

ELEKTRİK VE MANYETİZMA - 2  
Manyetik Alan

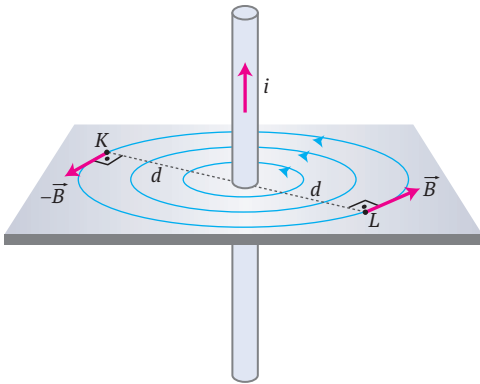
## MANYETİK ALAN

1800'lü yılların başlarında yapılan bir deneyde, akım geçen bir telin yakınına yerleştirilen pusulanın ibresinin saptığı fark edildi. Daha sonrasında ise akım geçen telin etrafına dökülen demir tozlarının, tele dik bir düzlem üzerinde dairesel bir desen oluşturacak biçimde dizildiği gözlemlendi.

- Bu deney sonucunda yalnızca mıknatısların değil, elektrik akımının da manyetik alan oluşturduğu keşfedilmiş oldu.
- Hareketli elektrik yükleri ve elektrik akımı çevrelerinde manyetik alan oluşturur. Bu keşif, günümüzde birçok teknolojik aracın çalışmasında kullanılmaktadır.

## ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN DÜZ TELİN ÇEVRESİNDE OLUŞAN MANYETİK ALAN

- Akım geçen sonsuz uzunluktaki düz iletken telin çevresinde meydana gelen manyetik alan çizgileri şekildeki gibi telin doğrultusunu merkez kabul eden çemberler biçimindedir.
- Bu çember üzerindeki herhangi bir noktadaki manyetik alan çembere teğettir.



- Akım geçen bir telin çevresinde oluşan manyetik alanın kaynağı teldeki elektronların hareketidir.
- Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür ve  $\vec{B}$  sembolü ile gösterilir. SI daki birimi tesladır(T).

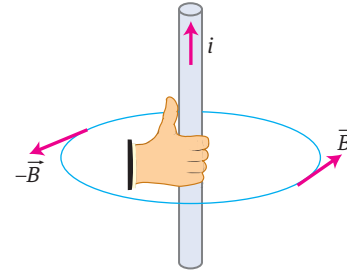
- Düz bir telin etrafında oluşan manyetik alanın büyüklüğü, telden geçen akımın şiddeti (i) ile doğru orantılıdır. Telden olan dik uzaklık (d) ile ters orantılıdır. Ortamın manyetik geçirgenliği ( $\mu_0$ ) ile doğru orantılıdır.  $\mu_0$  kullanılarak manyetik alan sabiti adı verilen K hesaplanır.

$$K = \mu_0/4\pi = 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$$

- Buna göre, üzerinden akım geçen sonsuz uzunluktaki iletken telin d kadar dik uzağında bulunan şekildeki K ve L noktalarındaki  $\vec{B}$  manyetik alanının büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$B = K \cdot \frac{2i}{d}$$

- Üzerinden akım geçen iletken telin etrafında oluşan manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur.



- Şekildeki gibi baş parmak akımın yönünü gösterecek biçimde tel avuç içine alınır. Bu durumda kıvrılan dört parmağın gösterdiği yön manyetik alanın yönüdür.

## Örnek 1

Akım geçen telin çevresindeki bir noktada manyetik alanın büyüklüğü;

- telden geçen akımın yönü,
- akımın şiddeti,
- telin bulunduğu ortam

verilenlerinden hangilerine bağlıdır?

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

Çözüm

- Sayfa düzlemine dik dışa doğru yön  $\odot$  ile, sayfa düzlemine dik içe doğru yön  $\otimes$  ile gösterilir.
- Sayfa düzleminde  $i$  akımı geçen telin sayfa düzleminde ve telin iki tarafındaki manyetik alan yönleri aşağıdaki gibi gösterilir.

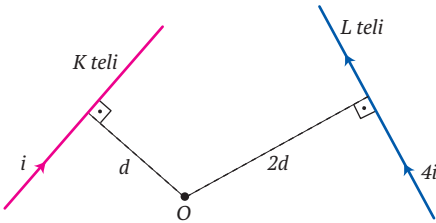


Paylaşım

Bir ortamda birden fazla akım geçen tel varsa tellerin yakınındaki bir nokta bileşke manyetik alan oluşur. Bu gibi durumlarda bileşke manyetik alanın yönü ve büyüklüğü vektörel kurallar çerçevesinde bulunur.

Örnek 2

Sırasıyla  $i$  ve  $3i$  akımları geçen K ve L doğrusal telleri şekildeki gibi aynı düzlemindedir. K telinin O noktasındaki manyetik alanı  $\vec{B}$ 'dir.



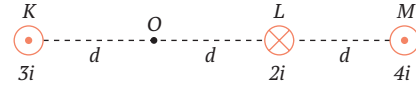
Buna göre, O noktasındaki bileşke manyetik alan aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $-2\vec{B}$     B)  $-\vec{B}$     C) 0    D)  $+2\vec{B}$     E)  $+4\vec{B}$

Çözüm

Örnek 3

$3i$ ,  $2i$  ve  $4i$  akımları geçen K, L ve M telleri sayfa düzlemine dik olarak şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



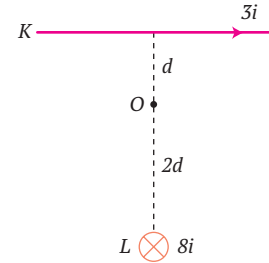
Buna göre, O noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç  $K \frac{i}{d}$  dir? ( $\odot$ : Sayfa düzleminden dışarı yön,  $\otimes$ : Sayfa düzleminden içeri yön)

- A) 1    B) 2    C) 4    D) 6    E) 8

Çözüm

Örnek 4

$3i$  akım geçen K teli sayfa düzleminde,  $8i$  akımı geçen L teli sayfa düzlemine dik olarak şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



Buna göre, O noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç  $K \frac{i}{d}$  dir?

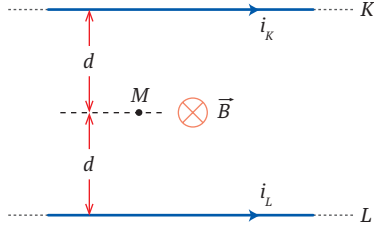
- A) 3    B) 5    C) 10    D) 12    E) 18

Çözüm

Paylaşım Yayınları

**Örnek 5**

Birbirine paralel, sonsuz uzunluktaki K, L iletken tellerinden şekilde gösterilen yönlerde  $i_K$ ,  $i_L$  şiddetlerinde elektrik akımı geçiyor. Tellerden eşit uzaklıktaki M noktasında sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru  $\vec{B}$  manyetik alanı oluşuyor.



Buna göre;

- I.  $i_K$  nin büyüklüğünü değiştirmeden yönünü değiştirmek,
- II.  $i_L$  nin büyüklüğünü değiştirmeden yönünü değiştirmek,
- III.  $i_K$  nin yönünü değiştirmeden büyüklüğünü artırmak

**işlemlerinden hangileri yapılırsa  $\vec{B}$  manyetik alanının hem büyüklüğü artar hem de yönü değişir?**

(Yerin manyetik alanı önemsenmeyecektir.)

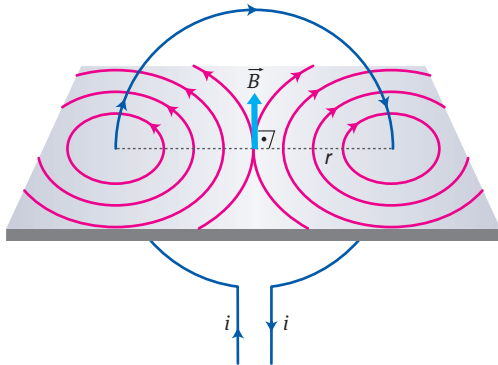
- A) Yalnız I                      B) Yalnız II                      C) Yalnız III  
D) I ve II                      E) I ve III

ÖSYM Sorusu

**Çözüm**

**ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN İLETKEN HALKANIN MERKEZİNDE OLUŞAN MANYETİK ALAN**

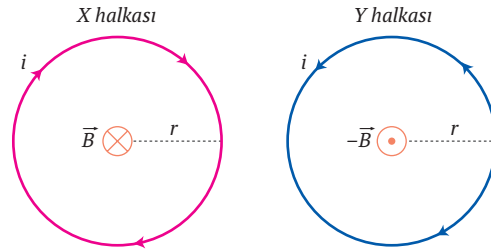
Çember biçiminde bükülmüş iletken halkadan elektrik akımı geçtiğinde şekildeki gibi telin çevresinde ve merkezinde manyetik alan oluşur.



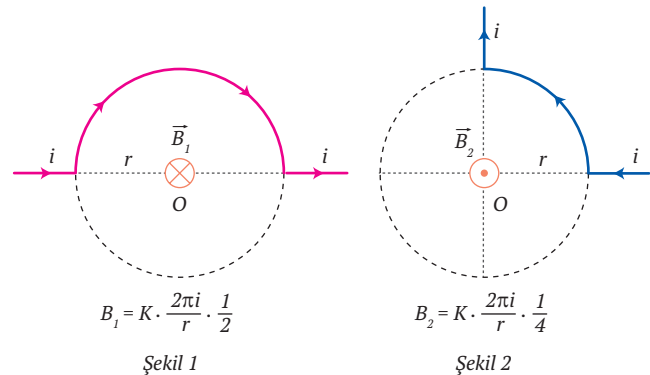
- Halka merkezinde oluşan manyetik alanın büyüklüğü, halkadan geçen akımın şiddeti ile doğru orantılı, halkanın yarıçapı ile ters orantılıdır. Manyetik alanın şiddeti aynı zamanda ortama da bağlıdır.
- Üzerinden i akımı geçen r yarıçaplı çemberin merkezindeki manyetik alanın büyüklüğü aşağıdaki gibi hesaplanır. ( $K = 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ )

$$B = K \cdot \frac{2\pi i}{r}$$

- Belirtilen yönlerde akım geçen X ve Y halkalarının merkezinde oluşan manyetik alanın yönü sağ el kuralına göre şekildeki gibidir. X halkasının merkezindeki manyetik alan sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru, Y halkasının merkezindeki manyetik alan ise sayfa düzlemine dik ve dışarıya doğrudur.



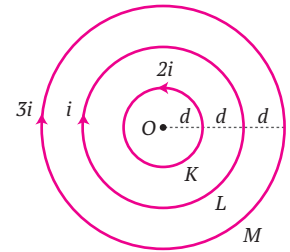
- Bir çemberin parçası biçimindeki tellerden geçen akımların çemberlerin merkezlerinde oluşturduğu manyetik alanların yönleri ve büyüklükleri Şekil 1 ve Şekil 2'deki gibi olur. Yarım çember için formülde katsayı olarak  $\frac{1}{2}$ , çeyrek çemberde  $\frac{1}{4}$  kullanılır.



**Örnek 6**

O merkezli çembersel K, L ve M telleri aynı düzleme şekildeki gibi yerleştirilmiştir. K, L ve M tellerinden geçen akımlar sırasıyla  $2i$ ,  $i$  ve  $3i$ 'dir.

**K telinin O noktasındaki manyetik alanı  $\vec{B}$  ise O noktasındaki bileşke manyetik alan nedir?**

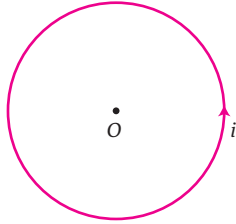


- A)  $-\frac{\vec{B}}{4}$                       B)  $-\frac{\vec{B}}{2}$                       C) 0                      D)  $\frac{\vec{B}}{4}$                       E)  $\frac{\vec{B}}{2}$

Çözüm

Örnek 7

Merkezi O noktası olan çembersel telden  $i$  akımı geçmektedir.



Buna göre,

- I. Akımın oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü çemberin içinde her noktada aynıdır.
- II. Çemberden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan O noktasında çember düzlemine diktir.
- III. Çemberden geçen akım çemberin dış kısmındaki düzlemde manyetik alan oluşturmaz.

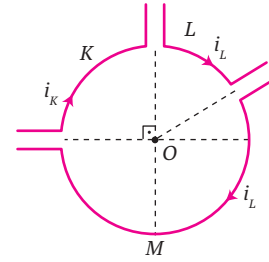
yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm

Örnek 8

Bir kısımları O merkezli çemberin üzerinde olan K, L ve M telleri aynı düzleme şekildedeki gibi yerleştirilmiştir.



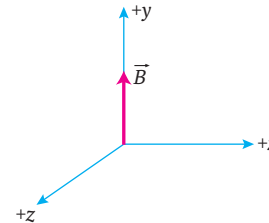
Tellerden geçen akımların O noktasındaki manyetik alanları eşit olduğuna göre, tellerden geçen akımlar  $i_K$ ,  $i_L$  ve  $i_M$  arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $i_L < i_M < i_K$                       B)  $i_K < i_L < i_M$                       C)  $i_M < i_K < i_L$   
D)  $i_K = i_M = i_L$                       E)  $i_L < i_K < i_M$

Çözüm

Örnek 9

xyz koordinat sisteminde çembersel bir telin merkezinde oluşan manyetik alan  $+y$  yönündedir.



Buna göre, çemberin bulunduğu düzlem aşağıda verilenlerden hangisi olabilir?

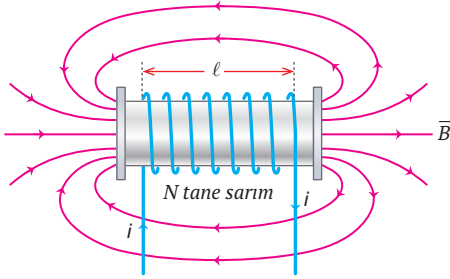
- A) Yalnız xz düzlemi  
B) Yalnız xy düzlemi  
C) Yalnız yz düzlemi  
D) xy ya da yz düzlemi  
E) xz ya da yz düzlemi

Çözüm

## ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN AKIM MAKARASININ (BOBİN) MERKEZ EKSENİNDE OLUŞAN MANYETİK ALAN

Bir silindirin üzerine iletken bir telin sarılmasıyla oluşturulan bobine **akım makarası** ya da **selenoid** denir.

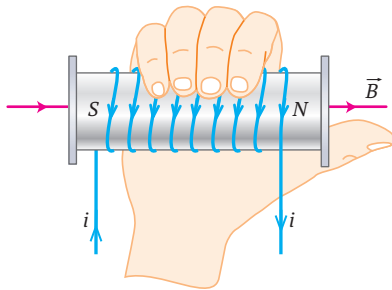
- İletken telden akım geçtiğinde bobinin içinde şekildeki gibi düzgün manyetik alan meydana gelir.



- Sık ve düzgün sarımlı bir bobinin içindeki manyetik alan, bobinin uçları hariç her yerde düzgün ve bobin eksenine paraleldir. Bobinin manyetik alanı; iç kısmında güçlü, dış kısmında zayıftır.
- Bobinin merkez ekseninde oluşan manyetik alanın büyüklüğü, bobinden geçen akımın şiddeti ve bobinin üzerindeki sarım sayısı ile doğru orantılı, bobinin sarım yapılan uzunluğu ile ters orantılıdır.
- Buna göre,  $l$  uzunluğuna sarılı sarım sayısı  $N$  olan bir bobinde, telden  $i$  şiddetinde akım geçiyorsa, bobin içindeki manyetik alanın büyüklüğü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$B = \mu_0 \cdot \frac{4\pi Ni}{l}$$

- Bobinin içinde oluşan manyetik alan ortamın manyetik geçirgenliğine dolayısıyla ortama da bağlıdır.
- Bobinin sarım uzunluğu yarıçapına göre çok uzunsa, bobinin yarıçapına bağlı değildir.
- Bobinin merkez eksenindeki manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Şekildeki gibi sağ elimizin dört parmağı akımın yönünü gösterecek biçimde akım makarası avuç içine alırsa, açılan baş parmak manyetik alanın yönünü gösterir.



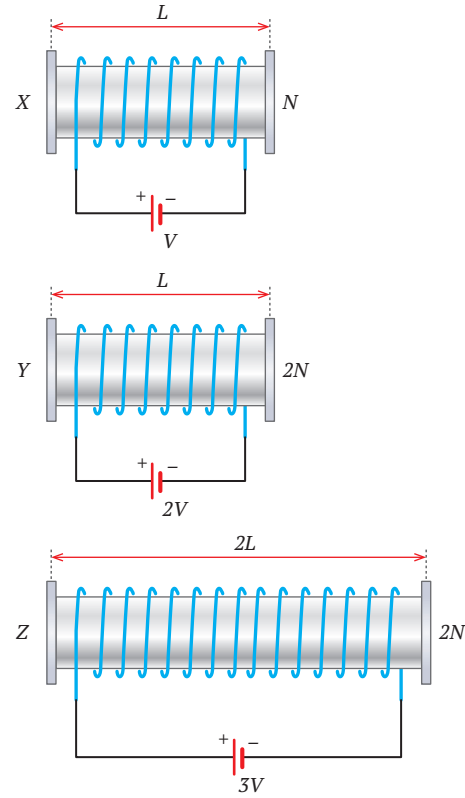
- Üzerinden akım geçen bir bobin mıknatıs özelliği gösterir. Manyetik alanın çıktığı taraf mıknatısın N kutbu, girdiği taraf ise mıknatısın S kutbudur.

### Paylaşım

Kapı zili, elektrik motoru, radyo ve jeneratör gibi elektronik cihazların yapısında selenoid bulunur.

### Örnek : 10

X, Y ve Z bobinlerinin bobin sarım boyları sırasıyla  $L$ ,  $L$  ve  $2L$ ; sarım sayıları  $N$ ,  $2N$  ve  $2N$ ; bobin tellerinin bağlı olduğu üreteçlerin gerilimleri sırasıyla  $V$ ,  $2V$  ve  $3V$ 'dir.



**Bobin tellerinin dirençleri eşit, bobinlerin merkezlerinde oluşan manyetik alanların büyüklükleri sırasıyla  $B_X$ ,  $B_Y$  ve  $B_Z$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

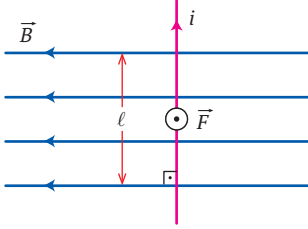
- A)  $B_X > B_Z > B_Y$       B)  $B_Y > B_X > B_Z$       C)  $B_Z > B_X > B_Y$   
D)  $B_Y = B_X = B_Z$       E)  $B_Y > B_Z > B_X$

### Çözüm :

## ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN DÜZ TELE MANYETİK ALANDA ETKİ EDEN KUVVET

Düzgün manyetik alana şekildeki gibi yerleştirilen telden akım geçerse tele bir kuvvet etki eder. Bu kuvvete **manyetik kuvvet** denir.

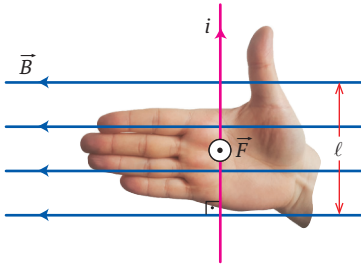
- Tele uygulanan manyetik kuvvet, manyetik alana ve tele diktir.



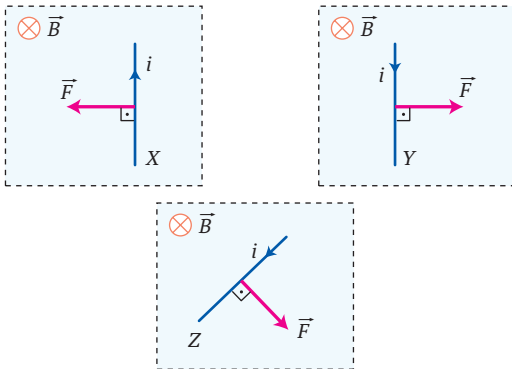
- Düzgün  $\vec{B}$  manyetik alan içinde üzerinden  $i$  elektrik akımı geçen telin  $\ell$  uzunluğundaki kısmına etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$F = B \cdot i \cdot \ell$$

- Manyetik alan içerisindeki akım geçen tele etkiyen manyetik kuvvetin yönü sağ el kuralı ile bulunur. Şekildeki gibi sağ elin dört parmağı manyetik alanın yönünü gösterecek biçimde tutulurken baş parmak akımın yönünü gösterecek biçimde açılırsa, avuç düzleminden çıkan dik vektör manyetik kuvvetin yönünü gösterir.



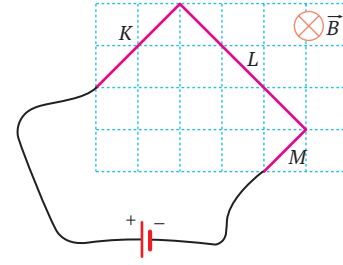
- Düzgün manyetik alanda X, Y, Z tellerine uygulanan manyetik kuvvetlerin yönleri sağ el kuralına göre şekildeki gibi olur. Şekilde de görüldüğü gibi tellere uygulanan manyetik kuvvet, manyetik alan ve tel birbirine diktir.



- Düzgün manyetik alan içinde manyetik alan çizgilerine paralel olan akım taşıyan tele manyetik kuvvet etki etmez.

### Örnek : 11

Sayfa düzlemine dik ve düzgün  $\vec{B}$  manyetik alan içinde bulunan bir tel bükülerek şekildeki gibi bir doğru akım kaynağına bağlanmıştır.



Telin K, L ve M parçalarına etki eden manyetik kuvvetlerin büyüklükleri sırasıyla  $F_K$ ,  $F_L$  ve  $F_M$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

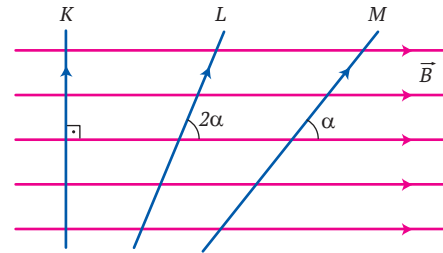
- A)  $F_M > F_L > F_K$       B)  $F_L > F_K > F_M$       C)  $F_K > F_M > F_L$   
D)  $F_L > F_M > F_K$       E)  $F_M = F_L = F_K$

### Çözüm :

Paylaşım Yayınları

### Örnek : 12

Eşit akım geçen doğrusal K, L ve M telleri düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanı içine şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



Tellerin manyetik alan içinde eşit uzunluktaki kısımlarına etki eden manyetik kuvvetler sırasıyla  $F_K$ ,  $F_L$  ve  $F_M$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $F_K > F_L > F_M$       B)  $F_K = F_L = F_M$       C)  $F_K > F_M > F_L$   
D)  $F_L > F_M > F_K$       E)  $F_M > F_L > F_K$

### Çözüm :

**Örnek 13**

xyz koordinat düzlemindeki  $\vec{B}$  düzgün manyetik alanı  $-z$  yönünde, bu manyetik alan içinde bulunan bir doğrusal telden geçen akım ise  $+y$  yönündedir.

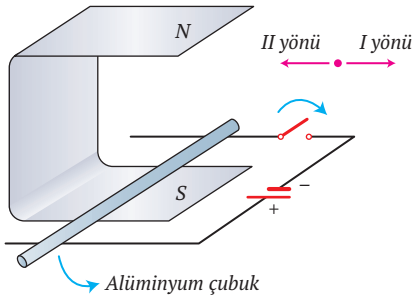
Buna göre, tele etki eden manyetik kuvvet hangi yöndedir?

- A)  $+x$       B)  $-x$       C)  $+y$       D)  $-y$       E)  $+z$

**Çözüm**

**Örnek 14**

Bir mıknatısın içerisinde şekildeki gibi bir DC kaynağına bağlı sürtünmesiz ve yatay duran iletken rayların üzerinde serbestçe hareket edebilen alüminyum çubuk görülmektedir. Akı değişimlerinden dolayı meydana gelen etkiler ihmal edilmektedir.



Anahtar kapatılınca alüminyum çubuğun ray üzerindeki ilk hareketi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

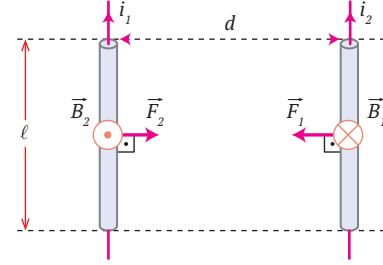
- A) Hareket etmez.  
B) I yönünde hızlanarak hareket eder.  
C) II yönünde hızlanarak hareket eder.  
D) II yönünde sabit hızla hareket eder.  
E) I yönünde sabit hızla hareket eder.

**Çözüm**

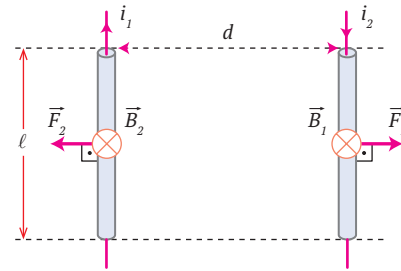
ÖSYM Sorusu

Aralarındaki uzaklık  $d$  olan boyca eşit iki paralel telden akım geçirildiğinde teller birbirleri üzerinde sayfa düzlemine dik manyetik alan oluşturarak birbirlerine manyetik kuvvet uygular. Bu kuvvetler zıt yönlü ve eşit büyüklüktedir.

➤ Aynı yönlü akım geçen paralel teller birbirini çeker.



➤ Zıt yönlü akım geçen paralel teller birbirini iter.

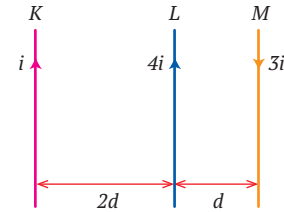


➤ Aralarındaki uzaklık  $d$  olan tellerden geçen akımların şiddetleri  $i_1$  ve  $i_2$  ise, tellerin  $\ell$  uzunluktaki parçasına etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğünü veren ifade aşağıdaki gibidir.

$$F = K \cdot \frac{2i_1 i_2}{d} \cdot \ell$$

**Örnek 15**

Sırasıyla  $i$ ,  $4i$  ve  $3i$  akımları geçen K, L ve M telleri aynı düzleme şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



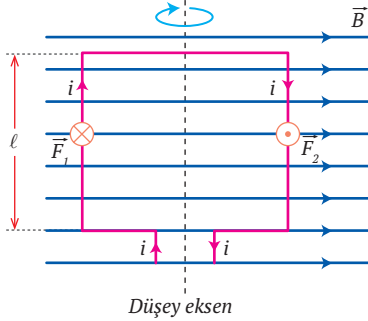
K ve M telleri arasındaki manyetik kuvvet  $F$  büyüklüğünde olduğuna göre, L teline etki eden bileşke manyetik kuvvet kaç  $F$ 'dir?

- A) 8      B) 10      C) 12      D) 14      E) 16

**Çözüm**

## MANYETİK ALAN İÇERİSİNDE ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN DİKDÖRTGEN TEL ÇERÇEVEYE ETKİ EDEN KUVVETİN DÖNDÜRME ETKİSİ

- Şekildeki tel çerçeve  $\vec{B}$  düzgün manyetik alanı içerisine konulup üzerinden  $i$  akımı geçirildiğinde telin manyetik alana paralel kısımlarında manyetik kuvvet oluşmaz.



- Telin  $\ell$  uzunluklu kısımları manyetik alana dik olduğundan sağ el kuralına göre bu kenarların birine sayfa düzlemine dik içeriye doğru  $\otimes \vec{F}_1$  kuvveti etki ederken, diğerine de sayfa düzlemine dik dışarıya doğru  $\odot \vec{F}_2$  kuvveti etki eder. Bu iki kuvvet çerçevenin düşey eksenine göre tork oluşturarak ok yönünde dönmesini sağlar.
- Tel çerçeveye etkiyen toplam tork; çerçevenin yüzey alanı  $A$  olarak alınırsa, aşağıdaki formülle hesaplanır.

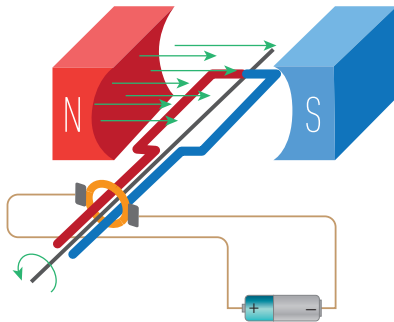
$$\tau = B \cdot i \cdot A$$

- Tel çerçeve  $N$  sarımdan oluşuyorsa, toplam tork aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\tau = N \cdot B \cdot i \cdot A$$

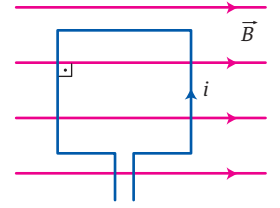
### Paylaşım

Bir elektrik motorunda, iletken dikdörtgen çerçeve manyetik alana yerleştirilir ve çerçeveden akım geçirilir. Bu durumda çerçevenin kenarlarına manyetik kuvvet etki eder. Kuvvetin oluşturacağı tork sebebiyle çerçeve döner. Bu prensip sayesinde elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülür.



### Örnek 16

Bir kare tel çerçeve düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanına şekildeki gibi yerleştirilerek tel üzerinden akım geçiriliyor.



Buna göre,

- Telin tüm kenarlarına manyetik kuvvet etki eder.
- Çerçeve dönmeye başlar.
- Elektrik enerjisi manyetik enerjiye dönüşür.

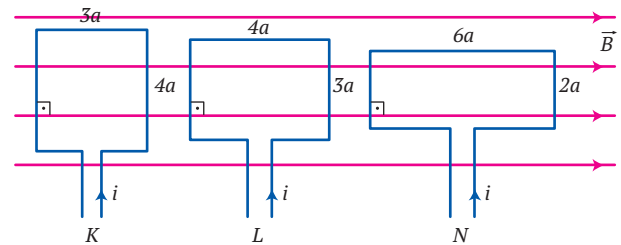
yargılarından hangileri doğrudur?

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

### Çözüm

### Örnek 17

Düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanı içindeki K, L ve N dikdörtgen çerçevelerinden eşit akımla geçmektedir.



Çerçevelere etki eden torkların büyüklükleri  $\tau_K$ ,  $\tau_L$  ve  $\tau_N$  olduğuna göre bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

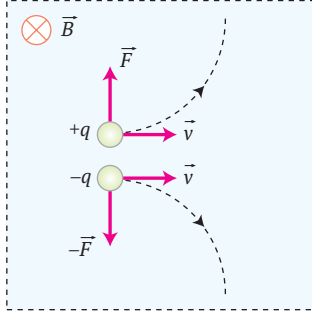
- A)  $\tau_K = \tau_L = \tau_N$                       B)  $\tau_L > \tau_N > \tau_K$                       C)  $\tau_N > \tau_K > \tau_L$   
D)  $\tau_L > \tau_K = \tau_N$                       E)  $\tau_K > \tau_L > \tau_N$

### Çözüm



## YÜKLÜ PARÇACIKLARIN MANYETİK ALAN İÇİNDEKİ HAREKETİ

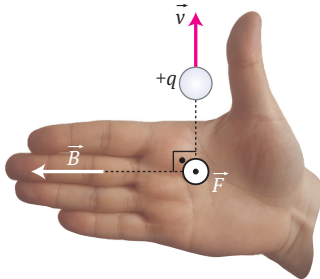
Yüklü parçacıkların hareketleri sonucunda elektrik akımı oluşur. Üzerinden akım geçen tele manyetik alanda bir kuvvet etki ettiğine göre, aslında bu kuvvet tele değil telin içindeki yüklere etki etmektedir. Buna göre, manyetik alana dik olarak fırlatılan yüklü parçacıklar manyetik alanda saparlar.



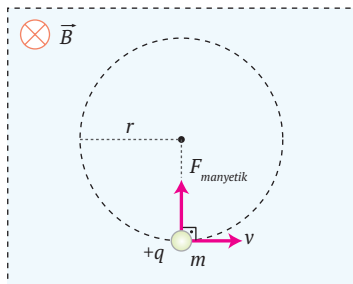
- Elektrik yükü  $q$  olan bir parçacık, düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanına  $\vec{v}$  hızıyla şekildeki gibi dik olarak fırlatılırsa, parçacığa etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$F = q \cdot v \cdot B$$

- Manyetik alanda hareket eden yüklü parçacığa uygulanan kuvvetin yönü sağ el kuralı ile bulunur. Şekildeki gibi sağ elin dört parmağı manyetik alanın yönünde, baş parmak hız yönünde tutulursa, avuç içi (+) yüklü parçacığa etki eden kuvvetin yönünü, avuç dışı (-) yüklü parçacığa etki eden kuvvetinin yönünü gösterir.

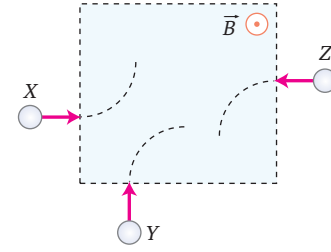


- Manyetik alanda hareket eden yüksüz parçacıklar ile manyetik alana paralel fırlatılan yüklü parçacıklara manyetik kuvvet etki etmez.
- Manyetik kuvvet, daima hız vektörüne dik olduğundan manyetik alana giren yüklü parçacıklar, manyetik alan içinde kaldığı sürece şekildeki gibi çembersel bir yörüngede hareket eder.



### Örnek 18

Düzgün  $\vec{B}$  manyetik alana şekildeki gibi fırlatılan X, Y ve Z cisimlerinin izledikleri yörüngeler şekildeki gibidir.



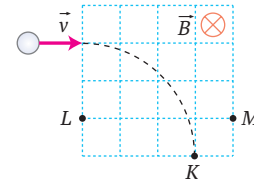
Buna göre; X, Y ve Z cisimlerinin elektrik yüklerinin cinsi aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	X	Y	Z
A)	-	-	+
B)	-	+	-
C)	+	-	-
D)	+	+	-
E)	-	+	+

### Çözüm

### Örnek 19

Yüklü bir cisim düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanına  $\vec{v}$  hızıyla fırlatıldığında şekildeki gibi bir yörünge izleyerek manyetik alanı K noktasından terk ediyor.



Buna göre,

- Cismin hızı artırılarak manyetik alanı M noktasından terk etmesi sağlanabilir.
- Cismin yük miktarı azaltılarak manyetik alanı L noktasından terk etmesi sağlanabilir.
- Manyetik alanın büyüklüğünü artırmak cismin manyetik alanı L noktasından terk etmesine neden olabilir.

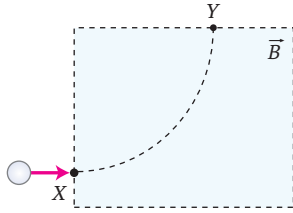
yargılarından hangileri doğrudur? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

Çözüm

Örnek 20

Elektrik yük miktarları sırasıyla  $q_K$ ,  $q_L$  ve  $q_M$  olan özdeş K, L ve M cisimleri düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanının X noktasından alana dik olarak sırasıyla  $3v$ ,  $2v$  ve  $v$  büyüklüğündeki hızlarla fırlatıldıklarında üçü de manyetik alanı Y noktasından terk ediyor.



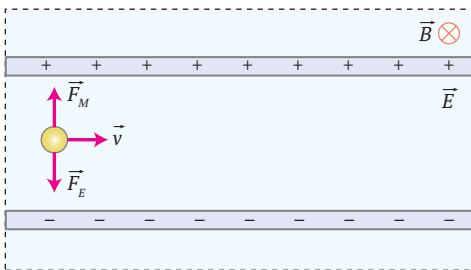
Buna göre;  $q_K$ ,  $q_L$  ve  $q_M$  arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $q_L < q_K < q_M$       B)  $q_K < q_M < q_L$       C)  $q_M < q_L < q_K$   
D)  $q_K < q_L < q_M$       E)  $q_L = q_K = q_M$

Çözüm

YÜKLÜ PARÇACIKLARIN MANYETİK ALAN VE ELEKTRİK ALANDAKİ HAREKETİ

Yüklü bir parçacık aynı anda hem manyetik alan hem de elektrik alanının bulunduğu bir ortamda hareket ettirilirse, parçacığa hem manyetik kuvvet hem de elektriksel kuvvet etki eder.



Pozitif yüklü cisim  $v$  hızıyla harekete geçirildiğinde cisme etki eden elektriksel kuvvet  $\vec{F}_E$  ve manyetik kuvvet  $\vec{F}_M$  nin etkisinde kalır.

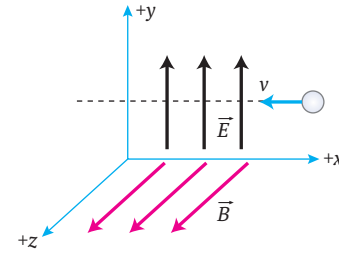
Yapılan deneyler yüklerin elektrik ve manyetik alanlara birbirinden bağımsız olarak tepki verdiğini göstermiştir. Buna göre bir manyetik alanla birlikte ortamda elektrik alan bulunduğunda yüklü parçacığa etki eden net kuvvet elektriksel ve manyetik kuvvetin bileşkesi alınarak, aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B})$$

Bu bağıntıya Lorentz kuvvetleri denir. Lorentz kuvvetini kullanarak yüklü parçacıkların yörüngelerinin ve hızlarının değiştirilebilmesi sayesinde indüksiyon ocağı, metro trenlerinde kullanılan frenleme sistemi, metal dedektörleri, parçacık hızlandırıcı ve para otomatları gibi birçok teknolojik gelişme mümkün hâle gelmiştir.

Örnek 21

xyz koordinat düzleminde düzgün elektrik alan  $\vec{E}$ , +y yönünde, düzgün manyetik alan  $\vec{B}$ , +z yönündedir. Bu durumda -x yönünde  $v$  hızı ile atılan elektrik yüklü kütlesi önemsiz cisim doğrusal yörüngede hareketini sürdürüyor.



Buna göre,

- I. Cisme etki eden elektriksel ve manyetik kuvvetler eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür.
- II. Cismin doğrusal hareketi, cismin yük miktarından bağımsızdır.
- III.  $\frac{E}{B}$  oranı cismin hızına eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm

Paylaşım Yayınları

## İndüksiyon

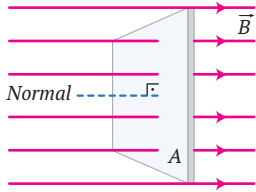
## İNDÜKSİYON

## MANYETİK AKI

Birim yüzeyden dik olarak geçen manyetik alan çizgilerinin sayısına **manyetik akı** denir.

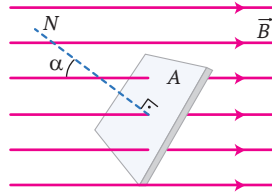
Manyetik akı  $\Phi$  sembolü ile gösterilir. Birimi **weber**dir.

Yüzey alanı  $A$  olan bir düzlem,  $\vec{B}$  manyetik alanına şekildeki gibi konulursa, düzlemden geçen manyetik akının büyüklüğü manyetik alan ve yüzey alanının çarpımına eşittir.



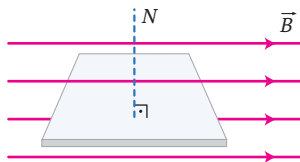
$$\Phi = B \cdot A$$

Manyetik alan çizgileri yüzey normali ile şekildeki gibi  $\alpha$  açısı yapıyorsa, düzlemden geçen manyetik akının büyüklüğü, aşağıdaki gibi hesaplanır.



$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$$

Manyetik alan çizgileri şekildeki gibi düzleme paralel ise manyetik akı sıfırdır.



$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$$

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos 90^\circ$$

$$\Phi = 0$$

Manyetik akıdaki değişim  $\Delta\Phi$  ile ifade edilir. Bir çerçeve manyetik alan içerisinde döndürüldüğünde, manyetik akı değişir. Manyetik akıdaki değişimi ( $\Delta\Phi$ ) bulmak için son manyetik akıdan ( $\Phi_{\text{son}}$ ), ilk manyetik akı ( $\Phi_{\text{ilk}}$ ) çıkarılır. Buna göre manyetik akıdaki değişim aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\Delta\Phi = \Phi_{\text{son}} - \Phi_{\text{ilk}}$$

## Örnek 1

Bir tel çerçeveden geçen manyetik akının büyüklüğü;

- I. ortamın manyetik alan geçirgenliği,
- II. çerçevenin alanı,
- III. ortamdaki manyetik alanın büyüklüğü

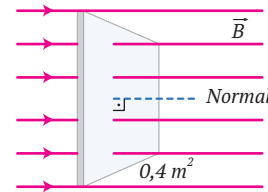
niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

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

## Çözüm

## Örnek 2

Yüzey alanı  $0,4 \text{ m}^2$  olan bir tel çerçeve düzgün manyetik alan içine şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



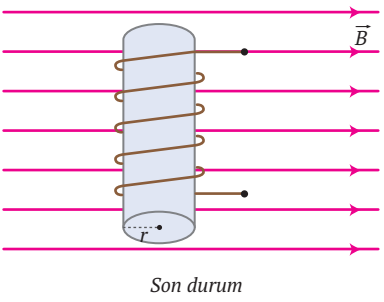
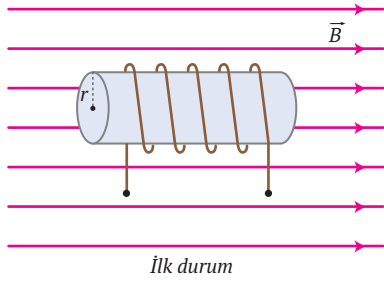
Çerçeveden geçen manyetik akı 8 weber olduğuna göre, çerçevenin bulunduğu düzgün manyetik alanın büyüklüğü kaç tesladır?

- A) 2                      B) 4                      C) 8                      D) 10                      E) 20

## Çözüm

## Örnek 3

Yarıçapı  $r$  olan  $N$  sarımlı bir bobinin düzgün manyetik alan içindeki konumu şekildeki gibi değiştirilmiştir.



Buna göre,

- I. İlk durumda bobinden geçen manyetik akının büyüklüğü  $N \cdot B \pi r^2$  dir.
- II. İkinci durumda bobinden geçen manyetik akı sıfırdır.
- III. Yapılan bu işlemden bobin için gerçekleşen manyetik akı değişimi  $B \pi r^2$  dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

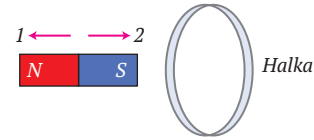
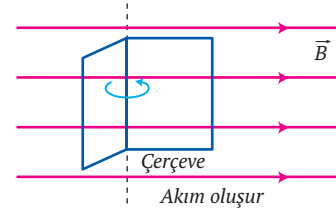
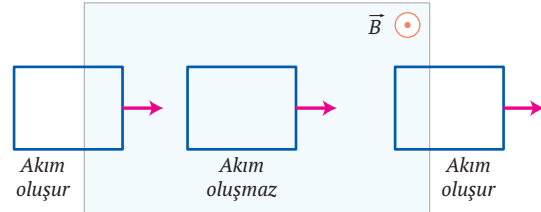
- A) Yalnız I                      B) Yalnız II                      C) Yalnız III  
D) I ve II                      E) I, II ve III

## Çözüm

## İNDÜKSİYON AKIMI

İletken tel çerçeveden geçen manyetik akıda meydana gelen değişiklik, tel çerçevede elektrik akımı oluşturur. Bu durum, ilk kez Faraday tarafından keşfedilmiştir.

- ☞ İletken çerçevede oluşan bu akıma **indüksiyon akımı**, bu akımı oluşturan elektromotor kuvvetine **indüksiyon elektromotor kuvveti**, manyetik alan değişimi ile elektrik akımı üretme olayına ise **elektromanyetik indüksiyon** denir.
- ☞ Tel çerçevedeki akı değişimi; çerçeveyi bir manyetik alanın içine sokmak, çerçeveyi manyetik alan içinden dışarıya çekmek ya da çerçeveyi manyetik alan içinde uygun açıyla döndürerek gerçekleştirilebilir.



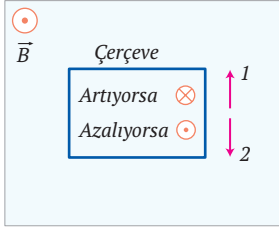
Mıknatıs 1 ya da 2 yönünde hareket ettirilince halkada akım oluşur.

- ☞ Çerçevede  $\Delta t$  sürede meydana gelen manyetik akı değişimi  $\Delta \Phi$  ise oluşan indüksiyon elektromotor kuvvetinin değeri, aşağıdaki formülle hesaplanır.

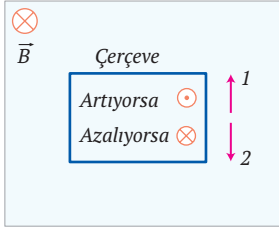
$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

- ☞ İndüksiyon akımının yönü Lenz Yasası ile bulunur. Lenz yasasına göre indüksiyon elektromotor kuvvetinin yönü kendini meydana getiren sebebe karşı koyacak yöndedir.
- ☞ Bağlıntıdaki (-) işareti Lenz Yasası'ndaki zıtlığı göstermek için konulmuştur.

- ☞ Çerçevedeki akı artıyorsa indüksiyon akımı 2 yönünde, azalıyorsa 1 yönündedir.

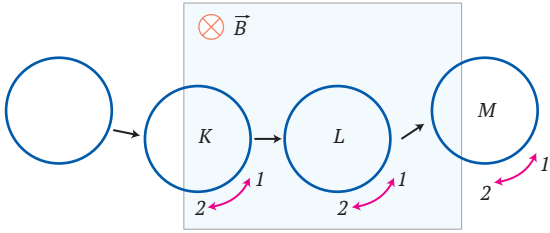


- ☞ Çerçevedeki akı artıyorsa indüksiyon akımı 1 yönünde, azalıyorsa 2 yönündedir.



## Örnek 4

Sayfa düzleminde bulunan bir tel halka, sayfa düzlemine dik düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanı boyunca şekildeki gibi hareket ettiriliyor.



Buna göre,

- I. K konumundan geçerken halkada 1 yönünde indüksiyon akımı gözlenir.
- II. L konumundan geçerken halkada 2 yönünde indüksiyon akımı gözlenir.
- III. M konumundan geçerken halkada 2 yönünde indüksiyon akımı gözlenir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

## Çözüm

## Örnek 5

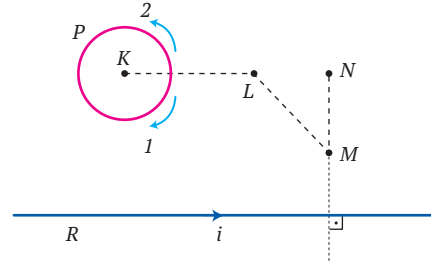
Aşağıdakilerden hangisi indüksiyon akımının SI birimidir?

- A) Coulomb                      B) Volt                      C) Joule  
D) Weber                      E) Amper

## Çözüm

## Örnek 6

Üzerinden  $i$  akımı geçen yeterince uzun R teline yakın bir bölgede bulunan, iletken telden yapılan P halkası, şekildeki KLMN yolu boyunca sabit hızla hareket ettiriliyor.



K, L ve N noktaları tele eşit uzaklıkta olduğuna göre, halkada oluşan indüksiyon akımı için,

- I. KL arasında indüksiyon akımı oluşmaz.
- II. LM arasında 1 yönünde indüksiyon akımı oluşur.
- III. MN arasında 2 yönünde indüksiyon akımı oluşur.
- IV. LM arasında oluşan indüksiyon akımının şiddeti MN arasında oluşanından daha büyüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

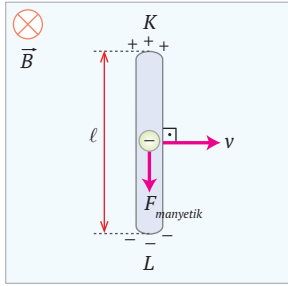
ÖSYM Sorusu

## Çözüm

## DÜZGÜN MANYETİK ALANA DİK GİREN İLETKEN TELDE İNDÜKSİYON ELEKTROMOTOR KUVVETİ

Düzgün manyetik alana giren teldeki elektrik yüklerine manyetik kuvvet etki eder. Bu kuvvet etkisi ile çubuğun uçları farklı cins elektrik yüklenir. Çubuğun uçlarının bu şekildeki kutuplanması elektromotor kuvveti oluşturur.

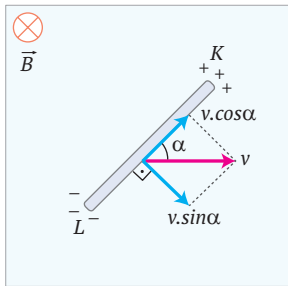
- İletken bir tel manyetik alan içinde şekildeki gibi  $v$  süratiyle hareket ettirildiğinde, üzerindeki serbest yüklere manyetik kuvvet etki eder. İletken KL teli hareket ederken telin üzerindeki (-) yükler şekildeki gibi manyetik kuvvetin etkisinde L ucunda toplanır. K ucunda ise L ucundaki (-) yük sayısı kadar (+) yük birikir.



- $l$  uzunluğundaki iletken telin uçlarında biriken bu yüklerden dolayı telin uçları arasında bir elektrik alan oluşur. Bu elektrik alandan dolayı yüklere şekildeki gibi elektrikselsel kuvvet etki eder. İletken teldeki yük hareketi bir yüke etki eden manyetik kuvvet ile elektrikselsel kuvvetin büyüklüğü birbirine eşit oluncaya kadar devam eder.
- İletken KL telinin uçları arasındaki potansiyel fark  $V_{KL}$  ye indüksiyon elektromotor kuvveti denir.  $\mathcal{E}$  ile gösterilir.  $\mathcal{E}$ 'nin büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\mathcal{E} = -B \cdot v \cdot l$$

- Formülde, B'nin birimi tesla, v'nin birimi metre/saniye ve l'nin birimi metre olarak alınırsa,  $\mathcal{E}$ 'nin birimi volt olur. "-" işareti Lenz Yasasından dolayı vardır.
- KL iletkeninin uzunluğu  $l$  ile hız vektörü  $v$  arasındaki açı  $90^\circ$  den farklı ve  $\alpha$  ise telin uçları arasında oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti, aşağıdaki gibi hesaplanır.



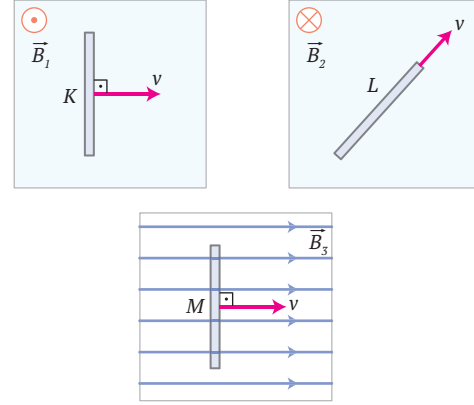
$$\mathcal{E} = -B \cdot v \cdot l \cdot \sin \alpha$$

### Paylaşım

- Manyetik alanda hareket ettirilen bir telde indüksiyon elektromotor kuvvetinin oluşabilmesi için manyetik alan vektörü, hız vektörü ve telin uzunluğu birbirine dik olmalıdır.

### Örnek : 7

İletken ve özdeş K, L ve M çubukları v süratleri ile yönleri verilen düzgün manyetik alanlarda şekildeki gibi hareket ettiriliyor.



Buna göre, hangi çubukların uçları arasında indüksiyon elektromotor kuvveti oluşur?

- A) Yalnız K                      B) Yalnız L                      C) Yalnız M  
D) K ve L                      E) L ve M

### Çözüm :

### Örnek : 8

Boyu 50 cm olan bir tel, büyüklüğü 3 tesla olan düzgün manyetik alan içinde hareket ettirilerek telin uçları arasında 1,5 volt gerilim elde edilmek isteniyor.

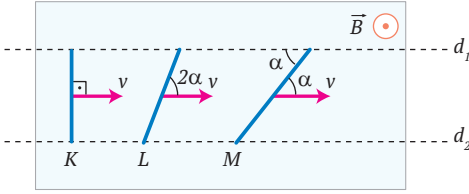
Buna göre, tel manyetik alan içinde kaç m/s hızla çekilmelidir?

- A) 1                      B) 1,5                      C) 2                      D) 2,5                      E) 3

### Çözüm :

**Örnek 9**

İletken K, L ve M çubukları düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanı içinde eşit hızlarla şekildeki gibi hareket ettirilmektedir.



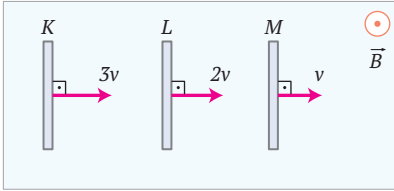
K, L ve M çubuklarının uçları arasında oluşan indüksiyon elektromotor kuvvetleri sırasıyla  $\mathcal{E}_K$ ,  $\mathcal{E}_L$  ve  $\mathcal{E}_M$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir? ( $d_1 // d_2$ )

- A)  $\mathcal{E}_K = \mathcal{E}_L = \mathcal{E}_M$       B)  $\mathcal{E}_K > \mathcal{E}_L > \mathcal{E}_M$       C)  $\mathcal{E}_M > \mathcal{E}_L > \mathcal{E}_K$   
D)  $\mathcal{E}_L > \mathcal{E}_K > \mathcal{E}_M$       E)  $\mathcal{E}_K = \mathcal{E}_M > \mathcal{E}_L$

**Çözüm**

**Örnek 10**

K, L ve M çubukları düzgün bir manyetik alanda sırasıyla  $3v$ ,  $2v$  ve  $v$  hızları ile çekildiğinde çubukların uçları arasında eşit indüksiyon elektromotor kuvveti oluşuyor.



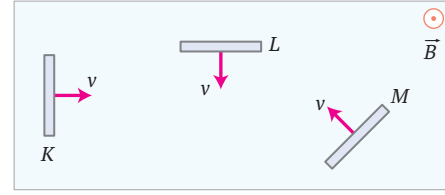
K, L ve M çubuklarının boyları sırasıyla  $l_K$ ,  $l_L$  ve  $l_M$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $l_L < l_M < l_K$       B)  $l_K < l_L < l_M$       C)  $l_M < l_K < l_L$   
D)  $l_K < l_M < l_L$       E)  $l_L = l_M = l_K$

**Çözüm**

**Örnek 11**

İletken çubuklar düzgün manyetik alan içinde  $v$  süratleri ile şekildeki gibi çekiliyor.



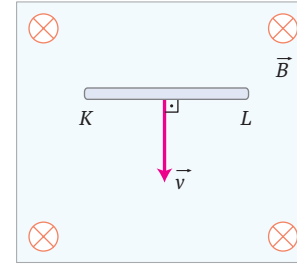
Buna göre, çubukların K, L ve M uçlarından hangileri hareketleri sırasında pozitif elektrik yüklenir?

- A) Yalnız K      B) Yalnız L      C) Yalnız M  
D) K ve M      E) L ve M

**Çözüm**

**Örnek 12**

Başlangıçta nötr olan iletken KL çubuğu, sayfa düzlemine dik ve içeri doğru yönelmiş sabit B manyetik alan bölgesinde sabit  $\vec{v}$  hızı ile şekilde gösterilen doğrultuda hareket etmektedir.



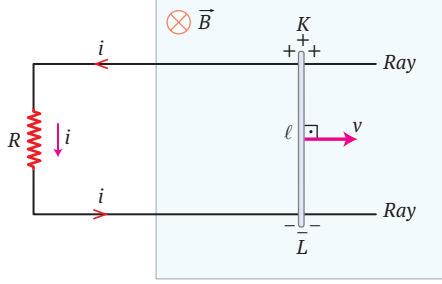
Buna göre, çubuğun K ve L uçlarındaki elektrik yük dağılımıyla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- |    | K    | L |
|----|------|---|
| A) | +    | - |
| B) | -    | + |
| C) | -    | - |
| D) | +    | + |
| E) | Nötr | - |

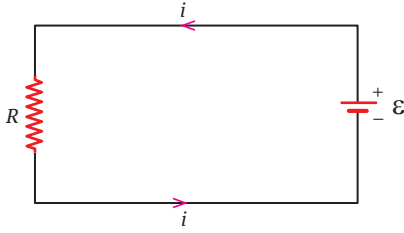
**Çözüm**

ÖSYM Sorusu

- ☞ Sayfa düzlemine dik  $\vec{B}$  manyetik alanı içine yerleştirilmiş sürtünmesiz raylar üzerinde, iletken  $\ell$  uzunluklu bir tel  $v$  süratıyla hareket ettirilirken şekildeki gibi kapalı bir devre parçası oluşturulursa, telde oluşan indüksiyon elektromotor kuvvetinden dolayı devrede bir elektrik akımı oluşur.



- ☞ KL teli sabit  $v$  süratıyla şekildeki yönde çekildiğinde (-) yükler manyetik kuvvetten dolayı telin L ucuna doğru hareket eder. Bu durumda bir üretece benzeyen KL telinin L ucunda toplanan (-) yükler, kapalı devre boyunca hareket ederek K ucuna gelir. Böylece devrede (-) yüklerin hareketine zıt yönde şekildeki gibi bir akımı (indüksiyon akımı) oluşur.
- ☞ KL iletken telinin manyetik alan içinde  $v$  süratıyla hareket ettirilmesi, uçları arasında potansiyel farkı oluşturacağından, tel hareketi süresince kapalı devrede bir üreteç gibi davranır. Bu olay şekildeki gibi modellenebilir.



- ☞ Buna göre devrede dolaşan indüksiyon akımının şiddeti; Ohm Yasası'na göre  $V = i \cdot R$  olduğundan, aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$i = \frac{B \cdot v \cdot \ell}{R}$$

### Örnek 13

xyz koordinat sisteminde x ekseninde iletken bir çubuk  $+z$  yönündeki  $\vec{v}$  hızıyla çekiliyor.

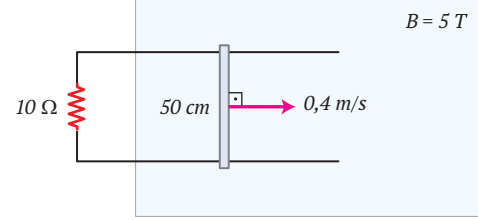
**Ortamdaki düzgün manyetik alan  $+y$  yönünde olduğuna göre, çubuğun elektronları hangi yönde harekete geçerek elektromotor kuvveti oluşturur?**

- A)  $+x$       B)  $-x$       C)  $+y$       D)  $-y$       E)  $-z$

### Çözüm

### Örnek 14

$10 \Omega$  luk bir direncin uçlarına bağlanan teller büyüklüğü  $5 T$  olan düzgün manyetik alan için şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Tellerin üzerine yerleştirilen ve boyu  $50 \text{ cm}$  olan metal bir çubuk  $0,4 \text{ m/s}$  hızla hareket ettiriliyor.



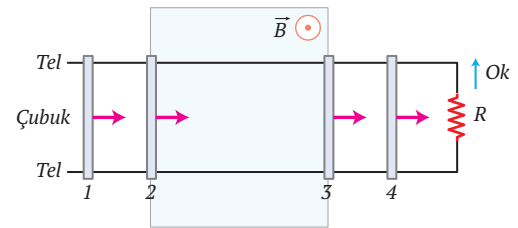
**Buna göre, dirençten geçen akım şiddeti kaç amperdir?**

- A) 0,1      B) 0,2      C) 0,3      D) 0,4      E) 0,5

### Çözüm

### Örnek 15

R direncine bağlanmış teller sayfa düzlemine dik manyetik alan için şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Metal bir çubuk teller üzerinde hareket ettiriliyor.



**Buna göre,**

- I. Çubuk 1 konumundan 2 konumuna getirildiğinde dirençte akım oluşmaz.
- II. Çubuk 2 konumundan 3 konumuna getirildiğinde dirençten ok yönünde akım geçer.
- III. Çubuk 3 konumundan 4 konumuna getirildiğinde R direncinde oka zıt yönde akım oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

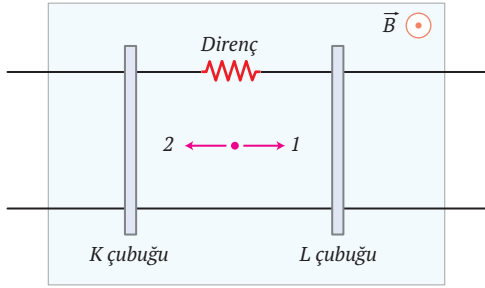
- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) I ve III      E) II ve III



Çözüm

Örnek 16

Sayfa düzlemine dik düzgün manyetik alan içine yerleştirilen şekildeki düzenekte direnç üzerindeki indüksiyon akımı elde etmek için K ve L çubukları hareket ettiriliyor.



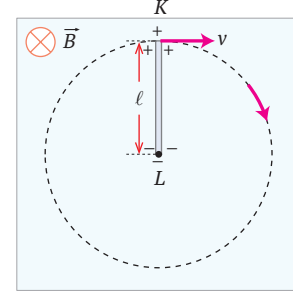
Buna göre, K ve L çubuğunun hareket yönleri ve hızlarının büyüklükleri aşağıdakilerden hangisi gibi olursa dirençte en büyük indüksiyon akımı elde edilir?

	K		L	
	Yön	Hız	Yön	Hız
A)	1	v	1	v
B)	2	v	2	2v
C)	1	v	2	v
D)	2	2v	1	2v
E)	1	v	1	2v

Çözüm

MANYETİK ALANDA DÖNEN BİR TELİN UÇLARI ARASINDA OLUŞAN İNDÜKSİYON ELEKTROMOTOR KUVVETİ

- Manyetik alan içindeki KL iletken telinin L ucu sabit tutulup K ucu v sürati ile şekildeki gibi döndürüldüğünde, (-) yükler telin L ucunda toplanırken K ucunda (+) yükler birikir. Böylece iletken telin uçları arasında indüksiyon elektromotor kuvveti oluşur.

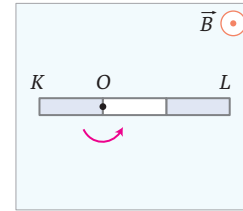


- İletken telin K ucunun sürati v, L ucunun sürati sıfır olduğu için, telin uçları arasındaki indüksiyon elektromotor kuvveti bulunurken telin ortalama sürati alınır.
- Buna göre, indüksiyon elektromotor kuvveti,  $\varepsilon = -B \cdot v_{\text{ort}} \cdot \ell$  olur.  $v_{\text{ort}} = \frac{v}{2}$  olduğundan, formül aşağıdaki gibi olur.

$$\varepsilon = -B \cdot \frac{v}{2} \cdot \ell$$

Örnek 17

KOL metal çubuğu sayfa düzlemine dik manyetik alan içinde O noktası etrafında döndürülüyor.



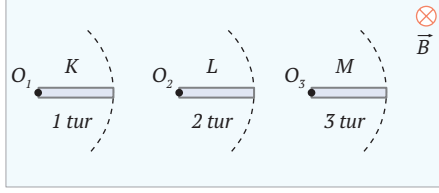
Buna göre; K, O ve L noktalarında biriken elektrik yüklerinin işareti aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	K	O	L
A)	+	+	-
B)	-	+	-
C)	+	-	+
D)	-	-	-
E)	+	+	+

Çözüm

**Örnek 18**

Özdeş K, L ve M metal çubukları sayfa düzlemine dik  $\vec{B}$  manyetik alanı içinde  $O_1$ ,  $O_2$  ve  $O_3$  uçları etrafında döndürülmektedir. K saniyede 1 tur, L 2 tur, M 3 tur yapmaktadır.



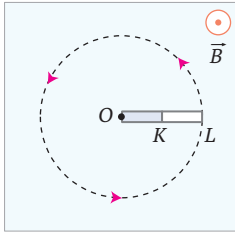
Çubukların uçları arasında oluşan elektromotor kuvvetleri sırasıyla  $\varepsilon_K$ ,  $\varepsilon_L$  ve  $\varepsilon_M$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $\varepsilon_M > \varepsilon_L > \varepsilon_K$       B)  $\varepsilon_M = \varepsilon_L = \varepsilon_K$       C)  $\varepsilon_K > \varepsilon_M > \varepsilon_L$   
 D)  $\varepsilon_L > \varepsilon_M > \varepsilon_K$       E)  $\varepsilon_K > \varepsilon_L = \varepsilon_M$

**Çözüm**

**Örnek 19**

Eşit bölmeli metal bir çubuk O noktası etrafında sayfa düzlemine dik düzgün  $\vec{B}$  manyetik alanı içinde şekildeki gibi döndürülmektedir.



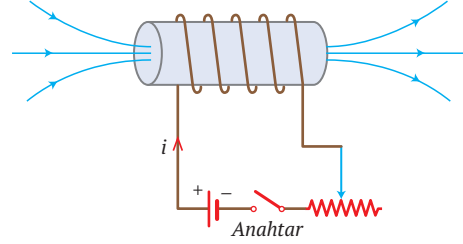
Çubuğun OL noktaları arasında oluşan elektromotor kuvveti  $\varepsilon_1$ , OK noktaları arasında oluşan elektromotor kuvveti  $\varepsilon_2$  olduğuna göre,  $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$  oranı kaçtır? (Çubuk eşit bölmelidir.)

- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 8

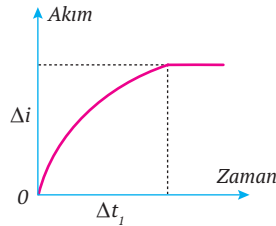
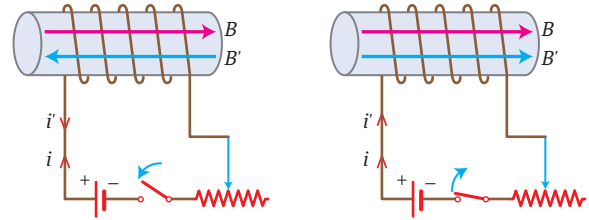
**Çözüm**

**ÖZ İNDÜKSİYON AKIMI**

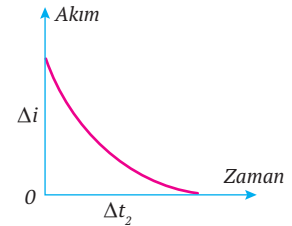
Şekildeki devrede anahtar kapatıldığında devredeki akım şiddeti kısa bir zamanda sıfırdan belli bir değere ulaşır. Bobinin içinden geçen manyetik alan şiddeti de devredeki akım şiddeti gibi sıfırdan belli bir değere ulaşırken manyetik akı değişimi olur.



- Faraday Yasası'na göre, manyetik akı değişimi devrede elektromotor kuvvet oluşmasını sağlar. Oluşan bu elektromotor kuvvetine **öz indüksiyon** elektromotor kuvveti denir.
- Öz indüksiyon elektromotor kuvveti devre akımının değişim hızı  $\frac{\Delta i}{\Delta t}$  ile doğru orantılıdır.
- Öz indüksiyon elektromotor kuvvetinin oluşturduğu akıma **öz indüksiyon akımı** denir.
- Öz indüksiyon akımının yönü Lenz Yasası'na göre bulunur. Şekil 1'deki devrede anahtar kapatıldığında öz indüksiyon akımı, artan devre akımını azaltacak yönde oluşur. Şekil 2'deki devrede anahtar açıldığında öz indüksiyon akımı, azalan devre akımını arttıracak yönde oluşur. Bu durumlarda devre akımının zamanla değişim grafikleri şekildeki gibidir.



Şekil 1



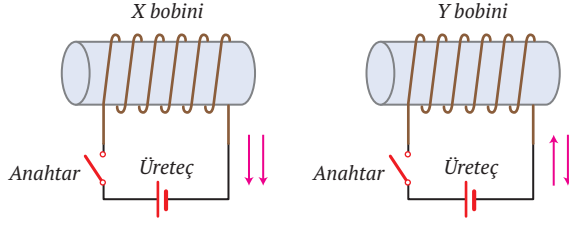
Şekil 2

**Paylaşım**

Bobin olan elektrik devrelerinde devre akımının artması ya da azalması sırasında bobinin manyetik özellikleri nedeniyle bu değişime karşı oluşturulan öz indüksiyon akımı oluşur.

## Örnek 20

X ve Y bobinlerinde devre akımları ve öz indüksiyon akımlarının yönleri şekildeki gibidir.



Buna göre,

- I. X bobinli devrede anahtar açık hâle getirilmiştir.
- II. Y bobinli devrede direnç değeri azaltılmıştır.
- III. X bobinli devrede üretecin gerilimi artırılmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

## Çözüm

## Örnek 21

Bir öğrenci şekildeki devreyi kurarak devrede öz indüksiyon akımı oluşmasını istiyor.

Bu amaçla aşağıdaki işlemleri yapmayı düşünüyor.

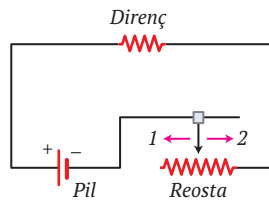
1. Devrede direnç yerine bobin kullanmak
2. Reosta sürgüsünü 1 yönünde çekmek
3. Reosta sürgüsünü 2 yönünde çekmek

Buna göre,

- I. Yalnız 1 işlemi ile öz indüksiyon akımı elde edemez.
- II. 1 ve 2 işlemlerini birlikte yaparsa öz indüksiyon akımı elde eder.
- III. 1 ve 3 işlemlerini birlikte yaparsa öz indüksiyon akımı elde eder.

yargılarından hangileri doğrudur?

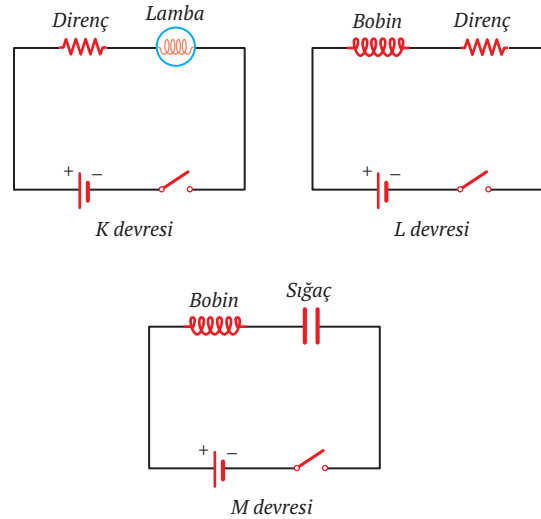
- A) Yalnız I                      B) Yalnız II                      C) I ve III  
D) II ve III                      E) I, II ve III



## Çözüm

## Örnek 22

Aşağıda bazı elektrik devreleri verilmiştir.

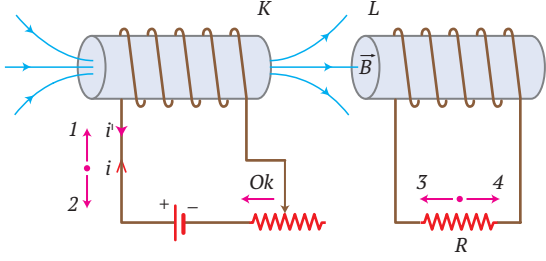


Buna göre devrelerden hangilerinde açık anahtar kapatıldığında devrede öz indüksiyon akımı oluşur?

- A) Yalnız K                      B) Yalnız L                      C) K ve L  
D) L ve M                      E) K, L ve M

## Çözüm

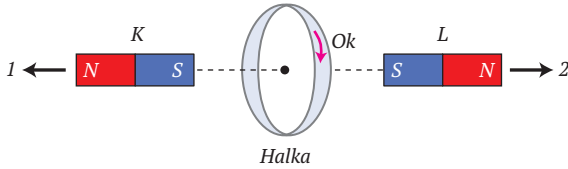
- İki bobin karşılıklı yerleştirilerek birinden geçen akım şiddeti değiştirildiğinde, diğer bobin bu değişimden etkilenir.



- Şekildeki gibi karşılıklı yerleştirilen K, L bobinlerinde K bobinindeki reostanın sürgüsü hareket ettirilirse devredeki  $i$  akımı değişir.
- Örneğin, reostanın sürgüsü ok yönünde çekilerek  $i$  akımını artırılırsa manyetik akı da artar. Bu durumda L bobini Lenz Yasası'na göre, artan bu akıyı azaltıcı yönde manyetik akı oluşturmak için, R direncinden 4 yönünde geçecek biçimde indüksiyon akımı oluşturur.
- K bobininde ise devredeki  $i$  akım arttığı için bu akımı azaltacak yönde yani 2 yönünde öz indüksiyon akımı ( $i'$ ) oluşur.

## Örnek 23

İletken bir halkanın yakınına K ve L mıknatısları şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



Buna göre;

- K mıknatısını 1 yönünde hareket ettirmek,
- K mıknatısını 2 yönünde hareket ettirmek,
- L mıknatısını 1 yönünde hareket ettirmek,
- L mıknatısını 2 yönünde hareket ettirmek

İşlemlerinden hangileri tek başına yapıldığında halkada ok yönünde indüksiyon akımı oluşur?

- A) Yalnız I                      B) I ve III                      C) I ve IV  
D) II ve III                      E) II ve IV

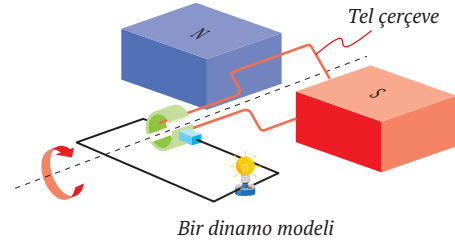
## Çözüm

## ELEKTROMOTOR KUVVETİ

- Bir elektrik devresinde elektrik akımının oluşabilmesi için gerekli potansiyel farkını akü, pil ve jeneratör gibi enerji kaynakları sağlar. Bu elektriksel enerji kaynaklarına **elektromotor kuvvet kaynağı** denir.

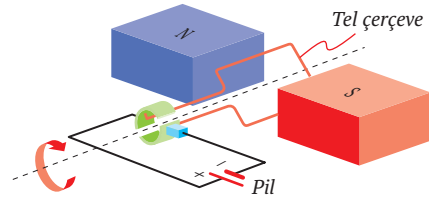


- Birim yükün devreyi bir defa dolanması için gerekli enerji **elektromotor kuvveti** olarak tanımlanır.
- Elektromotor kuvvet  $\mathcal{E}$  sembolü ile gösterilir. Birimi volt (V).
- Dinamo**, hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren doğru akım jeneratörüdür.
- Dinamoda, mıknatısın manyetik alanı içinde tutulan şekildeki kapalı bir tel çerçevenin döndürülmesiyle indüksiyon akım elde edilir.



Bir dinamo modeli

- Tel çerçeve sürekli döndürülürse sürekli olarak akım elde edilir. Böylece elektrik enerjisi üretilmiş olur.
- Bisiklet sürerken elektrik enerjisi görseldeki gibi bir dinamo ile elde edilmektedir.
- Elektrik motoru**, manyetik tork sayesinde dönerek, elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürür.



Bir elektrik motoru modeli

- Elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren elektrik motorları birçok yerde kullanılmaktadır. Örneğin uzaktan kumandalı bir dronun pervaneleri, oyuncak arabaların tekerlekleri ve matkabın dişlileri elektrik motorları sayesinde döndürülür.

## Alternatif Akım

## ALTERNATİF AKIM

Bir iletkenen geçen ve yönü sabit olan akıma **doğru akım** denir. Pil, akü, güneş pilleri, dinamolar doğru akım kaynaklarıdır.



Piller



Akü



Güneş panelleri



Dinamo

- Doğru akım; aydınlatma, teknolojik cihazlar, elektroliz gibi birçok alanda kullanılır.
- Doğru akım DC harfleriyle gösterilir.

## ALTERNATİF AKIMIN ÖZELLİKLERİ

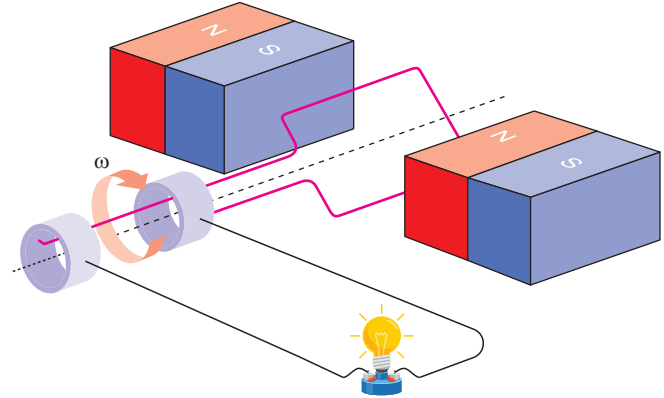
Zamanla yönü ve şiddeti sürekli değişen akıma **alternatif akım** denir.

- Alternatif akım AC harfleri ile gösterilir.
- Alternatif akım kaynaklarının devre sembolleri aşağıdaki gibidir.

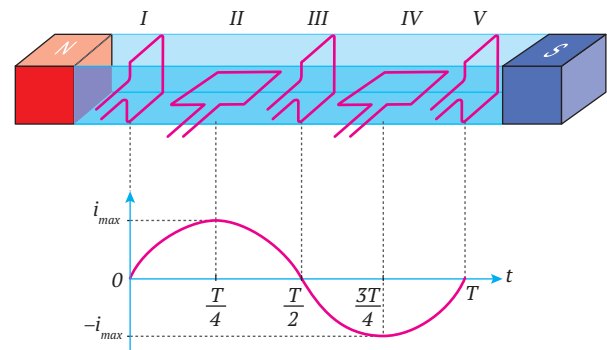


- Alternatif akım, bir tel çerçevenin manyetik alan içinde sürekli döndürülmesi sonucunda oluşan manyetik akı değişimi neticesinde elde edilir.
- Alternatif akım üretmeye yarayan araçlara alternatör denir.
- Alternatörler hareket enerjisini manyetik alan vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir.

- Bir tel çerçeve manyetik alan içinde bir turunu tamamladığında, oluşan alternatif akım da devredeki bir tur hareketini tamamlamış olur.



- Çerçevenin hareketi dört çeyrek evrede incelenebilir.
- İlk çeyrek dönüşte akım artarak maksimum değerine ulaşır.
- İkinci çeyrekte aynı yöndeki akım azalarak sıfır olur.
- Çerçevenin üçüncü çeyrek hareketinde akım ters yönde maksimum değerine ulaşır.
- Son çeyrekte ters yöndeki akım azalarak sıfır olur.
- Alternatif akım döngüsü bu şekilde birbirini tekrarlayarak devam eder.
- Manyetik alanda dönen tel çerçevenin manyetik alan içindeki konumuna göre, oluşan alternatif akımın zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibi olur.



### Paylaşım

Alternatif akımın gerilimi yükseltilecek akımı düşürülebilir. Bu durum, santrallerde elde edilen elektrik enerjisinin tellerde ısı enerjisi nedeniyle kayıplarının en aza indirilmesine olanak sağlar.



- ❏ Alternatörlerdeki çerçevenin dönme frekansı aynı zamanda alternatif akımın da frekansdır.
- ❏ Kullanılan alternatif akımın frekansı ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilir. Ülkemizde standart olarak 220 volt, 50 Hz kabul edilmiş ve uygulanmaktadır.
- ❏ Alternatif akım jeneratörlerinin elektrik üretim verimi, doğru akım jeneratörlerine göre çok büyüktür.
- ❏ Alternatif akım motorlarının maliyeti doğru akım motorlarına göre çok düşüktür ve bu motorlar çok bakım gerektirmez.
- ❏ Doğru akım motorlarında gerilim sabit olduğundan devir ayarı ve düzenliliği alternatif akım motorlarına göre daha kolay yapılmaktadır.

### Örnek : 1

**Alternatif akım ile ilgili olarak,**

- I. Yönü sürekli değişir.
- II. Santrallerden aktarım konusunda doğru akım kadar avantajlı değildir.
- III. Lambalarda aydınlatma amaçlı kullanılır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

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

### Çözüm :

### Paylaşım

1800'lü yılların sonlarına doğru Edison doğru akımın yaygınlaşmasını savunurken, Tesla iletimindeki kolaylıkları nedeniyle alternatif akımı savunmuştur. Uzun uğraşlar sonunda bu mücadeleyi Tesla kazanmıştır.



- ❏ Doğru akım motorlarının kullanıldığı yerlerde alternatif akım doğru akıma çevrilerek kullanılır.
- ❏ Alternatif akım ile elektroliz olayı ve akü şarjı yapılamaz.
- ❏ Doğru akımın depo edilmesi ve taşınması alternatif akıma göre daha kolaydır.
- ❏ Aynı gerilim altında doğru akım, alternatif akıma göre can güvenliği açısından daha az tehlikelidir.
- ❏ Cep telefonu, bilgisayar gibi aletler doğru akımla çalışırken, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi gibi aletler alternatif akımla çalışır.
- ❏ Elektrikli ısıtıcı ve lamba gibi aletler ise hem doğru akımla hem de alternatif akımla çalışır.

### Örnek : 2

Günümüzde iki çeşit akım türü kullanılmaktadır. Bunlar doğru akım ve alternatif akımlardır.

**Buna göre, bu iki akım türü ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

- A) İki akım türü ile çalışan birçok cihaz üretilmiştir.  
B) Depolama açısından doğru akım daha avantajlıdır.  
C) Alternatif akım ısıtma amaçlı kullanılamaz.  
D) Alternatif akım doğru akıma çevrilebilir.  
E) Alternatif akım ile elektroliz yapılamaz.

### Çözüm :

## ALTERNATİF AKIMIN ETKİN VE MAKSİMUM DEĞERLERİ

- Alternatif akım devrelerinde gerilim ve akımın değeri sürekli değiştiği için, güç hesaplanırken gerilim ve akımın anlık değeri değil etkin değerleri kullanılır.
- Bir dirençten alternatif akım geçtiğinde açığa çıkan ısıyı, aynı dirençten aynı sürede yayabilen doğru akım değerine alternatif akımın **etkin değeri** denir.
- Direnci R olan bir iletken t süre boyunca alternatif akım geçtiğinde ısıya dönüşen enerji, aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$W = i_{\text{etkin}}^2 \cdot R \cdot t$$

- Direnci R olan bir iletkenin gücü aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$P = i_{\text{etkin}}^2 \cdot R$$

- Alternatif akım devrelerinde kullanılan ampermetre ve voltmeterin ölçtüğü değerler akım ve gerilimin etkin değerleridir.
- Etkin değerlerin kullanılması, alternatif akım değerlerinin doğru akım cinsinden ifade edilmesinde kolaylık sağlar.
- Akım ve gerilimin etkin değerleri maksimum değerlerinden daha küçüktür.
- Alternatif akım devrelerinde Ohm Kanunu geçerlidir. Ohm Kanununu kullanırken, gerilim ve akım değerlerinin aynı türden değerler olduğuna dikkat edilmelidir.

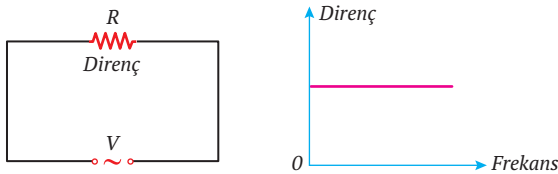
$$V_{\text{etkin}} = i_{\text{etkin}} \cdot R \quad \text{ve} \quad V_{\text{max}} = i_{\text{max}} \cdot R$$

## ALTERNATİF AKIMDA DİRENÇ, BOBİN VE SİĞACIN DAVRANIŞI

### Alternatif Akım Devrelerinde Direnç

Alternatif akım devresine bir R direnci şekildeki gibi bağlarsa, doğru akım devresinde olduğu gibi yine akıma karşı zorluk gösterir.

- Gerilim ve akım aynı fazda olup biri maksimum değerine ulaştığı anda, diğeri de maksimum değerine ulaşır.



- R'nin değeri alternatif akım kaynağının frekansına bağlı değildir. Kaynağın bütün frekans değerlerinde direnç aynı değerdedir.
- Alternatif akım devrelerinde akıma gösterdiği zorluk sebebiyle sadece ısı kayıpları ile etki gösteren dirence **ohmik direnç** denir.

### Örnek 3

Bir alternatif akım kaynağına direnç bağlanmıştır.

Buna göre,

- Dirençten ısı enerjisi alınabilir.
- Dirençten geçen akımın yönü sürekli değişir.
- Dirençten geçen akımın frekansı üreticinin frekansına eşittir.

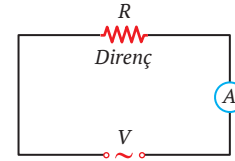
yargılarından hangileri doğrudur?

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

### Çözüm

### Örnek 4

Bir alternatif akım kaynağına direnç bağlanarak şekildeki gibi bir elektrik devresi oluşturulmuştur.



Buna göre,

- Ampermetrenin gösterdiği değer devreden geçen en büyük akım değerine eşittir.
- Ohm Kanunu çerçevesinde herhangi bir anda gerilim değeri biliniyorsa o anda dirençten geçen akım değeri bulunabilir.
- Üreticinin frekansının artırılması direnç değerini etkilemez.

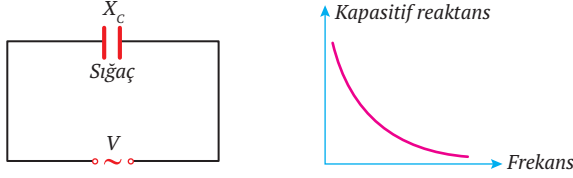
yargılarından hangileri doğrudur?

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

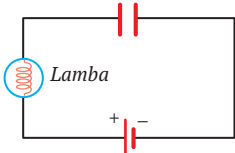
### Çözüm

### Alternatif Akım Devrelerinde Sığaç

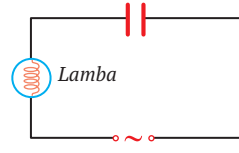
Bir alternatif akım kaynağına bağlanan şekildeki sığaçtan sürekli yönü ve şiddeti değişen bir akım geçer. Bundan dolayı, sığaç sürekli yüklenir ve boşalır. Gerilim maksimum değerine ulaşmadan önce akım maksimum değerine ulaşır.



- ⦿ Sığacın alternatif akıma karşı gösterdiği dirence **kapasitif reaktans** denir.  $X_C$  ile gösterilir ve birimi ohm ( $\Omega$ ) dur.
- ⦿ Bir sığacın kapasitif reaktansı, sığacın sığası (C) ve üreticinin frekansı (f) ile ters orantılıdır.
- ⦿ Alternatif akım devresine bağlı sığaç, elektrik enerjisini depo eder ve depoladığı enerjiyi tekrar devreye verir. Sığacın fiziksel yapısından dolayı ohmik direnci vardır. Bu nedenle elektronik devrelerde kullanılan sığaçlar zamanla ısınır. Ohmik direnci ihmal edilen ideal bir sığaçta ısı kayıpları ihmal edilebilir.
- ⦿ Şekil 1'deki gibi doğru akım kaynağına bağlanan yüksüz bir sığaç dolmaya başlar. Sığaç dolduğunda devreden akım geçmez. Buna göre devredeki lamba ancak sığaç dolana kadar ışık verir. Şekil 2'deki lamba ise sığaç sürekli dolup boşalacağından sürekli ışık verir.



Şekil 1



Şekil 2

### Örnek 5

Alternatif akım kaynağına bağlanmış sığaç ile ilgili,

- I. Elektrik alan yoluyla enerji depolar.
- II. Sığaç sürekli olarak devreye enerji verir ve devreden enerji alır.
- III. Sığaçlar alternatif akıma herhangi bir direnç göstermez.

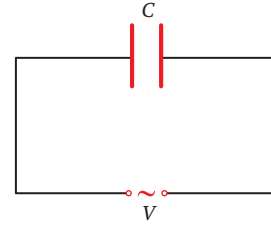
yargılarından hangileri doğrudur?

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

### Çözüm

### Örnek 6

Etkin gerilimi V olan bir alternatif akım kaynağına şekildeki gibi sığası C olan bir sığaç bağlanıyor.



Buna göre,

- I. Sığaç, alternatif gerilimin yön değiştirmesinden dolayı sürekli yüklenir ve boşalır.
- II. Sığaç, alternatif akıma karşı kapasitif reaktans denilen bir direnç gösterir.
- III. Sığacın ohmik direnci ihmal edildiğinde kapasitif reaktansından dolayı enerji kaybına sebep olmaz.

yargılarından hangileri doğrudur?

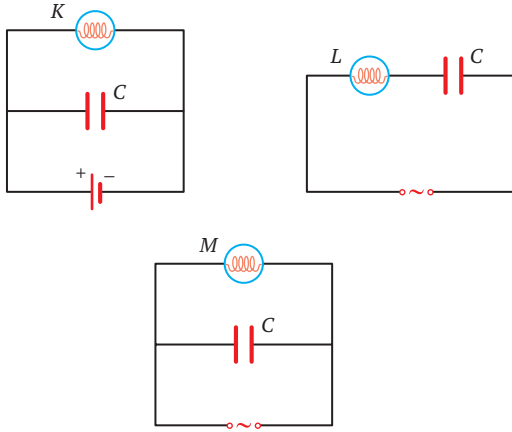
- A) Yalnız I                      B) Yalnız II                      C) I ve II  
D) I ve III                      E) I, II ve III

### Çözüm



**Örnek 7**

Özdeş lambalar ve sıaçlar ile değişken ve doğru akım üreteçleri kullanılarak şekildeki K, L ve M elektrik devreleri oluşturuluyor.



Buna göre K, L ve M devrelerindeki lambaların hangileri, üreteçler devreye gerilim sağladığı sürece ışık vermeye devam eder?

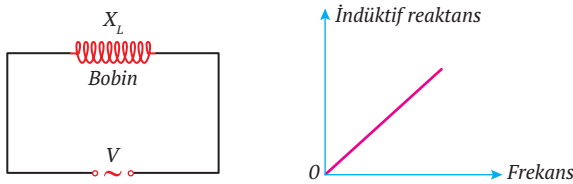
- A) Yalnız K                      B) Yalnız L                      C) Yalnız M  
D) L ve M                      E) K, L ve M

ÖSYM Sorusu

**Çözüm**

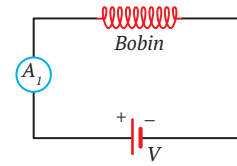
**Alternatif Akım Devrelerinde Bobin**

Bir alternatif akım kaynağına bağlanan şekildeki bobinden geçen akımın zamanla değişmesi, bobinde öz indüksiyon akımının oluşmasına neden olur. Öz indüksiyon akımından dolayı bobin devre akımına direnç gösterir. Bu nedenle gerilim maksimum değerine ulaştığı anda akım henüz maksimum değerine ulaşamaz.

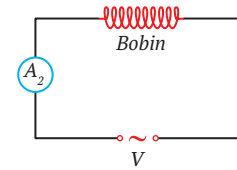


- Bobinin alternatif akıma karşı gösterdiği dirence **indüktif reaktans** denir.  $X_L$  ile gösterilir ve birimi ohm ( $\Omega$ )'dur.
- Bir bobinin indüktif reaktansı, bobinin öz indüksiyon katsayısı (indüktans) L ve üretecin frekansı ile doğru orantılıdır.

- Alternatif akım devresine bağlı bobin, elektrik enerjisini depo eder ve depoladığı enerjiyi tekrar devreye verir. Bu nedenle ohmik direnci ihmal edilen ideal bir bobin, alternatif akım devresinde enerji harcamaz.
- Bobin ile istenilen frekans ve akım şiddetleri ayarlanabilir. Bu nedenle radyo, motor ve elektromıknatlarda bobinden yararlanır.
- Potansiyel farkı eşit olan doğru akım ve alternatif akım kaynaklarına bir bobin Şekil 1 ve Şekil 2'deki gibi bağlandığında,  $A_1$  ampermetresinden geçen akımın şiddetinin  $A_2$  ampermetresinden geçen akımın şiddetinden büyük olduğu gözlenir. Bunun nedeni Şekil 2'deki devreden geçen akımın değişmesi nedeniyle bobinin oluşturduğu öz indüksiyon akımıdır.



Şekil 1



Şekil 2

**Örnek 8**

Alternatif akım kaynağına bağlanmış bobin ile ilgili,

- I. Manyetik alan yoluyla enerji depolar.
- II. Devrede öz indüksiyon akımı oluşturur.
- III. Bobinlerin alternatif akıma gösterdikleri direnç, alternatif akım kaynağının gerilimine bağlıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

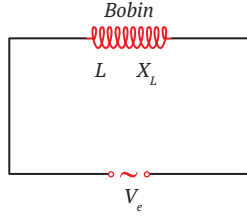
**Çözüm**

Paylaşım Yayınları

**Örnek 9**

Bir bobin alternatif gerilim kaynağına bağlanmıştır. Bobinin indüktansı  $X_L$ , devreden geçen akımın etkin değeri  $i_e$  dir.

**Gerilim kaynağının  $V_e$  değeri sabit kalacak biçimde, frekansı azaltılırsa  $X_L$  ve  $i_e$  için ne söylenebilir?**

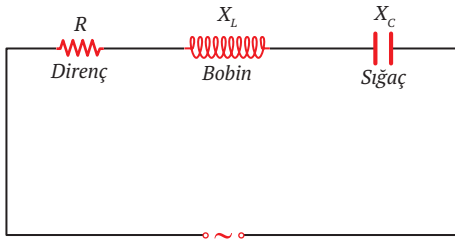


	$X_L$	$i_e$
A)	Artar	Artar
B)	Artar	Azalır
C)	Azalır	Azalır
D)	Azalır	Artar
E)	Artar	Değişmez

**Çözüm**

**Alternatif Akım Devrelerinde Empedans**

Birbirine seri bağlanan direnç, bobin ve sığacın oluşturduğu şeklindeki devreye RLC devresi denir.



RLC devresinin alternatif akıma karşı gösterdiği dirence **empedans** denir. Z harfi ile gösterilir ve birimi ohm ( $\Omega$ ) dur.

**Rezonans Durumu**

Bir RLC devresinde, sığacın kapasitif reaktansı ile bobinin indüktif reaktansının birbirine eşit olduğu duruma **rezonans** denir.

$$X_L = X_C$$

Bu durumda devrenin empedansı en küçük değeri aldığından akım en büyük değerini alır.

- Devrenin rezonans haline gelmesini sağlayan frekansa da rezonans frekansı denir.
- Bir radyoda rezonans frekansı yakalandığında ses daha net çıkar.

**Örnek 10**

Direnç, bobin ve sığaç bir alternatif akım kaynağına bağlanarak bir RLC devresi oluşturulmuştur. Devre rezonans hâlinindedir.

**Buna göre,**

- I. Sığacın ve bobinin alternatif akıma karşı gösterdikleri dirençler eşittir.
- II. Devre frekansı artırılırsa sığacın kapasitif reaktansı azalır.
- III. Devre frekansı azaltılırsa bobinin indüktif reaktansı artar.

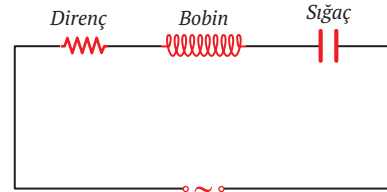
**yargılarından hangileri doğrudur?**

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

**Çözüm**

**Örnek 11**

Şekildeki devrede bobinin indüktif reaktansı, sığacın kapasitif reaktansından küçüktür.



**Buna göre, devrenin rezonans durumuna geçmesi için;**

- I. devredeki R direncinin değerini azaltmak,
- II. sığacın sığasını artırmak,
- III. bobinin indüktansını artırmak

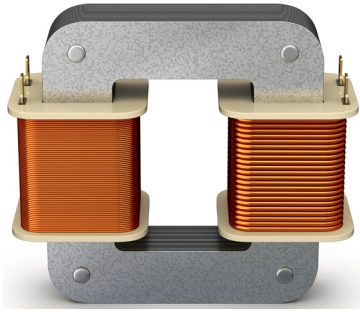
**işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?**

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

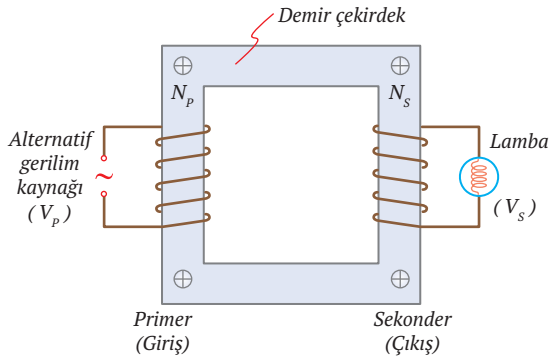
**Çözüm**

## Transformatörler

- Alternatif akımı ve alternatif gerilimi yükseltmek ya da alçaltmak için kullanılan araçlara **transformatör** denir.
- Transformatörler şekildeki gibi demir çekirdek üzerine yerleştirilmiş iki bobinden oluşan ve bobinlerden birine uygulanan alternatif giriş gerilimini değiştiren araçlardır.



- Transformatörlerde gerilimin uygulandığı birinci bobine primer (giriş), çıkıştaki ikinci bobine sekonder (çıkış) bobin denir.



- Transformatör, manyetik akı değişim prensibine göre çalışır. Giriş devresine alternatif akım verildiğinde, bu değişken akım giriş devresinin bobininden değişken bir manyetik alan yayılmasına neden olur. Bu manyetik alan demir çekirdek tarafından çıkış devresinin bobinine aktarılır. Çıkış devresinde oluşan manyetik akı değişimi burada indüksiyon elektromotor kuvveti oluşturur.
- Faraday yasasına göre primer ve sekonder bobinlerindeki gerilimler, aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$V_P = -N_P \frac{\Delta\Phi_P}{\Delta t} \quad , \quad V_S = -N_S \frac{\Delta\Phi_S}{\Delta t}$$

- Bobinler aynı manyetik alan içinde olduğu için manyetik akı değişimleri eşittir. Buna göre, primer ve sekonderdeki gerilimler oranlanırsa, bu oranın sarım sayılarının oranına eşit olduğu bulunur.

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

- Bu eşitliğe göre, primer bobininin sarım sayısı sekonder bobininin sarım sayısından fazla ise transformatör gerilimi düşürür. Bu tür transformatörlere **alçaltıcı** transformatörler denir.
- Primer bobininin sarım sayısı sekonder bobininin sarım sayısından az ise transformatör gerilimi yükseltir. Bu tür transformatörlere **yükseltici** transformatörler denir.
- Transformatörlerde,  $\frac{N_S}{N_P}$  oranına **değiştirme oranı** denir.

## Örnek 1

## Transformatörler ile ilgili;

- Yalnızca alternatif akım ile iş görür.
- Gerilimi alçaltıp yükseltir.
- Verilen enerjiyi artırır.

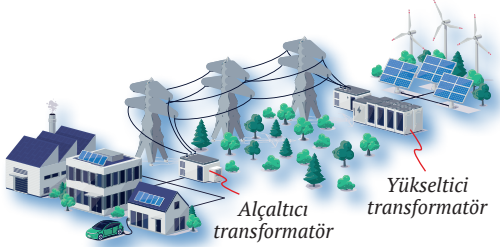
## yargılarından hangileri doğrudur?

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

## Çözüm

## Paylaşım

Elektrik enerjisi iletken kablolarla üretim sahasından kullanım alanlarına iletilirken enerjinin bir kısmı kablolarda ısıya dönüşür. Isı kaybını azaltmak için akım şiddetini azaltmak gerekir. Bu yüzden şehir şebekelerine gelinceye kadar, enerji kaybının en aza indirilmesi için, üretilen elektrik enerjisinin gerilimi yükseltici transformatörlerle artırılarak akım şiddeti azaltılır.



İletim için yükseltilemiş gerilim, şehirlerin girişinde ve mahallelerde tekrar düşürülür. Evlerde daha da düşük gerilimle çalışan küçük ev aletleri için gerilim alçaltıcı adaptörler kullanılır.



## Örnek : 2

Transformatörlerin kullanım alanları ile ilgili,

- Gerilimi alçaltmak ya da yükseltmek için kullanılırlar.
- Santrallerde üretilen elektrik enerjisinin önce gerilimini yükseltmek sonra şehirlerde gerilimini düşürülerek kullanıma sunulması amacıyla kullanılır.
- Evlerimizde düşük voltajla çalışan birçok cihazın kendine özgü transformatör düzeneği üretici tarafından kullanıcılara verilir.

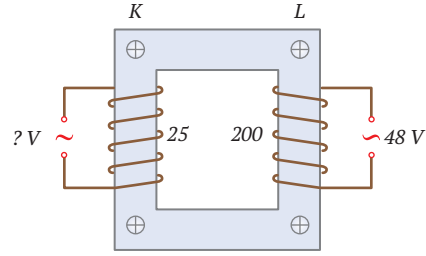
yargılarından hangileri doğrudur?

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

## Çözüm :

## Örnek : 3

Şekildeki transformatörün K bobininin sarım sayısı 25, L bobininin sarım sayısı 200'dür.



L bobininden 48 volt gerilim alındığına göre, K bobinine uygulanan gerilim kaç voltur?

(Şekildeki sarım sayıları gerçek değerlerini göstermemektedir.)

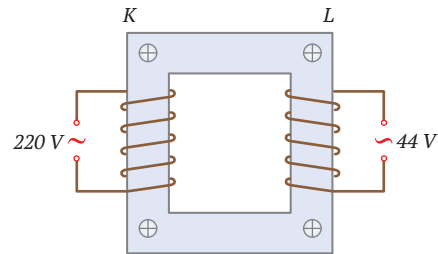
- A) 3                      B) 4                      C) 5                      D) 6                      E) 12

## Çözüm :

Paylaşım Yayınları

## Örnek : 4

Şekildeki transformatörün K bobinine 220 V alternatif gerilim uygulandığında L bobininden 44 V gerilim elde ediliyor.



K bobininin sarım sayısı 240 olduğuna göre, L bobininin sarım sayısı kaçtır?

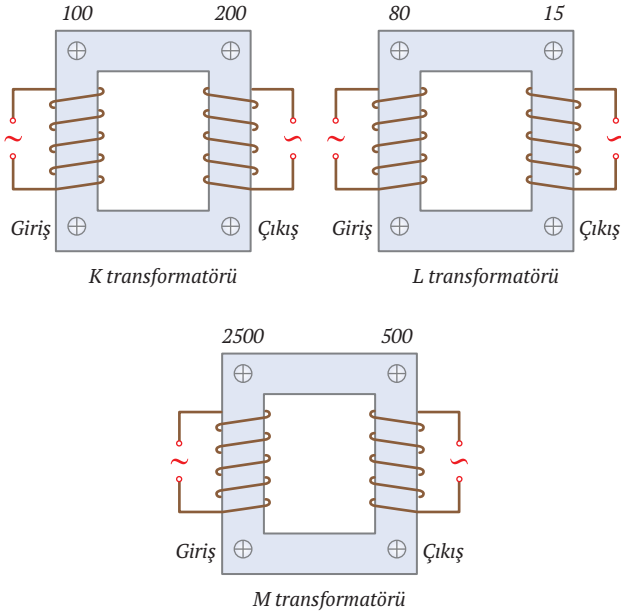
(Şekildeki sarım sayıları gerçek değerlerini göstermemektedir.)

- A) 6                      B) 12                      C) 48                      D) 240                      E) 2400

## Çözüm :

## Örnek 5

K, L ve M transformatörlerinin giriş ve çıkış bobinlerinin sarım sayıları şekildeki gibidir.



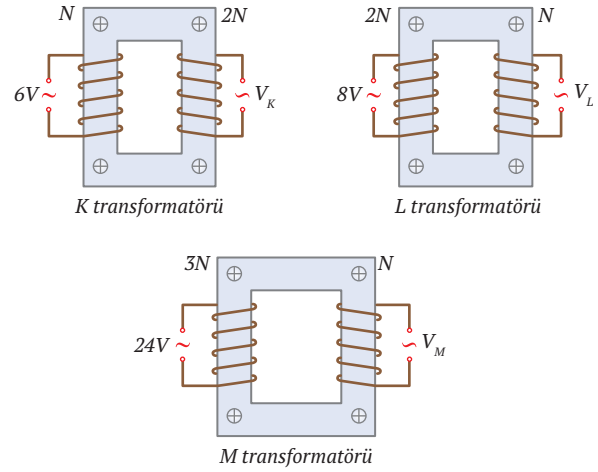
Buna göre, transformatörlerin yükseltici ya da alçaltıcı olma durumları aşağıdakilerden hangisinde bir arada doğru olarak belirtilmiştir? (Şekildeki sarım sayıları gerçek değerlerini göstermemektedir.)

	K transformatörü	L transformatörü	M transformatörü
A)	Yükseltici	Yükseltici	Alçaltıcı
B)	Yükseltici	Alçaltıcı	Yükseltici
C)	Alçaltıcı	Yükseltici	Yükseltici
D)	Yükseltici	Alçaltıcı	Alçaltıcı
E)	Alçaltıcı	Alçaltıcı	Yükseltici

## Çözüm

## Örnek 6

K, L ve M transformatörlerinin bobinlerinin sarım sayıları ile primer sargının gerilimleri şekildeki gibi verilmiştir.



Transformatörlerin çıkış devrelerinden K için  $V_K$ , L için  $V_L$ , M için  $V_M$  alternatif gerilimleri alındığına göre, bu gerilimler arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $V_K = V_L = V_M$       B)  $V_K < V_L < V_M$       C)  $V_M < V_L < V_K$   
 D)  $V_L < V_M < V_K$       E)  $V_K = V_L < V_M$

## Çözüm

## Örnek 7

İdeal bir transformatörün primerinin sarım sayısı 50, sekonderin sarım sayısı 400'dür.

Primere 110 voltluk gerilim uygulandığında,

- I. Sekonderden 880 voltluk etkin gerilim alınır.
- II. Primer akımı, sekonder akımından büyüktür.
- III. Primerden verilen enerji sekonderden alınan enerjiden küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

## Çözüm

## Transformatörlerde Güç

- Transformatörlerde girişe uygulanan güce giriş gücü, çıkıştan alınan güce de **çıkış gücü** denir.
- Transformatörü oluşturan parçalardaki ısı kaybından dolayı çıkış gücü giriş gücünden az olur. Transformatörlerde çıkıştan alınan gücün, girişe uygulanan güce oranına **verim** denir. Verim aşağıdaki gibi hesaplanır.

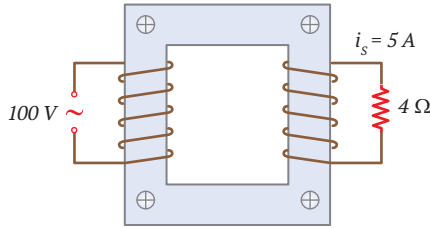
$$\text{Verim} = \frac{P_{\text{sekonder}}}{P_{\text{primer}}} \quad \text{ya da}$$

$$\text{Verim} = \frac{V_s \cdot i_s}{V_p \cdot i_p}$$

- İdeal transformatörlerde girişe verilen güç, çıkıştan alınan güce eşittir. Yani ideal transformatörlerde verim %100 kabul edilir. Bu durumda,  $P_{\text{primer}} = P_{\text{sekonder}}$  olur.
- Transformatör ister ideal olsun ister ideal olmasın,  $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$  eşitliği ikisinde de geçerlidir.

### Örnek 8

Şekildeki transformatörün girişine etkin değeri 100 volt olan alternatif gerilim uygulandığında sekonder devreye bağlı  $4 \Omega$ 'luk dirençten etkin değeri 5 amper olan akım geçiyor.



**Primerden geçen akımın etkin değeri 2 amper olduğuna göre, transformatörün verimi nedir?**

- A) %40      B) %50      C) %60      D) %70      E) %80

### Çözüm

### Örnek 9

Verimi %90 olan bir transformatörün primerine etkin değeri 30 V olan alternatif gerilim uygulandığında primerden 2 A şiddetinde etkin akım geçerken, sekonderden 6 A şiddetinde etkin akım geçiyor.

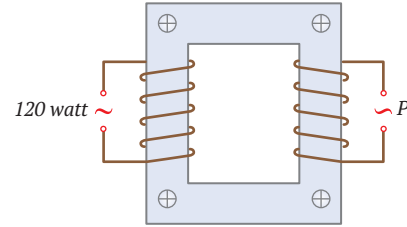
**Buna göre, sekonderden elde edilen alternatif gerilimin etkin değeri kaç V'dir?**

- A) 9      B) 12      C) 15      D) 21      E) 27

### Çözüm

### Örnek 10

Bir transformatörün giriş gücü 120 watt, çıkış gücü P watt olarak ölçülüyor.



**Buna göre,**

- Transformatör ideal ise saniyede 120 joule enerji aktarır.
- P çıkış gücü 100 watt değerinden fazla olamaz.
- Transformatörün verimi %50 ise P çıkış gücü 60 watt olur.

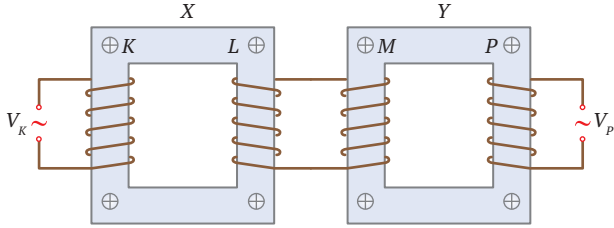
**yargılarından hangileri doğrudur?**

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

### Çözüm

### Ardışık Bağlanmış Transformatörler

- Şekildeki gibi ardışık bağlı transformatörlerde giriş devresine verilen alternatif gerilim, bobinlerin sarım sayılarına göre diğer bobinlere aktarılır.
- L ve M bobinlerinin uçları birbirine bağlı olduğu için bu bobinlerdeki gerilimler daima birbirine eşittir.



- K, L, M, P bobinlerinin gerilimleri sırasıyla  $V_K, V_L, V_M, V_P$  sarım sayıları  $N_K, N_L, N_M, N_P$  ise bunlar arasında aşağıdaki ilişki vardır.

$$\frac{N_K}{N_L} = \frac{V_K}{V_L} \quad \text{ve}$$

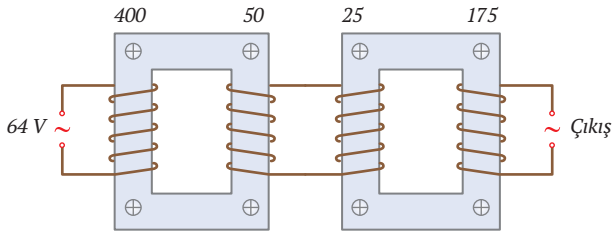
$$\frac{N_M}{N_P} = \frac{V_M}{V_P}$$

- $V_L = V_M$  olduğu için,

$$\frac{V_K}{V_P} = \frac{N_K}{N_L} \cdot \frac{N_M}{N_P}$$

### Örnek 11

Sarım sayıları sırasıyla 400, 50, 25 ve 175 olan ideal transformatörler birbirine şekildeki gibi bağlanmıştır.



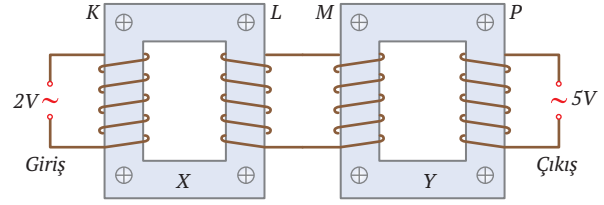
Sistemin girişine 64 volt etkin gerilim uygulandığında çıkıştan alınan etkin gerilim kaç volt olur?

- A) 28      B) 56      C) 72      D) 88      E) 94

### Çözüm

### Örnek 12

İdeal X ve Y transformatörleri ile kurulmuş düzende, K bobinine alternatif 2V gerilimi uygulandığında Y transformatörünün P bobininden 5V gerilim alınıyor.



Buna göre,

- X transformatörü gerilim yükselticidir.
- Y transformatörü gerilim alçaltıcıdır.
- Her iki transformatör birlikte alçaltıcıdır.

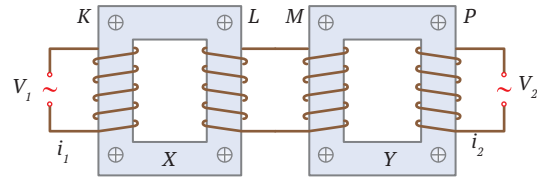
yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

### Çözüm

### Örnek 13

Birbirlerine bağlanmış ideal X ve Y transformatörleri şekildeki gibidir.



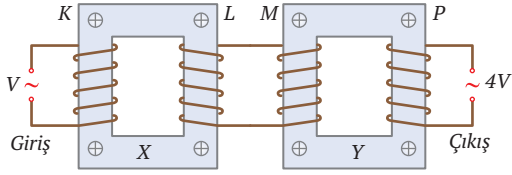
$V_1$  giriş gerilimi sabit kalmak şartı ile L bobininin sarım sayısı artırılıp M bobininin sarım sayısı azaltılırsa  $i_2$  çıkış akımı ve  $V_2$  çıkış gerilimi için ne söylenebilir?

	$i_2$	$V_2$
A)	Artar	Azalır
B)	Artar	Artar
C)	Azalır	Artar
D)	Azalır	Azalır
E)	Değişmez	Artar

### Çözüm

## Örnek 14

Şekildeki ideal transformatör düzeneğinde, K bobinine  $V$  alternatif gerilimi uygulandığında, çıkıştaki P bobininden  $4V$  gerilimi alınıyor.



Giriş gerilimi sabit kalmak şartı ile,

- K bobininin sarım sayısını iki katına çıkarılırsa çıkış gerilimi  $2V$  olur.
- M bobininin sarım sayısını iki katına çıkarılırsa çıkış gerilimi  $8V$  olur.
- L bobininin sarım sayısı dörtte bir değerine indirilirse çıkış gerilimi  $16V$  olur.

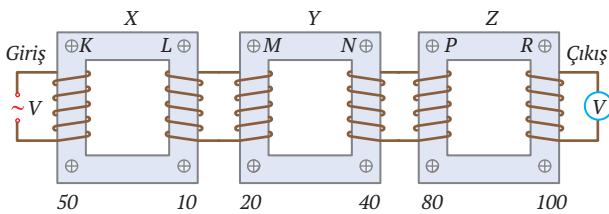
yargılarından hangileri doğrudur?

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

## Çözüm

## Örnek 15

Birbirlerine bağlanmış ideal X, Y ve Z transformatörlerinden oluşan düzende bobinlerin sarım sayıları şekildeki gibidir.



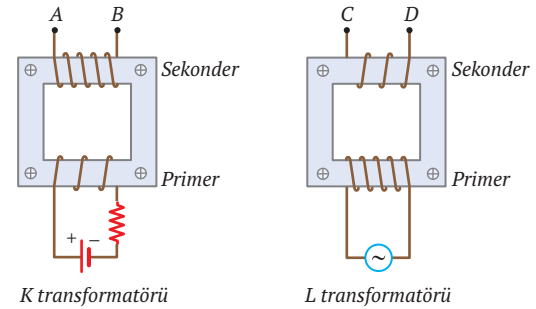
Z transformatörünün R bobininden alınan alternatif gerilim  $400$  volt olduğuna göre, girişten uygulanan  $V$  alternatif gerilimi kaç voltur?

- A)  $80$                       B)  $125$                       C)  $200$                       D)  $600$                       E)  $800$

## Çözüm

## Örnek 16

Şekilde doğru akım kaynağına bağlı K transformatörü ile alternatif akım kaynağına bağlı L transformatörü görülmektedir. K transformatöründeki primer devreden sabit  $i$  akımı, L transformatörüne bağlı primer devreden etkin değeri  $i$  olan alternatif akım geçerken transformatörlerin sekonder devrelerindeki  $V_{AB}$  ve  $V_{CD}$  gerilimleri voltmetrelerle ölçülmektedir.



Buna göre, transformatörlerin sekonder gerilimleriyle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

(Şekildeki sarım sayıları gerçek değerleriyle orantılıdır.)

- |    | $V_{AB}$ gerilimi                 | $V_{CD}$ gerilimi                 |
|----|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A) | Primerindeki gerilimden büyüktür. | Primerindeki gerilimden küçüktür. |
| B) | Primerindeki gerilimden küçüktür. | Sıfırdır.                         |
| C) | Sıfırdır.                         | Primerindeki gerilimden büyüktür. |
| D) | Primerindeki gerilimden büyüktür. | Sıfırdır.                         |
| E) | Sıfırdır.                         | Primerindeki gerilimden küçüktür. |

ÖSYM Sorusu

## Çözüm