \times 17$ g $NH_3$
22,4 L $N_2$		$3 \times 22,4$ L $H_2$		$2 \times 22,4$ L $NH_3$

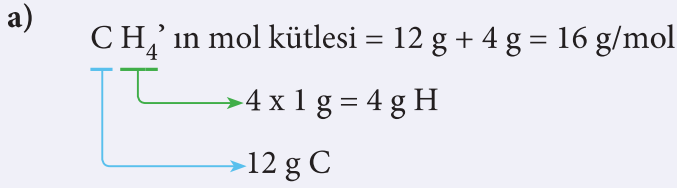
## 17. Uygulama



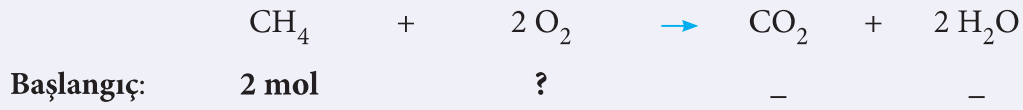
(C: 12, O:16, H:1)

Yukarıdaki tepkimeye göre 32 gram metan gazını ( $CH_4$ ) yakmak için;

- Kaç gram oksijen gazına ihtiyaç vardır?
- Kaç gram  $CO_2$  gazı elde edilir?
- Oluşan su buharı normal şartlar altında kaç L hacim kaplar?

**Çözüm:**

1 mol  $\text{CH}_4$  16 g ise, 32 g  $\text{CH}_4$  2 moldür. Buna göre;



Katsayılara bakıldığında;

1 mol  $\text{CH}_4$  için  $\rightarrow$  2 mol  $\text{O}_2$  gerekiyorsa,

2 mol  $\text{CH}_4$  için  $\rightarrow$  **4 mol**  $\text{O}_2$  gerekmektedir.

1 mol  $\text{O}_2$   $\rightarrow$   $2 \times 16 = 32$  gram olduğundan

4 mol  $\text{O}_2$   $\rightarrow$   $4 \times 32 = 128$  gramdır.



1 mol  $\text{CH}_4$ 'ten  $\rightarrow$  1 mol  $\text{CO}_2$  oluşuyorsa,

2 mol  $\text{CH}_4$ 'ten  $\rightarrow$  2 mol  $\text{CO}_2$  oluşur.

1 mol  $\text{CO}_2$   $\rightarrow$   $12 \text{ g C} + 32 \text{ g O} = 44 \text{ g}$  ise

2 mol  $\text{CO}_2$   $\rightarrow$   $2 \times 44 = 88 \text{ g}$ 'dir.

c) 2 mol  $\text{CH}_4$  molekülünden 4 mol  $\text{H}_2\text{O}$  elde edilir.

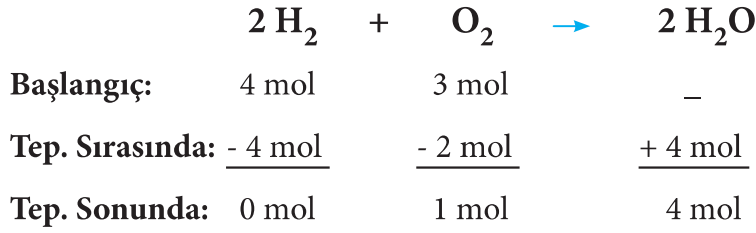
1 mol gaz NŞA'da  $\rightarrow$  22,4 L hacim kapladığından

4 mol gaz ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $\rightarrow$   $4 \times 22,4 = 89,6$  L hacim kaplar.



Bu üniteye şimdiye kadar verilen tepkime örneklerinde, belirli miktarlarda maddeler tepkimeye girmiş ve maddelerin tamamı tükenerek ürüne dönüşmüştür. Ancak tepkimeye giren maddelerden birisi diğerine oranla fazla miktarda maddelerden birisi tükenir, diğerinin fazlası ise artar. Tepkimede tamamı tükenen ve oluşacak ürünün miktarını belirleyen bu maddeye **sınırlayıcı bileşen** denir. Endüstriyel işlemlerde istenilen miktarda ürün elde edebilmek için, genellikle pahalı olan madde sınırlayıcı bileşen olur.

Örneğin aşağıdaki tepkimeye göre her 2 mol  $H_2$  için 1 mol  $O_2$  harcanır ve 2 mol  $H_2O$  oluşur. Buna göre 4 mol  $H_2$  ve 3 mol  $O_2$  'den kaç mol  $H_2O$  oluşur?



Tepkimeye göre 4 mol  $H_2$  ile 2 mol  $O_2$  tepkimeye girer, 4 mol  $H_2O$  oluşur. 1 mol  $O_2$  de artar. Hidrojenin tamamı tükendiğinden sınırlayıcı bileşendir.

## 18. Uygulama

Aşağıda Mg ile HCl' in denkleşmiş tepkimesi yer almaktadır.



(Mg: 24, HCl:36, H:1)

108 g HCl ile 12 g Mg'un tepkimesinde;

- a) Sınırlayıcı bileşen hangisidir? Hangi maddeden ne kadar artar?
- b) En fazla kaç gram  $H_2$  gazı oluşur?

**Çözüm:**

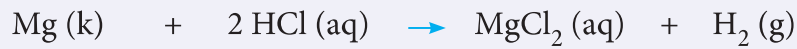
a)

- HCl'in mol kütlesi 36 g/mol olduğundan 108 g HCl 3 moldür. Mg'un mol kütlesi ise 24 g/mol olduğundan 12 g Mg 0,5 moldür.



**Başlangıç:** 0,5 mol 3 mol

- Tepkimeye göre 1 mol Mg ile 2 mol HCl artansız tepkimeye girmektedir. Buna göre 3 mol HCl için 1,5 mol Mg harcanır. Ancak kaptaki 1,5 mol Mg'dan daha az miktarda bulunmaktadır. Bu nedenle sınırlayıcı bileşen Mg'dur. Yani 0,5 mol Mg' a karşılık 1 mol HCl harcanır.



**Başlangıç:** 0,5 mol 3 mol

**Tep. Sırasında:** - 0,5 mol - 1 mol

**Tep. Sonunda:** 0 mol 2 mol

- Başlangıçta 3 mol HCl olduğundan 1 molü harcandığında 2 mol HCl artar. 1 mol HCl 36 g olduğundan 2 mol HCl  $2 \times 36 = 72$  gramdır. Yani 72 g HCl artar.

**b)** Tepkimeye göre;

- 1 mol Mg' dan 1 mol H<sub>2</sub> oluştuğundan → 0,5 mol Mg'dan 0,5 mol H<sub>2</sub> oluşur.
- 1 mol H<sub>2</sub> 2 gram ise → 0,5 mol H<sub>2</sub> 1 gramdır.
- Tepkime sonucunda 1 g H<sub>2</sub> gazı oluşur.

Şimdiye kadar verilen tepkimelerde tepkimeye giren maddelerden ne kadar ürün oluşacağını denkleşmiş tepkime üzerinden hesaplama yaparak bulduk. Hesaplama sonucu bulunan değer teorik olarak oluşması beklenen değerdir. Bu değere **teorik verim** denir. Ancak gerçekte birçok tepkimede beklenen miktarda ürün oluşmaz. Çünkü tepkimeye giren maddelerin kalıntı içermesi, asıl tepkimenin yanında başka tepkimelerin gerçekleşmesi ve bu nedenle farklı ürünlerin oluşması gibi sebeplerle ürün miktarı beklenenden az olur. Tepkime sonunda oluşan ürün ölçülüp elde edilen değere, yani gerçek ürün miktarına **gerçek verim** denir.



**Gerçek verim:** Deneysel olarak elde edilen ürün miktarı

**Teorik Verim:** Hesaplama sonucu bulunan ürün miktarı

Gerçek verimin teorik verime oranının yüzde olarak ifade edilmesine ise **yüzde verim** denir.

$$\text{Yüzde verim} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Teorik Verim}} \times 100$$

Doğalgazın yanma tepkimesinin yüzde verimini hesaplayalım:



(C:12, O:16, H:1)

Başlangıçta 16 g (1 mol) CH<sub>4</sub> ile 64 g (2 mol) O<sub>2</sub> tepkimeye sokulduğunda teorik olarak 44 g (1 mol) CO<sub>2</sub> ve 36 g (2 mol) H<sub>2</sub>O'yun oluşmasını bekleriz.

	<b>CH<sub>4</sub> (g)</b>	<b>+</b>	<b>2 O<sub>2</sub> (g)</b>	<b>→</b>	<b>CO<sub>2</sub> (g)</b>	<b>+</b>	<b>2 H<sub>2</sub>O(g)</b>
<b>Başlangıç:</b>	16 g		2 x 32= 64 g		–		–
<b>Tep. Sırasında:</b>	-16 g		- 64 g		+ 44 g		+ 2 x 18=36 g
<b>Tep. Sonunda:</b>	0 g		0 g		44 g		36 g



$\text{CO}_2$ ' e göre teorik verim= 44 g

Ölçümler sonucu 40 g  $\text{CO}_2$  elde edildiğini varsayalım. Bu durumda;

$\text{CO}_2$ ' e göre gerçek verim: 40 g

Bu tepkimenin yüzde verimi ise;

% verim=  $40 \text{ g} / 44 \text{ g} \times 100 = \% 90,9$ 'dur.

Yüzde verim, bir tepkimenin ne ölçüde gerçekleştiğinin bir ölçüsüdür. Endüstride veya laboratuvar ortamında birçok tepkime tam verimle yani yüzde yüz verimle gerçekleşmez. Tepkime verimi ne kadar yüksek çıkarsa elde edilen kâr da o kadar yüksek olur.

### 19. Uygulama



Kireçtaşı                      Sönmemiş kireç

(Ca:40, C:12, O:16)

Yukarıda, kireçtaşının yüksek sıcaklıklarda ısıtılması sonucu sönmemiş kirecin elde edilmesi tepkimesi yer almaktadır. Tepkimede 400 gram  $\text{CaCO}_3$  bileşiğinden % 60 verimle, kaç gram CaO bileşiği elde edilmiştir?

#### Çözüm:

- $\text{CaCO}_3$  bileşiğinin mol kütlesi 100 gramdır. Buna göre 400 gram bileşik 4 moldür.
- Teorik olarak 1 mol  $\text{CaCO}_3$ 'tan 1 mol CaO oluşması beklenmektedir. Buna göre 4 mol  $\text{CaCO}_3$ 'tan 4 mol CaO elde edilmesi beklenir.
- CaO'in mol kütlesi 56 g ise 4 mol CaO  $4 \times 56 = 224 \text{ g}$ 'dır.

**CaO' e göre teorik verim: 224 g'dır.**

% verim= gerçek verim / teorik verim  $\times 100$

% 60 = gerçek verim / 224  $\times 100$

**Gerçek verim: 134,4 g'dır.**

**ÖZET****Kimyanın Temel Kanunları**

- Kütlenin Korunumu Kanunu:** Kimyasal değişimlerde maddeler başka maddelere dönüşürken toplam kütle korunur, değişmez.
- Sabit Oranlar Kanunu:** Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında sabit bir oran vardır.
- Katlı Oranlar Kanunu:** Aynı elementlerden oluşan farklı bileşiklerde, aynı elementin her iki bileşikteki kütleleri arasında sabit bir oran vardır.

**Mol**

- Bir bileşiğin veya bileşiği oluşturan elementlerin; molekül, atom veya iyon sayısı, kütlesi, hacmi gibi miktarları mol ile ifade edilir.
- Mol;  $6,02 \times 10^{23}$  tane taneciğin miktarıdır.

**Kimyasal Tepkimeler ve Denklemler**

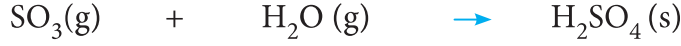
- Kimyasal değişimler kimyasal tepkimeler sonucu gerçekleşir.
- Kimyasal tepkimeler, element ve bileşiklerin sembol ve formüllerinden oluşan kimyasal denklemler ile ifade edilir.
- Yanma, sentez, analiz, asit-baz ve çözünme-çökelme kimyasal tepkime türlerindedir.
  - \* Yanma tepkimesinde maddeler oksijen elementiyle tepkimeye girer.
  - \* Sentez tepkimesinde maddeler birleşip yeni bir madde oluşturur.
  - \* Analiz tepkimesinde bir madde başka maddelere dönüşür.
  - \* Asitler ve bazlar arasında gerçekleşen tepkimelere asit-baz tepkimesi denir. Ürün olarak çoğunlukla tuz ve su oluşur.
  - \* Çözünme- çökelme tepkimeleri, tuz çözeltilerinin bir araya gelmesi sonucu karışımda çözünmeyen katı maddenin oluştuğu tepkimelerdir.
- Kimyasal tepkimelerde hangi ürünün, hangi miktarda oluşacağı mol hesaplamaları yapılarak bulunur.
- Kimyasal tepkimeler her zaman teoride hesaplandığı gibi yüzde yüz verimle gerçekleşmez.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların doğru yanıtlarını işaretleyiniz.

1- Aşağıdaki tepkimeye göre 2 mol  $\text{SO}_3$  ile 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$ ' dan en fazla kaç gram  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oluşur? (S:32, O:16, H:1)



- A) 18                      B) 80                      C) 98                      D) 196

2- Aşağıdaki tepkimelerden hangisi oluşum tepkimesidir?



3- 3 mol  $\text{CaCO}_3$  katısı ile ilgili, aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

(Ca:40, C:12, O:16)

- A) 9 mol oksijen atomu içerir.                      B)  $6,02 \times 10^{23}$  tane Ca atomu içerir.  
C) 36 gram C elementi içerir.                      D) Toplam 15 mol atom içerir.

4- Aşağıdaki tepkime en düşük katsayılarla denkleştirildiğinde verilen ifadelerden hangisi doğru olur?



- A) C' un katsayısı 10'dur.                      B) CO'in katsayısı 1'dir.  
C)  $\text{P}_4$ ' un katsayısı 4'tür.                      D)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ' in katsayısı 2'dir.



5- Bir miktar hidrojen gazıyla 24 g oksijen gazı tepkimeye girdiğinde 27 g su oluştuğuna göre, kaç gram hidrojen gazı tepkimeye girmiştir?

- A) 3                      B) 24                      C) 27                      D) 51

6-  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bileşiğinde demir elementinin oksijen elementi ile kütlece birleşme oranı  $7/3$ 'tür. Buna göre 30 gram bileşik için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- I. 21 gram demir elementi içerir.  
II. 9 gram oksijen elementi içerir.  
III. 7 gram Fe elementi içerir.

- A) Yalnız I              B) I ve II              C) I ve III              D) I, II ve III

7- Aşağıda hangi seçenekte verilen bileşikler arasında katlı oranlar kanunu uygulanabilir?

- A)  $\text{CH}_2\text{O} - \text{C}_2\text{H}_4$                       B)  $\text{NO}_2 - \text{N}_2\text{O}_5$   
C)  $\text{NaCl} - \text{KCl}$                       D)  $\text{H}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$

8- Aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Bağıl atom kütlesi C-12 izotopu referans alınarak hesaplanmaktadır.  
B) Proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı atomlar izotop atomlardır.  
C) Bağıl atom kütlelerinin birimi "n" harfi ile gösterilmektedir.  
D) Bağıl atom kütlesi hesaplanırken o elementin doğada bulunma yüzdesi dikkate alınır.



9-  $C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$  (C:12, O:16, H:1)  
Tepkimesinde 2 mol  $C_3H_8$  ile yeterince  $O_2$ ' in tepkimesinden kaç mol  $CO_2$  oluşur?

- A) 2                      B) 3                      C) 4                      D) 6

10-  $CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2$  tepkimesiyle ilgili başlangıçta her iki maddeden de 2 mol olduğuna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Sınırlayıcı bileşen CO' tir.                      B)  $O_2$ ' in tamamı harcanır.  
C) Tepkime sonunda 1 mol  $O_2$  artar.                      D) 2 mol  $CO_2$  oluşur.

11- Benzinin yanma tepkimesi % 80 verimle gerçekleşmektedir. Tepkime sonunda 40 gram ürün elde edildiğine göre teorik verim kaç gramdır?

- A) 40                      B) 50                      C) 80                      D) 100

12- 60 gram  $C_2H_6$  bileşiğinin 12 gramı hidrojen elementidir. Buna göre bu bileşik-  
teki hidrojen elementinin karbon elementiyle kütlece birleşme oranı kaçtır?

- A) 1/5                      B) 1/4                      C) 1/2                      D) 2/3

13-  $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$  tepkimesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Asit-baz tepkimesidir.  
B) Tepkime denk değildir.  
C) 2 mol HCl harcandığında 2 mol su oluşur.  
D) Ürün olarak sadece tuz oluşmuştur.