

DENKLEMLER

YÜZDE PROBLEMLERİ

Yüzde problemlerinin çözümünde, bütünü 100 birim ya da 100x birim olarak seçmek, soruların çözümünde kolaylık sağlar.

Örneğin;

bir ürün % 40 kârla satılıyor denmişse,

alış = 100x ise, satış = 140x olur.

%20 zararlı satılıyor denmişse,

alış = 100x ise, satış = 80x olur.

ÖRNEK 1

Alış fiyatı üzerinden %40 kârla satılmak istenen bir ürün, bir süre satılmayıp elde kalmıştır. Bu süre sonunda, satış fiyatı üzerinden %30 indirim yapılarak satılmıştır.

Buna göre, bu satış sonundaki kâr-zarar durumu nedir?

ÇÖZÜM

Ürünün alış fiyatı 100 birim olsun. %40 kâr eklenirse, satış fiyatı 140 birim olur. Bu fiyat üzerinden %30 indirim yapılsa,

$$\frac{140 \cdot 30}{100} = 42 \text{ birim indirim yapılmış olur.}$$

$$140 - 42 = 98 \text{ birime satılmıştır.}$$

$$100 - 98 = 2 \text{ birimden, satış sonunda \%2 zarar edilmiştir.}$$

ÖRNEK 2

200 gr zeytin 3 liraya satılırken, 250 gr zeytin 4,5 liraya satılmaya başlanmıştır.

Buna göre, zeytinin fiyatına yüzde kaç zam yapılmıştır?

ÇÖZÜM

$$200 \text{ gr } 3 \text{ lira ise,}$$

$$250 \text{ gr } x \text{ liradır.}$$

D.O

$$x = 3,75 \text{ liradır.}$$

$$\text{Zam} = 4,5 - 3,75 = 0,75 \text{ liradır.}$$

$$\text{Zam yüzdesi} = \frac{0,75}{3,75} = \%20 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 3

Etiket fiyatı üzerinden %30 indirim yapılarak satılan bir üründen, alış fiyatına göre %5 kâr edildiğine göre,

bu ürün etiket fiyatına satılırken yüzde kaç kâr ediliyordu?

ÇÖZÜM

Malın alış fiyatı 100x, etiket fiyatı 100y olsun.

İndirimli fiyat, 70y, kârlı fiyat 105x tir.

$$105x = 70y \text{ , } 3x = 2y \text{ den,}$$

$$x = 2k \text{ ve } y = 3k \text{ dir.}$$

$$100x = 200k \text{ ve } 100y = 300k \text{ den,}$$

$$\text{kâr} = 300k - 200k = 100k \text{ olup,}$$

$$\frac{100k}{200k} = \%50 \text{ kâr edilirdi.}$$

ÖRNEK 4

Kilogramı 2 liradan alınan yaş incir kurutulduğunda, %20 fire vermektedir.

Bu satıştan %30 kâr edilebilmesi için, kuru incirin kilogramı kaç liraya satılmalıdır?

ÇÖZÜM

1000 gr da %20 fire verdiğine göre, 800 gr kuru incir 2 liraya maledilmiş olup, 1000 gr kuru incir 2,5 liraya maledilir.

%30 kâr eklenirse,

$$2,5 + \frac{2,5 \cdot 30}{100} = 2,5 + 0,75 = 3,25 \text{ liraya satılmalıdır.}$$

ÖRNEK 5

Fiyatları aynı olan defterlerden 5 tanesi 8x liraya alınmış, 2 tanesi 4x liraya satılmıştır.

Buna göre, bu satıştan yüzde kaç kâr edilmiştir?

ÇÖZÜM

5 tane defter 8x lira ise,

1 tane defter, $\frac{8x}{5} = 1,6x$ liraya alınmıştır.

2 tane defter 4x lira ise,

1 tane defter 2x liraya satılmıştır.

Bir defterdeki kâr, $2x - 1,6x = 0,4x$ liradır.

Kâr yüzdesi, $\frac{0,4x}{1,6x} = \%25$ tir.

ÖRNEK 6

Bir ürünün %60 lık kısmı %20 kârla satılmıştır.

Tüm satıştan %30 kâr edilebilmesi için, ürünün kalan kısmı yüzde kaç kârla satılmalıdır?

ÇÖZÜM

100 liralık ürünün %60 lık kısmı %20 kârla satıldığına göre, 12 lira kâr edilmiştir. Tüm satıştan %30 kâr edilebilmesi için, kalan 40 liralık kısımdan 18 lira kâr edilmelidir. 40 lirada 18 lira kâr edilirse, 100 lirada 45 lira kâr edilir. O halde kalan kısım %45 kârla satılmalıdır.

ÖRNEK 7

Bir ürün x liraya alınıp y liraya satılırsa %25 kâr ediliyor. Aynı ürün y liraya alınıp x liraya satılırsa,

bu üründen yüzde kaç zarar edilmiş olur?

ÇÖZÜM

$$x + \frac{25x}{100} = y, \quad 5x = 4y \text{ dir.}$$

$x = 4k, y = 5k$ dersek,

y liraya alınıp x liraya satılırsa, k lira zarar edilir.

Zarar %20 dir.

ÖRNEK 8

x liraya alınan bir mal %a kârla y liraya satılmaktadır. Eğer bu mal $y-18$ liraya satılsaydı kâr $\%(a-5)$ olacaktı.

Buna göre, x kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\text{Kâr yüzdesi} = \frac{\text{Satış fiyatı} - \text{alış fiyatı}}{\text{alış fiyatı}}$$

$$\%a = \frac{y-x}{x}$$

$$\%(a-5) = \frac{y-18-x}{x} \text{ ten,}$$

$$\frac{y-x}{x} - \frac{5}{100} = \frac{y-x-18}{x}, \quad \frac{1}{x} \cdot 18 = \frac{5}{100} \text{ den,}$$

$$x = 360 \text{ tir.}$$

ÖRNEK 9

Bir satıcı a liraya aldığı bir gömleği kârla b liraya, 2a liraya aldığı bir pantolonu da kârla 3b liraya satmıştır. Bu satıcı, bir gömlek ve bir pantolonun satışından %75 kâr ettiğine göre,

bir gömleğin satışından yüzde kaç kâr etmiştir?

ÇÖZÜM

$$\text{Bir gömleğin satışından elde edilen kâr yüzdesi} = \frac{b-a}{a}$$

dır.

Bir pantolonun satışından elde edilen

$$\text{kâr yüzdesi} = \frac{3b-2a}{2a} \text{ dir.}$$

$$\frac{b-a}{a} + \frac{3b-2a}{2a} = \frac{75}{100}$$

$$\frac{5b-4a}{2a} = \frac{3}{4} \text{ ten, } 10b = 11a \text{ olur.}$$

$$b = 11k, \quad a = 10k \text{ dir.}$$

Bir gömleğin satışından elde edilen kâr yüzdesi,

$$\frac{11k-10k}{10k} = \frac{1}{10} = \frac{10}{100} \text{ dur.}$$

ÖRNEK 10

Bir öğrenci bir testteki soruların önce %20 sini, sonra da kalan soruların %20 sini çözüyor.

Bu öğrenci geriye kalan soruların yüzde kaçını daha çözerse, bu testteki tüm soruların %52 sini çözmüş olur?

ÇÖZÜM

Testteki soru sayısı 100x olsun.

$$\text{Önce, } 100x \cdot \frac{20}{100} = 20x \text{ ini çözer, } 80x \text{ soru kalır.}$$

$$\text{Sonra, } 80x \cdot \frac{20}{100} = 16x \text{ ini çözer, } 64x \text{ soru kalır.}$$

Toplam 36x soru çözmüş olup, 16x soru daha çözmelidir.

$$64x \cdot \frac{a}{100} = 16x \text{ ten, } a = 25 \text{ tir.}$$

O halde, kalan soruların %25 ini daha çözmelidir.

FAİZ PROBLEMLERİ

Faiz problemleri, yıllık, aylık ve günlük faizler üzerine kulan basit faizlerdir.

Bu problemlerin çözümünde; $f = \frac{A \cdot n \cdot t}{100}$ yıllık faiz bağıntısından yararlanılır.

f: Faiz,
A: Anapara,
n: Faiz yüzdesi
t: Zaman

ÖRNEK 11

6000 liranın yıllık %12 den 8 aylık faizi kaç liradır?

ÇÖZÜM

$$f = \frac{6000 \cdot 12 \cdot \frac{2}{3}}{100} = 480 \text{ liradır.}$$

ÖRNEK 12

Bir miktar para yıllık %18 den 6 ay faizde kalıyor. Bu süre sonunda faiziyle birlikte 4360 lira olarak geri alınıyor.

Buna göre, faize verilen para kaç liradır?

ÇÖZÜM

Faize verilen para x lira olsun. 6 aya $\frac{1}{2}$ yıl dersek,

$$f = \frac{x \cdot 18 \cdot \frac{1}{2}}{100} = \frac{9x}{100} \text{ dür.}$$

$$x + \frac{9x}{100} = 4360 \text{ tan,}$$

$$x = 4000 \text{ liradır.}$$

ÖRNEK 13

7000 liranın bir kısmı yıllık %12 den 4 ay, kalan kısmı da yıllık %20 den 6 ay faizde kalıyor. Bu süreler sonunda bu iki kısmın getirdikleri faizler eşit olduğuna göre,

Yıllık %12 den faize verilen para kaç liradır?

ÇÖZÜM

%12 den faize verilen para x lira olsun. Kalan kısım $7000 - x$ liradır.

$$f_1 = \frac{x \cdot 12 \cdot \frac{1}{3}}{100} = \frac{x}{25} \text{ lira,}$$

$$f_2 = \frac{(7000 - x) \cdot 20 \cdot \frac{1}{2}}{100} = \frac{7000 - x}{10} \text{ liradır.}$$

$$f_1 = f_2 \text{ ise, } \frac{x}{25} = \frac{7000 - x}{10} \text{ dan,}$$

$$x = 5000 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 14

x lira yıllık %15 ten 9 ay, y lira da yıllık %18 den 3 ay faizde kalıyor. Bu süreler sonunda x liranın getirdiği faiz, y liranın getirdiği faizin 2 katı olduğuna göre,

$\frac{x}{y}$ oranı kaçtır?

ÇÖZÜM

$$x \text{ liranın getirdiği faiz, } f_1 = \frac{x \cdot 15 \cdot \frac{3}{4}}{100} \text{ lira,}$$

$$y \text{ liranın getirdiği faiz, } f_2 = \frac{y \cdot 18 \cdot \frac{1}{4}}{100} \text{ liradır.}$$

$$f_1 = 2f_2 \text{ ise, } \frac{x \cdot 15 \cdot \frac{3}{4}}{100} = 2 \cdot \frac{y \cdot 18 \cdot \frac{1}{4}}{100} \text{ den,}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{4}{5} \text{ tir.}$$

KARIŞIM PROBLEMLERİ

Karışım problemlerinin çözümünde, karışımı oluşturan maddelerin, karışım içindeki miktarlarının toplam madde miktarına oranı, yüzde olarak ifade edilir.

Genel problem çözümlerinden yararlanarak, maddelerin karışım içindeki yüzdelerinden hareketle problem çözümler.

ÖRNEK 15

Tuz oranı %40 olan 1600 gram tuzlu su ile, tuz oranı %80 olan 400 gram tuzlu su karıştırılıyor.

Buna göre, oluşan yeni karışımın tuz yüzde oranı kaçtır?

ÇÖZÜM

Birinci karışımdaki tuz miktarı;
 $\frac{1600.40}{100} = 640$ gr dır.

İkinci karışımdaki tuz miktarı;

$$\frac{400.80}{100} = 320 \text{ gr dır.}$$

Son karışımın tuz oranı

$$\frac{640 + 320}{1600 + 400} = \frac{960}{2000} = \frac{48}{100} \text{ dir.}$$

ÖRNEK 16

Tuz oranı %20 olan 1200 gr tuzlu sudan, kaç gram su buharlaştırılırsa, karışımın tuz oranı %60 olur?

ÇÖZÜM

İlk karışımın tuz miktarı; $\frac{1200.20}{100} = 240$ gr dır.

Bu karışımın x gr su buharlaştırılırsa, kalan tuzlu su miktarı, $(1200 - x)$ gr dır.

$$\frac{240}{1200 - x} = \frac{60}{100} \text{ den, } x = 800 \text{ dür.}$$

ÖRNEK 17

Alkol oranı %20 olan 800 gr alkollü suya, kaç gram alkol katılırsa,

yeni karışımın alkol oranı %50 olur?

ÇÖZÜM

Karışımın,
 $\frac{800.20}{100} = 160$ gr alkol vardır.

$$\frac{50}{100} = \frac{160 + x}{800 + x} \text{ ten, } x = 480 \text{ gr alkol katılmalıdır.}$$

ÖRNEK 18

Tuz oranı %20 olan bir miktar tuzlu suyun önce $\frac{1}{4}$ ü dökülüyor. Sonra kalan karışıma dökülen miktar kadar su katılıyor.

Buna göre, oluşan yeni karışımın tuz oranı yüzde kaç olur?

ÇÖZÜM

Tüm madde miktarı 100x olsun. $\frac{1}{4}$ ü döküldüğünde, 75x

kalır. Kalan karışımdaki tuz miktarı, $\frac{75x.20}{100} = 15x$ tir.

25x kadar su katılırsa, son karışımın alkol yüzdesi

$$\frac{15x}{100x} = \frac{15}{100} \text{ tir.}$$

ÖRNEK 19

Alkol oranı %20 olan x gram alkollü suyun yarısı ile, alkol oranı %80 olan y gram alkollü suyun $\frac{1}{4}$ ü alınıp karıştırılarak, alkol oranı %36 olan yeni bir karışım oluşturuluyor.

Buna göre, $\frac{x}{y}$ oranı kaçtır?

ÇÖZÜM

Birinci karışımdaki alkol miktarı, $\frac{1}{2}x \cdot 20 = \frac{x}{10}$,

İkinci karışımdaki alkol miktarı,

$$\frac{\frac{1}{4}y \cdot 80}{100} = \frac{2y}{10} \text{ dur.}$$

$$\frac{\frac{x}{10} + \frac{2y}{10}}{\frac{1}{2}x + \frac{1}{4}y} = \frac{36}{100} \text{ den,}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{11}{8} \text{ dir.}$$

ÖRNEK 20

Alkol oranı %x olan x gram alkol su karışımına 60 gram alkol katıldığında, oluşan yeni karışımın alkol oranı %76 olduğuna göre,

x kaç olabilir?

ÇÖZÜM

Karışımdaki alkol miktarı,

$$\frac{x.x}{100} = \frac{x^2}{100} \text{ olur.}$$

$$\frac{x^2}{100} + 60 = \frac{76}{100}$$

$$x^2 - 76x + 1440 = 0 \text{ dan,}$$

$$x = 40 \text{ veya } x = 36 \text{ olabilir.}$$

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. 600 gramı 9 liradan satılan peynirin, 500 gramı 9 liraya satılmaya başlanmıştır.

Buna göre, peynire yüzde kaç zam yapılmıştır?

- A) 20 B) 25 C) 30 D) 32 E) 40

ÇÖZÜM

600 gramı 9 lira olan peynirin,

500 gramı 7,5 liradır.

Zam = 9 – 7,5 = 1,5 liradır.

Zam yüzdesi = $\frac{1,5}{7,5} = \%20$ dir.

Yanıt: A

2. Kilogramı 6 liradan alınan x kilogram zeytin %25 kâr-la, kilogramı 8 liradan alınan y kilogram zeytin de %50 kâr-la satılıyor. Eğer, bu iki zeytin karıştırılıp %40 kâr-la satılsaydı, yine aynı kâr elde edilecekti.

Buna göre, $\frac{x}{y}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{3}{4}$ B) $\frac{5}{6}$ C) $\frac{8}{9}$ D) $\frac{9}{10}$ E) $\frac{10}{11}$

ÇÖZÜM

x kg zeytin %25 kâr-la satıldığına göre, kâr = 1,5 x liradır.

y kg zeytin %50 kâr-la satıldığına göre, kâr = 4y liradır.

Karıştırılıp, %40 kâr-la satılırsa,

Kâr = $\frac{(6x+8y) \cdot 40}{100} = \frac{24x+32y}{10}$ liradır.

Kârlar aynı olduğuna göre,

$1,5x + 4y = \frac{24x+32y}{10}$ den,

$\frac{x}{y} = \frac{8}{9}$ dur.

Yanıt: C

3. x lira yıllık %20 den 9 ay, y lira da yıllık %24 ten 6 ay faizde kalıyor. Bu süreler sonunda, x liranın getirdiği faiz, y liranın getirdiği faizin 5 katı olduğuna göre,

x, y nin kaç katıdır?

- A) 6 B) 5,5 C) 5 D) 4,5 E) 4

ÇÖZÜM

$$f_1 = \frac{x \cdot 20 \cdot \frac{3}{4}}{100} = \frac{3x}{20}$$

$$f_2 = \frac{y \cdot 24 \cdot \frac{1}{2}}{100} = \frac{3y}{25}$$

$$f_1 = 5f_2 \text{ ise, } \frac{3x}{20} = \frac{3y}{25} \cdot 5$$

x = 4y dir.

Yanıt: E

4. Tuz oranı %60 olan tuzlu suya, karışımın $\frac{1}{5}$ i kadar

tuz, $\frac{4}{5}$ i kadar da su katılıyor.

Buna göre, oluşan yeni karışımın tuz oranı yüzde kaçtır?

- A) 30 B) 40 C) 42 D) 45 E) 48

ÇÖZÜM

100x kg lık tuzlu suyun, $\frac{60 \cdot 100x}{100} = 60x$ kilogramı tuzdur.

$\frac{1}{5}$ i kadar tuz katılırsa, 20x kilogram tuz, $\frac{4}{5}$ i kadar su ka-

tılırsa, 80x kilogram su katılmış olur.

Oluşan son karışımın tuz yüzdesi,

$$\frac{60x+20x}{100x+20x+80x} = \frac{80x}{200x} \text{ ten,}$$

yeni karışımın tuz oranı %40 tır.

Yanıt: B

5. Alkol oranı %40 olan bir miktar alkollü suya, bu karışımın $\frac{2}{5}$ i kadar alkollü su katılıyor. Oluşan yeni karışımın alkol oranı %44 olduğuna göre,

katılan ikinci karışımın alkol oranı yüzde kaçtır?

- A) 48 B) 50 C) 52 D) 54 E) 56

ÇÖZÜM

Madde miktarı 100x ise, alkol miktarı 40x tir.

$\frac{2}{5}$ i kadar alkollü su katılırsa, $\frac{40x \cdot a}{100}$ kadar alkol olur.

$$\frac{40x + \frac{40ax}{100}}{140x} = \frac{44}{100} \text{ den,}$$

a = 54 olup, katılan alkollü suyun alkol oranı %54 tür.

Yanıt: D

KONU TESTİ

1. Merve'nin parasının $\frac{5}{6}$ sı, Burak'ın parasının $\frac{1}{4}$ üne eşittir.

Burak parasının yüzde kaçını Merve'ye verirse, paraları eşit olur?

- A) 10 B) 20 C) 25 D) 35 E) 45

2. Bir esnaf x YTL ye aldığı bir malı y YTL ye satarsa, %60 zarar ediyor.

Aynı malı y YTL ye alıp x YTL ye satarsa yüzde kaç kâr eder?

- A) 60 B) 80 C) 100 D) 125 E) 150

3. 98 YTL ye satılan bir gömlekten elde edilen kâr, alış fiyatının $\frac{3}{5}$ inden 14 YTL eksik olduğuna göre,

bu gömleğin satışındaki kâr oranı yüzde kaçtır?

- A) 20 B) 25 C) 30 D) 35 E) 40

4. Yaş incir kuruyunca %20 fire vermektedir. Kilogramı 4 YTL den alınan yaş incir kuruduktan sonra kilogramı %25 kârla a YTL den satılmaktadır.

Buna göre, a kaçtır?

- A) 5 B) 6 C) 6,3 D) 6,25 E) 7,5

5. Bir malın alış fiyatı x lira ve satış fiyatı y liradır. y ile x arasında, $y = 2x - 60\ 000$ bağıntısı vardır. Bu malın satışından %40 kâr edildiğine göre,

x kaçtır?

- A) 80 000 B) 100 000 C) 120 000
D) 150 000 E) 180 000

6. $a = 2x + 5$ ve $b = x + 10$ veriliyor. x, a nın %40 ı olduğuna göre,

x, b nin yüzde kaçtır?

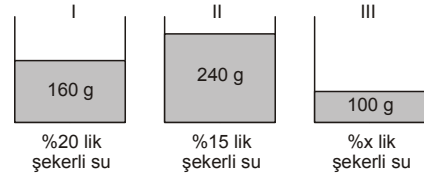
- A) 30 B) 50 C) 60 D) 75 E) 80

7. Bir yatırımcı, parasının %25 ini yıllık %25 ten üç aylık, geri kalanını yıllık %30 dan altı aylık bankaya yatırıyor. Dönemleri sonunda toplam 512,5 YTL faiz aldığına göre,

%30 dan bankaya yatırılan para kaç YTL dir?

- A) 1800 B) 2000 C) 2400 D) 2800 E) 3000

- 8.



I ve II numaralı kaplardaki şekerli sular III. kaba aktarılıyor. Oluşan karışımın şeker oranı %16 olduğuna göre,

x kaçtır?

- A) 12 B) 15 C) 16 D) 18 E) 20

9. Tuz oranı %60 olan bir çözeltinin $\frac{3}{5}$ i dökülerek, yerine dökülen miktar kadar, tuz oranı %x olan tuzlu su konuyor. Elde edilen yeni karışımın tuz oranı %72 olduğuna göre,

x kaçtır?

- A) 70 B) 75 C) 80 D) 85 E) 90

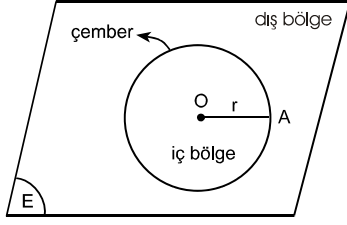
10. Tuz oranı %15 olan bir A karışımına, bu karışımın $\frac{1}{3}$ ü kadar B karışımı ilave ediliyor. Elde edilen karışımın tuz oranı %25 olduğuna göre,

B karışımının tuz oranı yüzde kaçtır?

- A) 40 B) 45 C) 50 D) 55 E) 60

ÇEMBER VE ELEMANLARI, ÇEMBERDE KİRİŞ VE TEĞET

Tanım: Düzlemde, sabit bir noktadan eşit uzaklıkta bulunan noktaların kümesine **çember** denir. Sabit noktaya, çemberin merkezi, sabit uzaklığa da **çemberin yarıçapı** denir.



$|OA| = r$ (yarıçap), O merkezli ve r yarıçaplı çember $\mathcal{C}(O, r)$ biçiminde gösterilir.

DÜZLEMDE AYIRDIĞI BÖLGELER

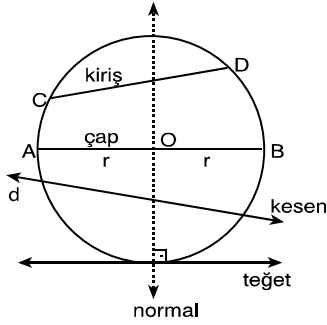
Bir çember düzlemi üç ayrık kümeye ayırır.

1. Kendisi (çember)
2. İç bölgesi (çember tarafından sınırlanan noktaların kümesi)
3. Dış bölgesi (çemberin dışında kalan noktalardan oluşan küme)

ÇEMBERİN ELEMANLARI

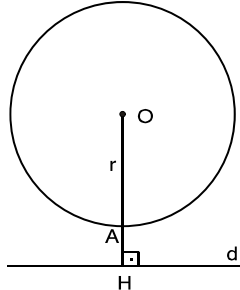
Tanım:

1. Bir çemberi farklı iki noktada kesen doğruya çemberin bir keseni,
2. Bir çemberin farklı iki noktasını birleştiren doğru parçasına çemberin bir kirişi, merkezden geçen kirişe çapı,
3. Çember düzleminde bulunan ve çemberle kesişim kümesi yalnız bir nokta olan doğruya çemberin bir teğeti,
4. Bir çemberin herhangi bir teğetine değme noktasında dik olan doğruya, çemberin o noktadaki normali denir.

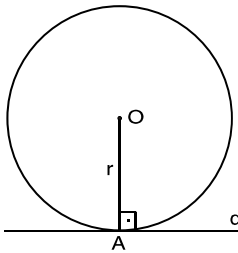


DÜZLEMDE BİR DOĞRU İLE BİR ÇEMBERİN BİRBİRİNE GÖRE KONUMLARI

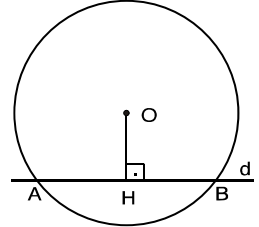
1. $[OH] \perp d$ ve $|OH| > r$ ise, doğru çemberi kesmez. $d \cap \mathcal{C} = \emptyset$



2. $[OA] \perp d$ ve $|OA| = r$ ise, doğru çembere teğettir. $\mathcal{C} \cap d = \{A\}$

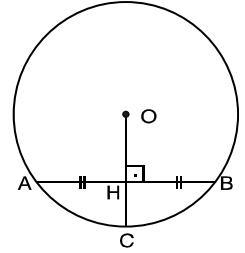


3. $[OH] \perp d$ ve $|OH| < r$ ise, doğru, çemberi farklı iki noktada keser. $d \cap \mathcal{C} = \{A, B\}$

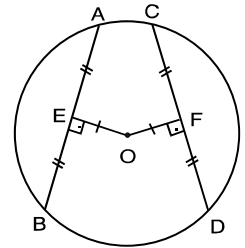


KİRİŞİN ÖZELLİKLERİ

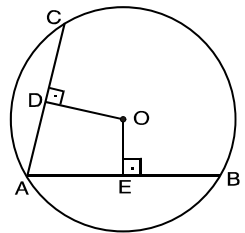
1. Çemberin merkezinden geçirilen dikme kirişi ortalar. $[OC] \perp [AB]$ ise, $|AH| = |HB|$ dir.



2. Bir çemberde eş kirişlerin merkeze uzaklıkları eşittir. $|AB| = |CD|$ ise, $|OE| = |OF|$ dir.



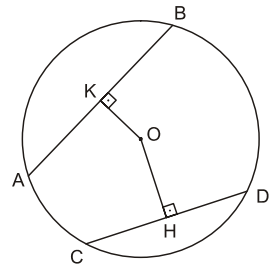
3. Bir çemberin iki kirişi merkeze eşit uzaklıkta değilse, uzun olan kiriş merkeze daha yakındır. $|AB| > |AC|$ $[OE] \perp [AB]$ ve $[OD] \perp [AC]$ ise, $|OE| < |OD|$ dir.



ÖRNEK 1

Yarıçapı 25 cm olan O merkezli çemberde

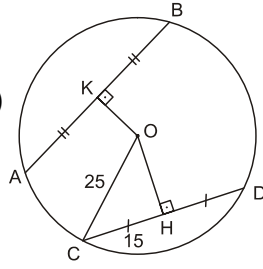
- $[OK] \perp [AB]$
 $[OH] \perp [CD]$
 $|AK| = (6x - 11)$ cm
 $|HD| = (2x + 5)$ cm
 $|OH| > |OK|$ olduğuna göre,



x en küçük tamsayı değerini aldığı anda $|OH|$ kaç cm dir?

ÇÖZÜM

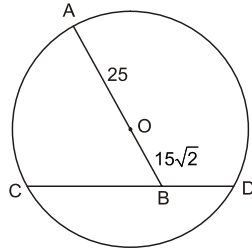
$|OH| > |OK|$ ise,
 $|AB| > |CD|$ dir. (özellik 3)
 $|AK| = |KB|$, $|CH| = |HD|$ (özellik 1)
 $2(6x - 11) > 2(2x + 5)$
 $12x - 22 > 4x + 10$
 $8x > 32$
 $x > 4$, $x = 5$ cm dir.
 $|CH| = 2.5 + 5 = 15$ cm
 $|OC| = 25$ cm



OCH üçgeninde Pisagor bağıntısı yazılırsa
 $25^2 = 15^2 + |OH|^2$, $|OH| = 20$ cm dir.

ÖRNEK 2

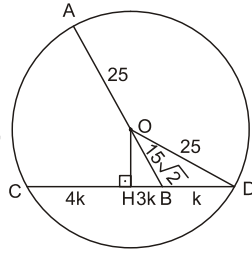
O merkezli çemberde
A, O, B doğrusal
 $|CD| = 8 \cdot |BD|$
 $|AO| = 25$ cm
 $|OB| = 15\sqrt{2}$ cm ise,



|CD| kaç cm dir?

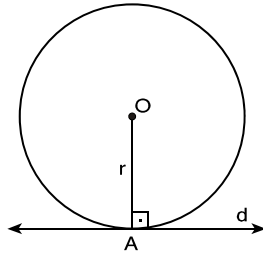
ÇÖZÜM

$|BD| = k$, $|CD| = 8k$
 $|OH| \perp |CD|$ çizelim.
 $|CH| = |HD| = 4k$, $|HB| = 3k$ dir.
O merkezi ile D noktası birleştirilir,
OHB ve OHD üçgenlerinde
Pisagor bağıntısı yazılırsa
 $|OH|^2 + (3k)^2 = (15\sqrt{2})^2$ ①
 $|OH|^2 + (4k)^2 = (25)^2$ ②
① ve ② den,
 $k = 5$ cm , $|CD| = 8 \cdot 5 = 40$ cm dir.



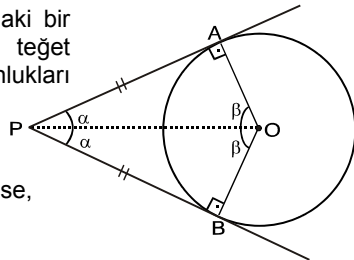
TEĞET ÖZELLİKLERİ

1. Çemberin herhangi bir teğeti
değme noktasındaki
yarıçapa diktir.
 $[OA] \perp d$



Uyarı: Teğete değme noktasından çıkılan dikme merkezden geçer.

2. Bir çembere dışındaki bir
noktadan çizilen teğet
parçalarının uzunlukları
eşittir.

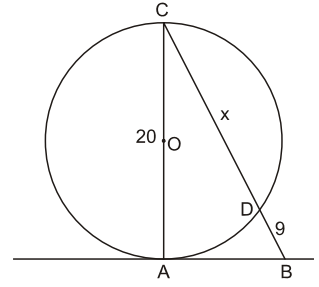


$[PA]$ ve $[PB]$ teğet ise,
 $|PA| = |PB|$ dir.

Uyarı: [PO açıortaydır.

ÖRNEK 3

$|AC| = 20$ cm
 $|BD| = 9$ cm
 $|CD| = x$
Şekildeki [AC] çaplı çem-
berin, A daki teğetine ait B
noktasını C ye birleştiren
doğru, çemberi D de kes-
mektedir.

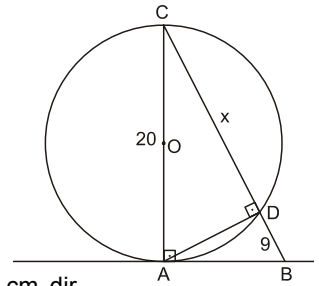


Buna göre, |CD| = x kaç cm dir?

- A) 18 B) 16 C) 15 D) 14 E) 12
(1999-ÖSS)

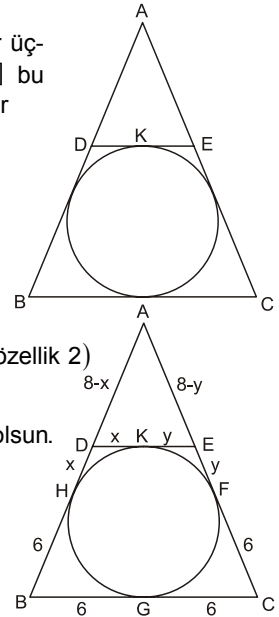
ÇÖZÜM

$[AC] \perp [AB]$ (özellik 1)
A ile D birleştirilirse,
 $m(\widehat{ADC}) = 90^\circ$ dir.
ABC üçgeninde
Öklid bağıntısı yazılırsa
 $(20)^2 = x(x + 9)$
 $x^2 + 9x - 400 = 0$
 $(x + 25)(x - 16) = 0$, $x = 16$ cm dir.



ÖRNEK 4

Şekildeki çember ABC ikizkenar üç-
geninin iç teğet çemberi ve [DE] bu
çemberin K noktasındaki teğetidir
 $|AB| = |AC| = 14$ cm
 $|BC| = 12$ cm ise,



Ç(ADE) kaç cm dir?

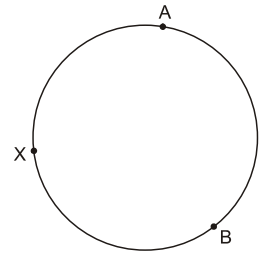
ÇÖZÜM

Çemberin ABC üçgenine değme
noktaları F, G, H olsun.
 $|BG| = |GC| = |BH| = |FC| = 6$ cm (özellik 2)
 $|AH| = |AF| = 8$ cm (özellik 2)
 $|DH| = |DK| = x$, $|KE| = |EF| = y$ olsun.
 $|AD| = 8 - x$, $|AE| = 8 - y$
 $\text{Ç}(ADE) = (8 - x) + (8 - y) + x + y$
 $\text{Ç}(ADE) = 16$ cm dir.

ÇEMBERDE YAYLAR VE AÇILAR

Tanım: Çemberin bir parçasına
yay denir.

Çember üzerinde alınan iki nokta
A ve B ise bu iki noktaya göre
çember iki yaya ayrılır. "AB yayı"
denildiğinde küçük olan yay an-
laşılmalıdır. Büyük olan yay kas-
tedilecekse bu yay üzerinde baş-
ka bir nokta alınarak "AXB yayı"
biçiminde ifade edilir.



Bir çemberin kirişi, çemberi iki yaya ayırır. “[AB] kirişinin yayı” denildiği zaman küçük olanı anlaşılır.

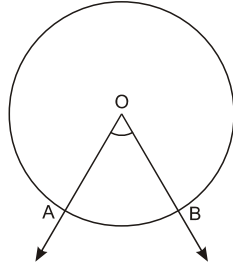
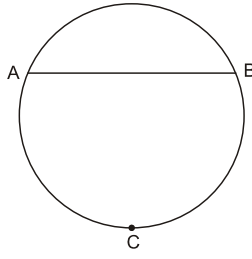
Ölçüsü, $m(\widehat{AB})$ biçiminde, uzunluğu da $|AB|$ biçiminde gösterilir.

Bir çember yayının tamamının ölçüsü 360° dir.

MERKEZ AÇI

Tanım: Köşesi çemberin merkezinde olan ve çember düzleminde bulunan açılara **merkez açı** denir. Ölçüsü, gördüğü yayın ölçüsüne eşittir.

$$m(\widehat{AOB}) = m(\widehat{AB})$$



Sonuçlar:

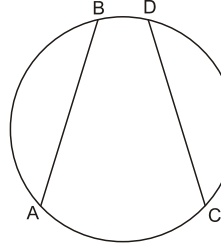
1. Bir çemberde eş yayların kirişleri eşitir.

$$\widehat{AB} \cong \widehat{CD} \text{ ise,}$$

$$|AB| \cong |CD| \text{ veya}$$

$$m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CD}) \text{ ise,}$$

$$|AB| = |CD| \text{ dir.}$$



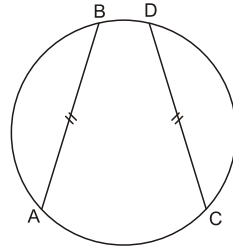
2. Bir çemberde eş kirişlerin yayları da eşitir.

$$|AB| \cong |CD| \text{ ise,}$$

$$\widehat{AB} \cong \widehat{CD} \text{ veya}$$

$$|AB| = |CD| \text{ ise,}$$

$$m(\widehat{AB}) = m(\widehat{CD}) \text{ dir.}$$

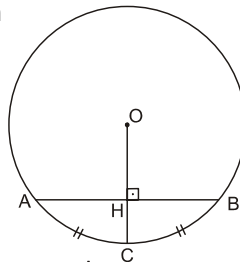


3. Merkezden kirişe indirilen dikme bu kirişin gördüğü yayı ortalar.

$$[OC] \perp [AB] \text{ ise,}$$

$$\widehat{AC} \cong \widehat{CB} \text{ veya}$$

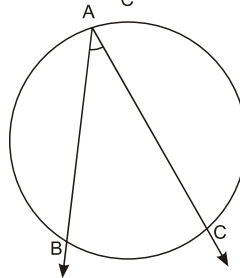
$$m(\widehat{AC}) = m(\widehat{CB}) \text{ dir.}$$



ÇEVRE AÇI

Köşesi çemberin üzerinde olan ve kenarları çemberi kesen açılara **çevre açısı** denir. Ölçüsü, gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşittir.

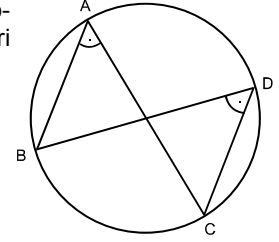
$$m(\widehat{BAC}) = \frac{m(\widehat{BC})}{2}$$



Sonuçlar:

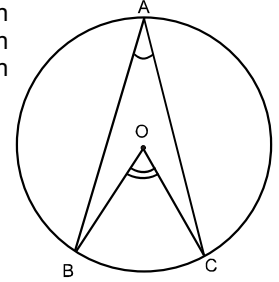
1. Bir çemberde aynı yayı gören çevre açılarının ölçüleri eşittir.

$$m(\widehat{BAC}) = m(\widehat{BDC})$$



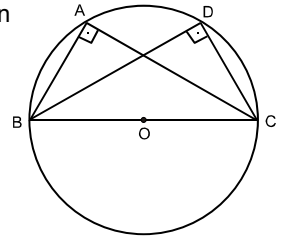
2. Bir çemberde çevre açının ölçüsü, aynı yayı gören merkez açının ölçüsünün yarısına eşittir.

$$m(\widehat{BAC}) = \frac{1}{2} \cdot m(\widehat{BOC})$$



3. Bir çemberde çapı gören çevre açının ölçüsü 90° dir.

$$m(\widehat{BAC}) = m(\widehat{BDC}) = 90^\circ$$

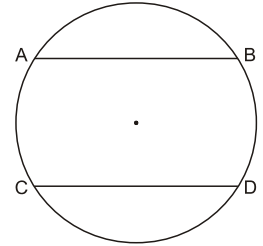


4. Paralel kirişler arasında kalan yaylar eşitir.

$$|AB| \parallel |CD| \text{ ise,}$$

$$\widehat{AC} \cong \widehat{BD} \text{ veya}$$

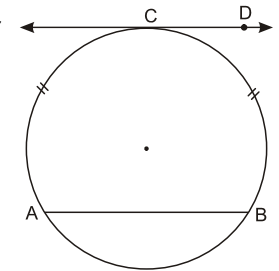
$$m(\widehat{AC}) = m(\widehat{BD}) \text{ dir.}$$



5. Bir çemberde herhangi bir kiriş ile buna paralel bir teğet arasında kalan yay parçaları eşitir.

$$CD \parallel [AB] \text{ ise,}$$

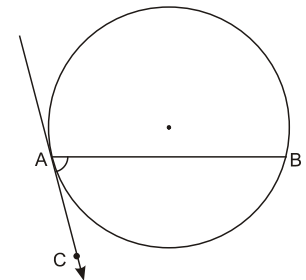
$$m(\widehat{AC}) = m(\widehat{BC}) \text{ dir.}$$



TEĞET – KİRİŞ AÇI

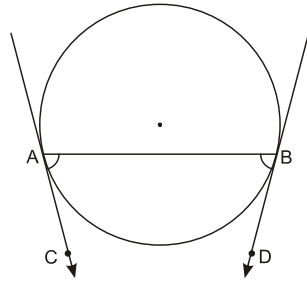
Tanım: Köşesi çemberin üzerinde, kenarlarından biri çemberin teğeti, diğeri çemberin kirişi olan açılara **teğet-kiriş açısı** denir. Ölçüsü, gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşittir.

$$m(\widehat{CAB}) = \frac{m(\widehat{AB})}{2}$$



Sonuç: Aynı yayı gören teğet-kiriş açılarının ölçüleri eşittir.

$$m(\widehat{CAB}) = m(\widehat{DBA})$$

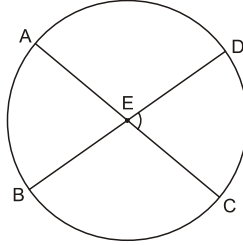


İÇ AÇI

Tanım: Bir çemberin iç bölgesinde kesişen iki kirişin oluşturduğu açılarının her birine **iç açı** denir.

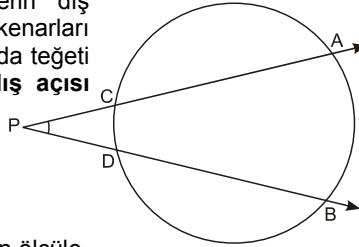
Ölçüsü, gördüğü yayların ölçüleri toplamının yarısına eşittir.

$$m(\widehat{CED}) = \frac{m(\widehat{AB}) + m(\widehat{CD})}{2}$$



DIŞ AÇI

Tanım: Köşesi çemberin dış bölgesinde bulunan ve kenarları çemberin bir keseni ya da teğeti olan açıya çemberin **dış açısı** denir.



Ölçüsü, gördüğü yayların ölçüleri farkının mutlak değerine eşittir.

$$m(\widehat{APB}) = \frac{|m(\widehat{AB}) - m(\widehat{CD})|}{2}$$

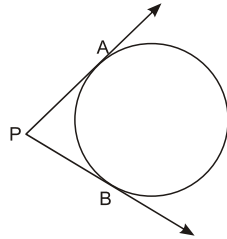
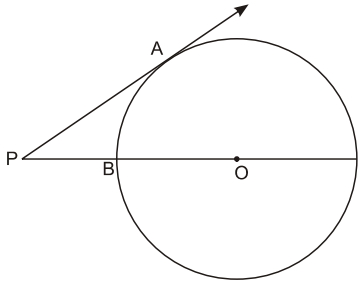
Sonuçlar:

1. Dış açının kenarlarından biri çembere teğet, diğeri çemberin merkezinden geçiyorsa dış açı ile küçük yayın ölçüleri toplamı 90° dir.

$$m(\widehat{APC}) + m(\widehat{AB}) = 90^\circ$$

2. Bir dış açının kenarları çemberin teğetleri ise, dış açı ile küçük yayın ölçüleri toplamı 180° dir.

$$m(\widehat{APB}) + m(\widehat{AB}) = 180^\circ$$

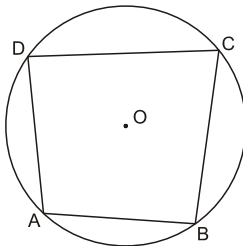


KİRİŞLER DÖRTGENİ

Tanım: Köşeleri aynı çemberin üzerinde olan dörtgene kirişler dörtgeni denir.

Karşılıklı açılar bütünlerdir.

$$m(\widehat{A}) + m(\widehat{C}) = m(\widehat{B}) + m(\widehat{D}) = 180^\circ$$



ÖRNEK 5

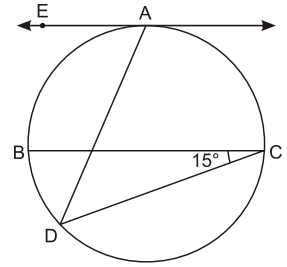
EA doğrusu çembere A noktasında teğettir.

$EA \parallel BC$

$|AD| = |DC|$

$m(\widehat{BCD}) = 15^\circ$ ise,

$m(\widehat{EAD})$ kaç derecedir?



ÇÖZÜM

$$m(\widehat{BD}) = 15^\circ \cdot 2 = 30^\circ$$

$$m(\widehat{AB}) = x$$

$$m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC}) = x \text{ (özellik 5)}$$

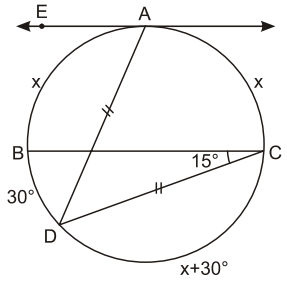
$$m(\widehat{AD}) = x + 30^\circ$$

$$m(\widehat{AD}) = m(\widehat{DC}) = x + 30^\circ$$

(eşit kirişlerin yayları eşit.)

$$3x + 60^\circ = 360^\circ, \quad x = 100^\circ \text{ dir.}$$

$$m(\widehat{EAD}) = \frac{m(\widehat{AD})}{2} = \frac{130^\circ}{2} = 65^\circ \text{ dir. (teğet - kiriş açısı)}$$



MEF YAYINCILIK

ÖRNEK 6

O merkezli [BG] çaplı çembere

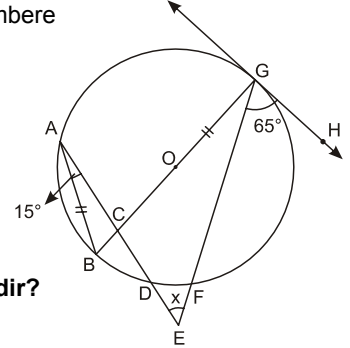
GH, G de teğet

$|AB| = |OG|$

$m(\widehat{BAE}) = 15^\circ$

$m(\widehat{EGH}) = 65^\circ$ ise,

$m(\widehat{AEG}) = x$ kaç derecedir?



ÇÖZÜM

$$m(\widehat{BD}) = 15^\circ \cdot 2 = 30^\circ$$

$$m(\widehat{GF}) = 65^\circ \cdot 2 = 130^\circ$$

(teğet - kiriş açısı)

$$m(\widehat{DF}) = 180^\circ - (m(\widehat{BD}) + m(\widehat{GF}))$$

$$m(\widehat{DF}) = 20^\circ \text{ dir.}$$

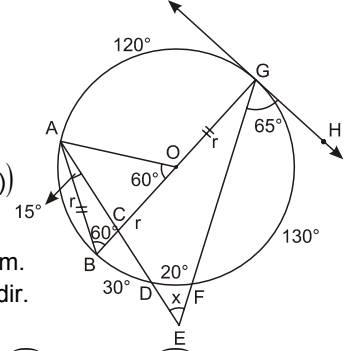
A ile O noktalarını birleştirelim.

$|OG| = |OB| = |AB| = |OA| = r$ dir.

OAB eşkenar üçgen

$$m(\widehat{AOB}) = m(\widehat{OBA}) = 60^\circ, \quad m(\widehat{AB}) = 60^\circ, \quad m(\widehat{AG}) = 120^\circ \text{ dir.}$$

$$x = \frac{120^\circ - 20^\circ}{2} = 50^\circ \text{ dir.}$$

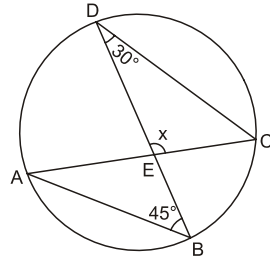


ÖRNEK 7

$m(\widehat{BDC}) = 30^\circ$
 $m(\widehat{ABD}) = 45^\circ$
 $m(\widehat{DEC}) = x$

Yukarıdaki verilere göre, **x kaç derecedir?**

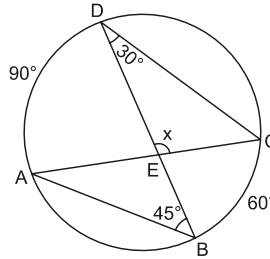
- A) 95 B) 100 C) 105 D) 110 E) 115



(2006 – ÖSS)

ÇÖZÜM

$m(\widehat{AD}) = 45^\circ \cdot 2 = 90^\circ$
 $m(\widehat{BC}) = 30^\circ \cdot 2 = 60^\circ$
 $m(\widehat{BEC}) = \frac{m(\widehat{AD}) + m(\widehat{BC})}{2}$
 $m(\widehat{BEC}) = \frac{90^\circ + 60^\circ}{2} = 75^\circ$ dir.
 $75^\circ + x = 180^\circ$, $x = 105^\circ$ dir.

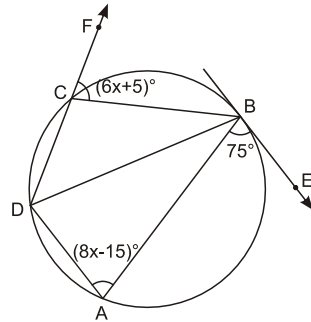


ÖRNEK 8

Şekildeki çembere BE, B noktasında teğet

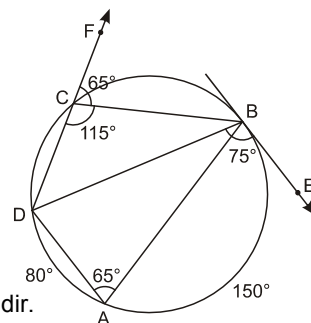
$m(\widehat{FCB}) = (6x + 5)^\circ$
 $m(\widehat{BAD}) = (8x - 15)^\circ$
 $m(\widehat{ABE}) = 75^\circ$ ise,

$m(\widehat{ABD})$ kaç derecedir?



ÇÖZÜM

$m(\widehat{AB}) = 150^\circ$
 ABCD kirişler dörtgeni olduğuna göre,
 $m(\widehat{A}) + m(\widehat{DCB}) = 180^\circ$
 $m(\widehat{DCB}) + m(\widehat{FCB}) = 180^\circ$
 $m(\widehat{A}) = m(\widehat{FCB})$ dir.
 $8x - 15^\circ = 6x + 5^\circ$, $x = 10^\circ$ dir.
 $m(\widehat{A}) = 65^\circ$, $m(\widehat{DCB}) = 115^\circ$ olur.
 $m(\widehat{DAB}) = m(\widehat{DA}) + m(\widehat{AB}) = 230^\circ$
 $m(\widehat{DA}) + 150^\circ = 230^\circ$
 $m(\widehat{DA}) = 80^\circ$, $m(\widehat{DBA}) = \frac{80^\circ}{2} = 40^\circ$ dir.



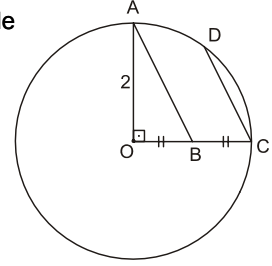
ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Şekilde O merkezli çemberde

- [AO] \perp [OC]
 [AB] // [DC]
 |OB| = |BC|
 |OA| = 2 cm ise,

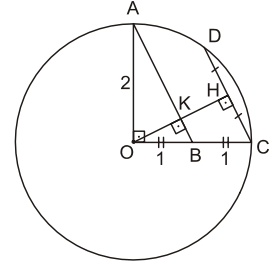
|DC| kaç cm dir?

- A) $\frac{2}{\sqrt{5}}$ B) $\frac{3}{\sqrt{5}}$ C) $\frac{4}{\sqrt{5}}$ D) $\frac{6}{\sqrt{5}}$ E) $\frac{7}{\sqrt{5}}$



ÇÖZÜM

|OA| = |OC| = 2 cm
 |OB| = |BC| = 1 cm
 [OH] \perp [DC] çizelim
 |HC| = |DH| (kiriş özelliği)
 AOB üçgeninde Pisagor bağıntısı yazılırsa
 $|AB|^2 = 2^2 + 1^2$, $|AB| = \sqrt{5}$ cm
 [AB] // [DC] olduğundan [OH] \perp [AB] dir.
 AOB üçgeninde Öklid bağıntısı yazılırsa



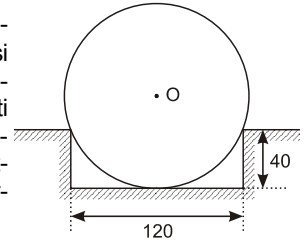
$1^2 = |KB| \cdot \sqrt{5}$, $|KB| = \frac{1}{\sqrt{5}}$ cm

$\triangle OKB \sim \triangle OHC$

$\frac{1}{2} = \frac{|KB|}{|HC|}$, $\frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{5}}}{|HC|}$, $|HC| = \frac{2}{\sqrt{5}}$, $|DC| = \frac{4}{\sqrt{5}}$ cm dir.

YANIT: C

2. Dikey kesiti çember biçiminde olan bir iş makinesi lastiği, derinliği 40 cm, boyu 120 cm, dikey kesiti dikdörtgen biçiminde olacak şekilde oyulmuş bir altlığa şekildedeki gibi tam oturularak sergilenmektedir.



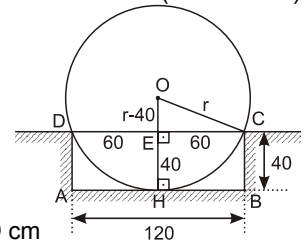
Buna göre, lastiğin dikey kesitinin yarıçapı kaç cm dir?

- A) 75 B) 72,5 C) 70 D) 67,5 E) 65

(2006 – ÖSS)

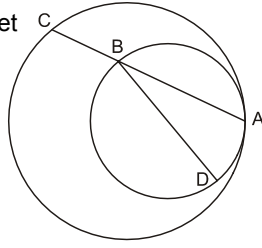
ÇÖZÜM

ABCD dikdörtgen
 |AB| = |DC| = 120 cm
 [OH] \perp [AB] (teğet özelliği)
 |DE| = |EC| = 60 cm
 |EH| = |BC| = 40 cm
 |OC| = |OH| = r , |OE| = (r - 40) cm
 OEC üçgeninde Pisagor bağıntısı yazılırsa
 $r^2 = (r - 40)^2 + 60^2$, $r = 65$ cm dir.



YANIT: E

3. Çemberler A da birbirine teğet [BD] küçük çemberin çapı $m(\widehat{AB}) + m(\widehat{AC}) = x^\circ$ ise,



$m(\widehat{DBA})$ nın x türünden eşiti aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $90^\circ + \frac{x}{2}$ B) $90^\circ - \frac{x}{2}$ C) $90^\circ - \frac{x}{3}$
D) $90^\circ + \frac{x}{4}$ E) $90^\circ - \frac{x}{4}$

ÇÖZÜM

Çemberlere teğet A dan geçen EF doğrusunu çizelim.

$m(\widehat{CAF}) = \alpha$ olsun.

$m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC}) = 2\alpha$ dir.

$2\alpha + 2\alpha = x$

$4\alpha = x$

$\alpha = \frac{x}{4}$

A ile D noktalarını birleştirirsek

$m(\widehat{BAD}) = 90^\circ$ olur. (çapı gören çevre açısı)

$m(\widehat{DAE}) = \beta$ olsun.

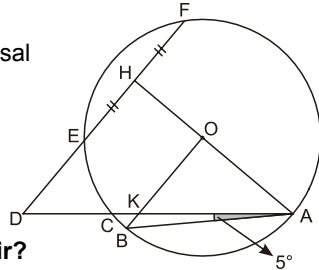
$m(\widehat{DBA}) = \beta$ dir. (aynı yayı gördüklerinden)

$\alpha + \beta = 90^\circ$ olduğuna göre

$\frac{x}{4} + \beta = 90^\circ \Rightarrow m(\widehat{DBA}) = \beta = 90^\circ - \frac{x}{4}$ tür.

YANIT: E

4. O merkezli çemberde A, O, H noktaları doğrusal [DF]//[OB] $|EH| = |HF|$ $m(\widehat{BAD}) = 5^\circ$ ise,



$m(\widehat{FDA})$ kaç derecedir?

- A) 35 B) 40 C) 45 D) 50 E) 55

ÇÖZÜM

$|EH| = |HF|$ ise,

$[AH] \perp [DF]$ (kiriş özelliği)

$m(\widehat{DAH}) = x$ olsun. $|OB| = |OA|$

$m(\widehat{BAH}) = m(\widehat{OBA}) = (x + 5)^\circ$

$m(\widehat{OKA}) = (x + 10)^\circ$ (dış açı)

$m(\widehat{OKA}) = m(\widehat{FDA}) = (x + 10)^\circ$

(yöndeş açılar)

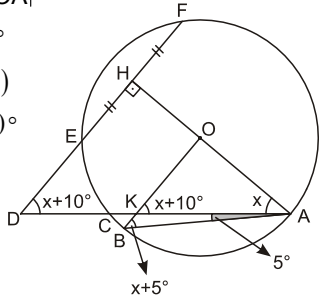
DHA üçgeninde

$x + 10^\circ + x = 90^\circ$

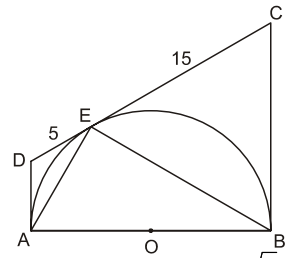
$2x = 80^\circ$, $x = 40^\circ$

$m(\widehat{FDA}) = 40^\circ + 10^\circ = 50^\circ$ dir.

YANIT: D



5. O merkezli yarım çembere [DA], A da, [DC], E de, [BC], B de teğettir. $|DE| = 5$ cm $|EC| = 15$ cm ise,



$A(EAB)$ kaç cm^2 dir?

- A) $\frac{75\sqrt{3}}{2}$ B) $35\sqrt{3}$ C) $\frac{45\sqrt{3}}{2}$
D) $20\sqrt{3}$ E) $\frac{15\sqrt{3}}{2}$

ÇÖZÜM

$[DA] \perp [AB]$, $[BC] \perp [AB]$

$|AD| = |DE| = 5$ cm , $|EC| = |BC| = 15$ cm

$[DH] \perp [BC]$ çizelim.

ABHD dikdörtgen

$|HB| = |AD| = 5$ cm

$|HC| = 10$ cm , $|DC| = 20$ cm

HDC ($30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$) üçgenidir.

$m(\widehat{DCB}) = 60^\circ$, $m(\widehat{DEA}) = 30^\circ$ dir.

$m(\widehat{CEB}) = m(\widehat{CBE}) = 60^\circ$, $m(\widehat{EBA}) = 30^\circ$ olur.

$m(\widehat{AEB}) = 90^\circ$ (çapı gören çevre açısı)

EAB üçgeninde $m(\widehat{EAB}) = 60^\circ$ dir.

$|EB| = 15$ cm , $|EA| = 5\sqrt{3}$ cm dir.

$A(EAB) = \frac{15 \cdot 5\sqrt{3}}{2} = \frac{75\sqrt{3}}{2}$ cm^2 dir.

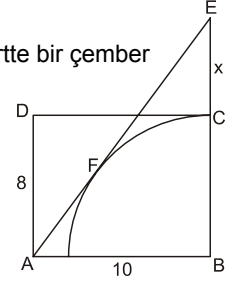
YANIT: A

6. ABCD dikdörtgen B merkezli dörtte bir çember [AE] ye F de teğettir.

$|AB| = 10$ cm

$|AD| = 8$ cm ise,

$|EC| = x$ kaç cm dir?



- A) 4 B) $\frac{16}{3}$ C) 5 D) $\frac{28}{5}$ E) 6

ÇÖZÜM

$|AD| = |BC| = 8$ cm , B ile F noktalarını birleştirirsek

$[BF] \perp [EA]$ (teğet özelliği)

$|BC| = |BF| = 8$ cm

ABF üçgeninde

Pisagor bağıntısı yazılırsa

$10^2 = 8^2 + |AF|^2$, $|AF| = 6$ cm dir.

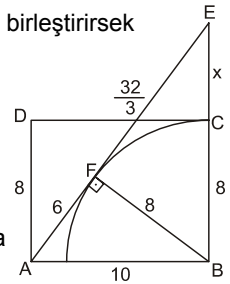
ABE üçgeninde Öklid bağıntısı yazılırsa

$8^2 = 6 \cdot |FE|$, $|FE| = \frac{32}{3}$ cm

BFE üçgeninde Pisagor bağıntısı yazılırsa

$8^2 + \left(\frac{32}{3}\right)^2 = (x + 8)^2$, $x = \frac{16}{3}$ cm dir.

YANIT: B

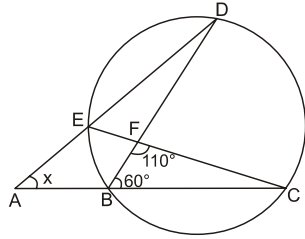


KONU TESTİ

1. Şekildeki çemberde
 $[EC] \cap [BD] = \{F\}$

$m(\widehat{DBC}) = 60^\circ$
 $m(\widehat{BFC}) = 110^\circ$ ise,

$m(\widehat{DAC}) = x$
 kaç derecedir?

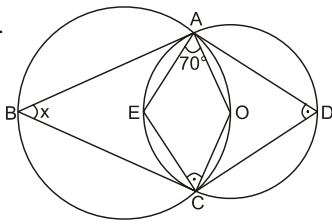


- A) 50 B) 45 C) 40 D) 35 E) 30

2. O, şeklin sağındaki çemberin merkezidir. A ile C çemberlerin ortak noktalarıdır.

$m(\widehat{ECO}) = m(\widehat{ADC})$
 $m(\widehat{EAO}) = 70^\circ$ ise,

$m(\widehat{ABC}) = x$
 kaç derecedir?

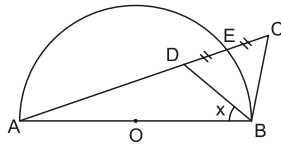


- A) 80 B) 70 C) 60 D) 50 E) 40

3. Şekildeki O merkezli yarı çemberde A, D, E, C doğrusal $|ED| = |EC|$

$m(\widehat{ACB}) = m(\widehat{DAB}) + 40^\circ$ olduğuna göre,

$m(\widehat{DBA}) = x$ kaç derecedir?

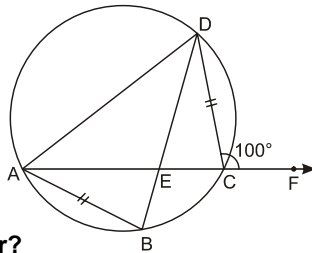


- A) 20 B) 40 C) 50 D) 60 E) 80

4. Şekildeki çemberde $[AF] \cap [BD] = \{E\}$

$m(\widehat{DCF}) = 100^\circ$
 $m(\widehat{BAD}) = 3.m(\widehat{BDC})$
 $|AB| = |DC|$ ise,

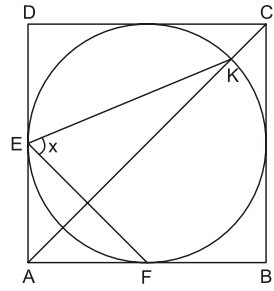
$m(\widehat{BAD})$ kaç derecedir?



- A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 70

5. ABCD karesinin iç teğet çemberi çizilmiştir. E ve F değme noktaları A, K, C noktaları doğrusal olduğuna göre,

$m(\widehat{KEF}) = x$
 kaç derecedir?

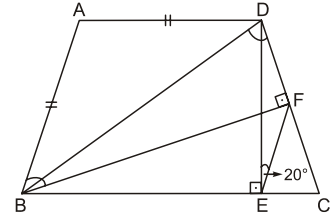


- A) 45 B) 60 C) 67,5 D) 75 E) 90

6. ABCD yamuk $[AD] \parallel [BC]$
 $[BF] \perp [CD]$
 $[DE] \perp [BC]$
 $|AB| = |AD|$

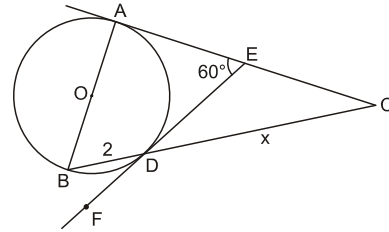
$m(\widehat{DEF}) = 20^\circ$
 $m(\widehat{ABF}) = m(\widehat{BDC})$ ise,

$m(\widehat{CBF})$ kaç derecedir?



- A) 20 B) 25 C) 30 D) 36 E) 40

- 7.



O merkezli $[AB]$ çaplı çemberde $[CA, A$ noktasında, $[EF, D$ noktasında teğettir.

$m(\widehat{AEF}) = 60^\circ$

$|BD| = 2$ cm ise,

$|DC| = x$ kaç cm dir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

8. Şekildeki çembere $[AC, C$ de $[AB, B$ de teğettir.

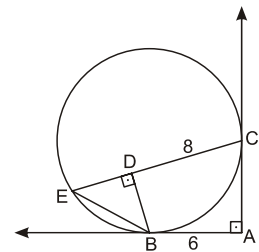
$[AB] \perp [AC]$

$[BD] \perp [EC]$

$|DC| = 8$ cm

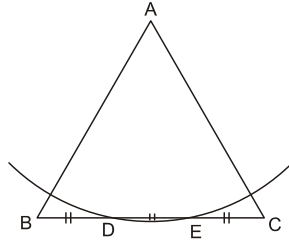
$|AB| = 6$ cm ise,

$|EB|$ kaç cm dir?



- A) $2\sqrt{2}$ B) $3\sqrt{2}$ C) 4 D) 5 E) 6

9. ABC eşkenar üçgeninde yarıçap uzunluğu $4\sqrt{7}$ cm olan A merkezli çember yayı [BC] kenarını D ve E noktalarında kesmektedir. $|BD| = |DE| = |EC|$ olduğuna göre,

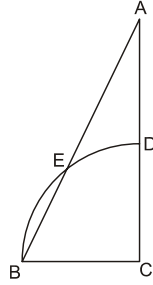


ABC üçgeninin alanı kaç cm^2 dir?

- A) $12\sqrt{3}$ B) $16\sqrt{3}$ C) $24\sqrt{3}$
D) $30\sqrt{3}$ E) $36\sqrt{3}$

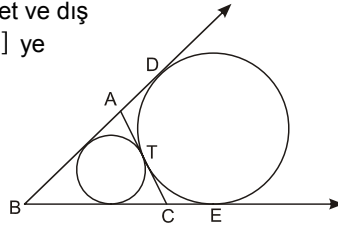
10. C merkezli çeyrek çemberde $|AE| = 2 \cdot |BE|$
 $|AC| = 15$ cm ise,

|BC| kaç cm dir?



- A) $2\sqrt{5}$ B) $3\sqrt{5}$ C) 7 D) $5\sqrt{2}$ E) $5\sqrt{3}$

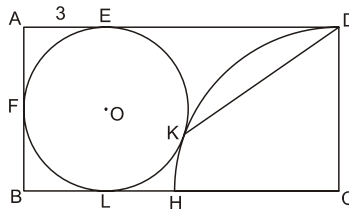
11. ABC üçgeninin iç teğet ve dış teğet çemberleri [AC] ye T de teğettir. $|AD| = 4$ cm
 $|BC| = 6$ cm ise,



A(ABC) kaç cm^2 dir?

- A) $8\sqrt{2}$ B) 12 C) $8\sqrt{3}$ D) 16 E) $8\sqrt{5}$

12. O merkezli çember dikdörtgenin kenarlarına E, F, L noktalarında, C merkezli çeyrek çembere K noktasında teğettir. $|AE| = 3$ cm ise,



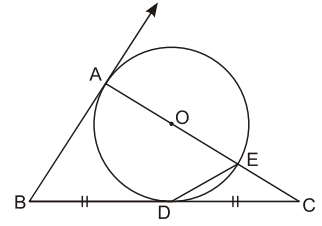
|KD| kaç cm dir?

- A) $2\sqrt{3}$ B) $3\sqrt{3}$ C) $4\sqrt{3}$ D) $5\sqrt{3}$ E) $6\sqrt{3}$

13. O merkezli çembere [BA, A da, [BC], D de teğettir. $|BD| = |DC|$
 $|AE| = 8$ cm ise,

|DE| kaç cm dir?

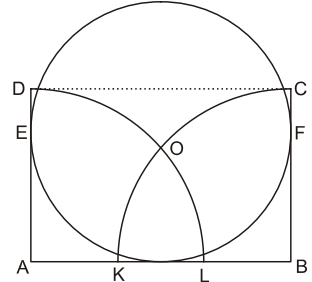
- A) 4 B) 4,5 C) 5 D) 5,5 E) 6



14. ABCD dikdörtgen O merkezli çember dikdörtgenin üç kenarına teğettir. A ve B merkezli çeyrek çemberler O noktasından geçmektedir. $|AD| = 2$ cm ise,

|KL| kaç cm dir?

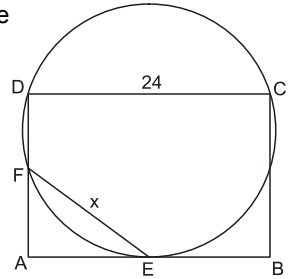
- A) $4\sqrt{2} - 4$ B) $2\sqrt{2} - 2$ C) $4 + \sqrt{2}$
D) $4 - 2\sqrt{2}$ E) $4 - \sqrt{2}$



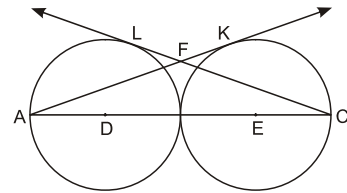
15. ABCD dikdörtgeni çembere E de teğettir. Çemberin yarıçapı 13 cm ve $|DC| = 24$ cm ise,

|EF| = x kaç cm dir?

- A) $4\sqrt{13}$ B) $6\sqrt{3}$ C) $6\sqrt{2}$ D) $2\sqrt{13}$ E) $4\sqrt{2}$



- 16.



Şekildeki eş çemberlerin yarıçapları 2 cm dir. D ve E merkez $[AK, K de, [CL, L de teğettir.$
 $[AK \cap [CL = \{F\}$ ise,

A(FAC) kaç cm^2 dir?

- A) $\frac{5\sqrt{3}}{2}$ B) $2\sqrt{2}$ C) $3\sqrt{2}$ D) $4\sqrt{2}$ E) $5\sqrt{2}$

SÖZCÜĞÜN YAPISI VE EKLER

Bundan önceki sayılarımızda sözcük (kelime) konusuna iki açıdan eğildik: Sözcüğün anlamı (sayı 1), sözcüğün dilbilgisel türleşmesi (sayı 6, 7, 8).

Bu sayımızda sözcüğün yapısını ve Türkçenin eklerini ele alacağız.

Türkçe “sonradan eklemeli” bir dildir. Ekler, sözcük kök ve gövdelerinin sonunda yer alır. Önce bu iki kavramı anımsayalım.

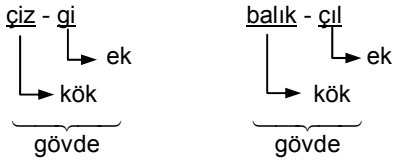
• **KÖK:** Sözcüklerin, ekleri ayrıldıktan sonra geride kalan ve bölünemeyen anlamlı bölümüne verilen addır. Kök, hiç bir yapım eki almamıştır, dolayısıyla yapısı ve anlamı bozulmadan parçalanamaz.

• Türkçede kökler genellikle tek hecedir: **ad, bal, çok; gel, koş, dur...**

• Birden çok heceli kökler de vardır: **Balçık, çarık, çiçek, tepe...**

(“Kök” ile ilgili ayrıntılar “Sözcüklerin Yapıları” başlığı altında verildi [bak. s. 21].)

• **GÖVDE:** En az bir yapım eki alan sözcük “gövde (türemiş sözcük)” durumundadır.



(“Gövde” [türemiş sözcükler] ile ilgili ayrıntı için bak. “Sözcüklerin Yapıları” [s. 21])

EK

Tek başlarına anlamı olmayan, adlardan, eylemlerden ve yansılardan sözcükler türeten ya da sözcüğün cümlede görev yapmasını sağlayan parçalara “ek” denir.

• Türkçede ekler sözcüğün sonuna sıralanır:

gel-me-miş-ler-miş

sev-in-dir-ici-ydi

• Türkçede “önek” ya da “içek” yoktur.

• Ekler, genellikle ünlü uyumlarına, ünsüz yumuşaması ve ünsüzler benzeşmesi kurallarına uyar: çocuk-lar, minik-ler, uça-ğ-a, çocuk-ça...

• Ekler, ünsüz bakımından yumuşak, ünlü bakımından ince seslerle adlandırılır: “-ci” eki, denir; bundan, bu ekin “-cı, -cu, -cü; -çi, -çı, -çu, -çü” biçimlerinin de olabileceğini

çıkartırız. Sözelimi “-de” eki de aslında “-da, -te, -ta” biçimlerini alabilir...

Yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi, ekler, baş taraflarına kısa çizgi konularak gösterilir.

Türkçede ekler işlevleri bakımından ikiye ayrılır:

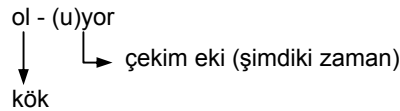
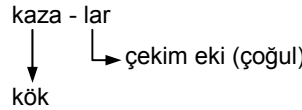
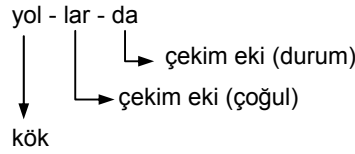
1. Çekim ekleri
2. Yapım ekleri

1. ÇEKİM EKLERİ

Eylem ya da ad soylu sözcükleri çoğullamaya, çekimlemeye yarayan, böylece sözcükleri öteki sözcüklerle ilişkilendiren, onlara cümlede görev yaptıran ekler “çekim eki” denir.

“Yollarda kazalar oluyor.”

Bu cümledeki sözcüklerini eklerine şöyle ayırabiliriz.



Çekim eklerinin özellikleri:

- Tanımından da anlaşılacağı gibi, çekim ekleri sözcüğün türünü ve anlamını değiştiren ekler değildir.
- Çöpleri yere atmışlar.

Bu cümlede “çöp” sözcüğünün aldığı ekler çoğul eki ve belirtme durum ekidir. Sondaki ek, sözcüğün cümlede “nesne” görevi yapmasını sağlamıştır. “Yer” sözcüğünün aldığı “-e” (yönelme) durum eki de sözcüğün cümlede dolaylı tümleç olmasını; “atmak” eyleminin sonundaki ekler de bu eylemin çekimli eylem olarak yüklem görevi yapmasını sağlamıştır. Bu sözcüklerdeki çekim ekleri atılırsa geride anlamlı bir söz dizisi kalmadığı görülecektir: çöp yer at

Uyarı: Bu eki bir sözcük sayıp “soru ilgeci (edatı) diye adlandıranlar da vardır.

2. Eylem Çekim Ekleri

Bu ekleri “eylemler” konusunda gördük (Bak. MEF ile Hazırlık sayı 8). Burada kısaca değinmekle yetineceğiz.

a. Kip Ekleri

1. Bildirme kipleri

- Şimdiki zaman eki “-yor”
- Görülen geçmiş zamanı eki “-di”
- Öğrenilen (duyulan/belirsiz) geçmiş zaman eki “-miş”
- Geniş zaman eki “-()r”
- Gelecek zaman eki “-ecek”

2. Dilek kipleri

- Gereklilik kipi eki “-meli”
- İstek kipi eki “-e”
- Dilek/koşul kipi eki “-se”

Eylemlerin soru çekimleri de “mi” ile yapılır. “Mi” eylemlere, kişi ekinden önce de sonra da gelebilir:

Gör - dü - n mü? (kişi ekinden sonra)

Gör - ecek mi - y - iz (kişi ekinden önce)

Uyarı: Kip ekleriyle eylemsi türeten ekleri karıştırmamalıyız.

- **Yiyecek** bir şey var mı evde? (sıfat-fiil)
- Az sonra yemeğini **yiyecek**. (çekimli eylem)
- **Bildik** sorular vardı testte. (sıfat-fiil)
- Ne sorduysa **bildik**. (çekimli eylem)

b. Kişi (Şahıs) ekleri

Çekimli eylemlerde, eylemi yapanı ya da olan kişiyi belirten eklerdir.

Kişi ekleri dört öbekte toplanır:

	1	2	3	4
	• -di’li geçmiş zaman • Dilek-koşul kipi	• -miş’li geçmiş zaman • Şimdiki zaman • Geniş zaman • Gelecek zaman • Gereklilik kipi	• Buyurma (emir)	• İstek
1. tekil	-m	-im	-	-yim
2. tekil	-n	-sin	-	-sin
3. tekil	-	-	-sin	-
1. çoğul	-k	-iz	-	-lim
2. çoğul	-niz	-siniz	-in (-iniz)	-siniz
3. çoğul	-ler	-ler	-sinler	-ler

c. Ekeylem çekim ekleri

Ad soylu sözcükleri yüklem yapan bu ekleri 8. sayımızda görmüştük:

- di-m (öğretmendim), -din (öğretmendin)...
- miş-im (Ben-miş-im, sen-miş-sin...)
- im (varım), -sin (varsın), -iz (varız)...

Uyarı: İlgi adlı olan “-ki” eki de çekim eki sayılır: Otomobilin rengi mavi, cipinki kırmızı.

ÖRNEK 1

Adamın ayaklarının altında

Yıldızların yıldız olduğu vardı

Adam yıldızlara basa basa yürüdü

Çünkü biraz önce yağmur yağmıştı.

Bu dizelerdeki numaralanmış sözcüklerden hangisi çekim eki almamıştır?

- A) I. B) II. C) III. D) IV. E) V.

ÇÖZÜM

I. sözcük, sırasıyla, üçüncü çoğul kişi, iyelik ve tamlayan eklerini; II. sözcük, iyelik ve bulunma durum eklerini; III. sözcük -di’li geçmiş zaman kip ekini; V. sözcük ise -miş’li geçmiş zaman kip ekini ve bu zamanın hikâye bileşiğini oluşturan eki (-di) almıştır ki bunlar çekim ekleridir. IV. sözcük ise bir adın, ad soylu başka bir sözcüğe (belirtece) dönüşmesini sağlayan “-ce” yapım ekini almıştır.

Yanıt: D

ÖRNEK 2

Türkçede aynı ek bir sözcükte yan yana kullanılmaz.

Aşağıdakilerin hangisinde altı çizili sözcük, bu kurala aykırı bir özellik göstermektedir?

- A) Bunların ikisi aynı değil.
B) Adamın birisini seni sordu.
C) Benden bu kadar, gerisi sana kalmış.
D) İçerisi çok havasız, bir cam açın.
E) Yumurtanın sarısu yağlı olur.

ÇÖZÜM

B’deki sözcüğü “adamın biri” biçiminde kullanmak bir ad tamlaması oluşturmaya yeterdi (adam-ın bir-i), ancak, “biri”, “kimi”, “hepi”, “evveli” gibi kim sözcüklere ikinci bir iyelik eki getirilebildiğini görüyoruz; bir-i-s-i, kim-i-s-i, hep-i-s-i, evvel-i-s-i, ayakkab-ı-s-ı, yüzbaş-ı-s-ı...

Yanıt: B

ÖRNEK 3

-i (-ı, -u, -ü) eki aşağıdaki altı çizili sözcüklerin hangisinde ötekilerden farklı görevde kullanılmıştır?

- A) Huyu hiç değişmedi yıllardır.
 B) Suyu boşa harcamayın.
 C) Tüyü dökülür bahara çıkarken.
 D) Soyu çok eskilere uzanıyor.
 E) Boyu bir yılda bu kadar uzadı.

ÇÖZÜM

“-i” eki çok işlek ve dolayısıyla çok değişik görevlerde kullanılabilen bir ektir. Sorumuzun A, C, D ve E’sindeki sözcükler bir ad tamlamasının tamlananı durumundadır (onun) huyu, (hayvanın) tüyü, (onun) soyu, (çocuğun) boyu. Oysa B’deki “su” sözcüğünde “belirtme durum eki” olarak kullanılmıştır: Neyi boşa harcamayalım? / Suyu.

Yanıt: B

2. YAPIM EKLERİ

Sözcük kök ya da gövdelerinden yeni sözcükler türetmeye yarayan ekler “yapım eki” denir. Bu ekler:

• Eklendikleri kök ve gövdelerin anlamlarında, bazen de hem anlamlarında hem de türlerinde değişiklik yaparlar.

Türk-**çe**, sanat-**çı**, yurt-**taş**, söz-**lük** (Bu sözcüklere gelen siyah dizili yapım ekleri adlardan yeni adlar türetmiştir. Sözcüklerin yalnızca anlamlarında değişiklik olmuştur.)

Bil-**gi**, sev-**inç**, çiz-**ik**, yaz-**ı** (Bu sözcüklerin aldığı siyah dizili ekler hem eylemlerin ad olmasını sağlamış hem de sözcüklerde anlam değişikliğine yol açmıştır.)

• Bir sözcükte birden çok yapım eki bulunabilir.

yap-**ım-cı**, göz-**lük-çü**, göz-**le-m-ci-lik**...

• Bir sözcükte yapım eklerinin önce, çekim eklerinin sonra geldiğini belirtmiştik.

sev-**im-li-ydi**, baş-**la-dı**... (siyah dizilenler yapım eki)

Yapım ekleri görevleri yönünden dörde ayrılır:

1. Addan (isimden) ad (isim) türeten ekler

- **-ci** : beste-ci, balık-çı, iş-çi, Atatürk-çü, ileri-ci...
- **-ce** : kolay-ca, dost-ça, ben-ce, ömrüm-ce...
- **-cik** : tepe-cik, ağaç-çık, zavallı-cık...
- **-deş** : çağ-daş, yurt-taş, ses-teş, tür-deş...
- **-li** : akıl-lı, koku-lu, Konya-lı, bura-lı, iki-li...
- **-lik** : kitap-lık, insan-lık, yalnız-lık, kış-lık, on-luk...
- **-men** : Türk-men, koca-man, küçü(k)-men...
- **-sel** : kum-sal, bitki-sel, kişi-sel, anıt-sal...
- **-siz** : tuz-suz, becerik-siz, yardım-sız, kimse-siz...
- **-()nci** : altı-ncı, sekiz-inci, elli yedi-nci...

Uyarı: “Addan ad yapan ek, sözüyle yalnızca “bir adı başka bir ad’a dönüştüren ek” akla gelmemeli. Bu sözden, ad soylu bir sözcükten başka bir ad soylu sözcük (sıfat, belirteç...) türetilbileceği anlaşılmalıdır: **Tuz** (ad) **tuz-lu** peynir (Yeni sözcük bir sıfattır.) **Güzel** (ad) **Güzel-ce** yıka! (Yeni sözcük bir belirteçtir.) **Kum** (ad), **kum-sal** (Yeni sözcük de addır.)

ÖRNEK 4

Aşağıdakilerin hangisinde “-lik (-lık, -luk, -lük)” ekiyle türeyen sözcük, ötekilerden farklı görevde kullanılmıştır?

- A) Herkese iyilik yapmak isterdi.
 B) Gençlik yılları sıkıntılı geçmişti.
 C) Dostluk ilişkilerine önem verir.
 D) Kışlık giysileri gözden geçirdik.
 E) Uzunluk ölçüsü birimi metredir.

ÇÖZÜM

A, B, C, E’deki sözcükler ad görevindedir. D’deki **kışlık** (giysi) sözcüğü ise bir adı niteleme görevini üstlendiğinden sıfattır.

Yanıt: D

ÖRNEK 5

Aşağıdakilerin hangisinde altı çizili sözcük yapım eki almamıştır?

- A) Kristal şekerlik masadaydı.
 B) Dedesi şekerciymiş.
 C) Bir bardak şekerli su istedi.
 D) Ben çayı şekersiz içerim.
 E) Şekeri azalttım, zayıflamalıyım.

ÇÖZÜM

E’deki “şeker-i” sözcüğü “belirtme durum eki” almıştır. Bu ekin, bir çekim eki olduğunu biliyoruz. Öteki sözcükler addan ad soylu sözcükler türeten ekler almıştır.

Yanıt: E

Uyarı:

1. Yapım eklerinin türettiği sözcüklerin görevleri soru konusu olabilir (bak. örnek 4).

2. Yapım eklerini alış sırasında sözcük, kök ya da gövdelerinde ses değişikliği (ünlü ya da ünsüz düşmesi...) olabilir. Bu ayrıntıyı yoklayan soru çikabilir.

iler-i-ledi → ilerledi (-i düşüyor)

yükse(k)-di → yükseldi (-k düşüyor)

2. Addan eylem (fiil) yapan ekler

- **-de** : kırır-da-, fokur-da- (yansımadan)...
- **-e** : kan-a-, boş-a-, yaş-a-...
- **-ik** : gec-ik-, ac-ik-, bir-ik-...
- **-le** : su-la-, baş-la-, iş-le-, yumurt(a)la-...
- **-len** : dil-len-, -ev-len-, huy-lan-...
- **-leş** : iyi-leş-, güzel-leş-, beyaz-laş-...
- **-()r** : sar(ı)-ar-, kız(ıl)ar-, kara-r-...

(sarı, kızıl gibi sözcüklerden “-()r” ekiyle; yumurta, içeri, ileri, sızı gibi sözcüklerden de “-le (-la)” ekiyle eylem türetildiğinde bu sözcüklerde ses değişimleri olduğuna dikkat ediniz.)

3. Eylemden (fiilden) eylem (fiil) türeten ekler

- **-()n** : oku-n-, söyle-n-, gör-(ü)n-...
- **-t** : ağla-t-, oku-t-, yıka-t-...
- **-()l** : kır-(ı)l-, çöz-(ü)l-, aç-(ı)l-...
- **-()r** : kaç-(ı)r-, taş-(ı)r-, düşün-(ü)r-...
- **-dir** : bil-dir-, çal-dır-, düşün-dür-...
- **-ele** : kov-ala-, it-ele-, eş-ele-...

4. Eylemden ad türeten ekler

- **-mek** : oku-mak, çalış-mak, sus-mak...
- **-me** : yürü-me, gül-me, bekle-me...
- **-iş** : yürü-y-üş, gül-üş, bekle-y-iş...
- **-gi** : sev-gi, al-gı, der-gi, at-kı...
- **-gin** : bil-gin, dal-gın, bez-gin...
- **-geç** : süz-geç, utan-gaç, üşen-geç...
- **-()k** : tara-k, yan-(ı)k, çürü-k...
- **-giç** : bil-giç, dal-giç, başlan-giç...

Uyarı: Yabancı sözcükler Türkçe kurallara göre türememişlerse, kendi dillerinde türemiş hatta bileşik bile olsalar, Türkçede “basit (kök)” sözcük sayılırlar: otomobil, televizyon, mektup, muharebe...

ÖRNEK 6

Aşağıdaki altı çizili sözcüklerden hangisinde “-()k” eki ötekilerden farklı bir görev üstlenmiştir?

- A) Pazar günü dükkânlar açıktı.
- B) Evin tüm ışıkları sönüktü.
- C) Arabanın birkaç yeri çiziktı.
- D) Adam bize akıllı gibi gözüktü.
- E) Taşın üzerindeki yazılar çok siliktı.

ÇÖZÜM

“-()k” ekinin eylemden ad (aç-ık, yan-ık) ve addan eylem (bir-ik-, gec-ik-) türetebildiğini biliyoruz. Buna göre D’de addan eylem türetildiği (“göz”den “gözükmek”) görülmektedir.

Yanıt: D

ÖRNEK 7

Aşağıdaki cümlelerin hangisindeki altı çizili sözcük, birden çok yapım eki almıştır?

- A) Ödül, sanatçının son eserine verildi.
- B) Bunları sizin sokaktaki çiçekçiden aldım.
- C) Kapıdaki nöbetçiye sizi sordum.
- D) Yarın tatlıcının önünde buluşacağız.
- E) Köşedeki balıkçıya taze balık gelmiş.

(1991–I)

ÇÖZÜM

A, B, C, E’de altı çizili sözcüklerde bir yapım eki vardır.

A’da sanat-çı-(n)in, B’de çiçek-çi-den, C’de nöbet-çi-(y)e, kök y.e. ç.e. kök y.e. ç.e. kök y.e. ç.e.

E’de balık-çı-(y)a, D’de ise tat-lı-çı-(n)in kök y.e. ç.e. kök y.e.y.e. ç.e.

sözcüğünde birden çok yapım eki vardır.

Yanıt: D

SÖZCÜKLERİN YAPILARI

Sözcüğün yapı bakımından incelenmesi, onun **basit** mi, **türemiş** mi, **bileşik** mi olduğunun belirlenmesidir.

Sözcükler yapısı bakımından üçe ayrılır:

1. Basit (kök) sözcükler

Bu konunun başında da değindiğimiz gibi, basit sözcükler “yapım eki almamış” sözcüklerdir. Bunların çoğu tek hecelidir (al-, ver-, el, yüz...); birden çok heceli köklerimiz azdır (boya, kanat, çiçek...)

2. Türemiş (gövde) sözcükler

En az bir yapım eki alan sözcüklerdir. Yukarıda yapım eklerini ve bunların sözcük türetmedeki işlevlerini inceledik. buna göre; türemiş bir sözcüğün addan ad’a (yalan → yalan-çı), addan eyleme (yalan → yalan-la-dı), eylemden eyleme (söyle- → söyle-t-), eylemden ad’a (kok- → kok-u) dönüşebildiğini biliyoruz.

• Türemiş sözcüklerin kökleriyle anlam ilgisi sürer: “sil-gi” silmekle, “kork-u” korkmakla, “ye-m” yemekle ilgilidir.

• Türemiş sözcük, önce eylemden ad’a sonra yeni bir ekle addan eyleme... dönüşebilir: “Sor-gu-la-dı” sözcüğünün kökü eylem, “sorgu” eylemden türemiş ad, “sorgula-” addan türemiş eylem.

ÖRNEK 8

Soluk yüzlü bir çocuk; şaşkın, korkulu gözlerle çevresini
I II III IV V
inceliyordu.

Bu cümledeki numaralanmış sözcüklerden hangisinin kökü ötekilerden farklı türdedir?

- A) I. B) II. C) III. D) IV. E) V.

ÇÖZÜM

I. sözcük "solmak" eyleminden, III. sözcük "şaşmak" eyleminden, IV. sözcük "korkmak" eyleminden, V. sözcük de çevirmek eyleminden (çevir-e → çevre) türemiştir. II. sözcük ise ad soylu bir sözcükten türemiştir.

Yanıt: B

Uyarı: Basit sözcükler gibi, türemiş sözcükler de çeşitli tür görevleri üstlenirler:

- **incelik, sayı, doğu, batı, doğum...** (ad)
- **yazlık** (ev), **sulu** (limon), **dolgun** (maaş)... (sıfat)
- **Yazın** (geldiler), **geceleyin** (gittik), **gelince** (arasın)... (belirteç)
- (Balık) **avladık**, (çok) **yaşa**, (köpeği) **gezdirdi**... (eylem)

3. Bileşik sözcükler

İki ya da daha çok sözcükten oluşan ve bir tek kavramı karşılamak üzere kaynaşmış kalıplaşmış sözcüklerdir. Yapıca "bileşik" olan sözcükler bitişik yazılır: ayakkabı, balık-hane, başparmak, cankurtaran, dedikodu, halbuki...

Bileşik sözcükler başlıca üç yoldan elde edilir:

a. Anlam kayması yoluyla

Bu durumda bileşik sözcüğü oluşturan birinci sözcük, ikinci sözcük ya da her iki sözcük öz anlamını yitirir.

- **Devekuşu**, **atesböceği**, **kepçekulak**, **dülgerbalığı**...

Bu örneklerde altı çizili sözcüklerde anlam kayması olmuştur.

- Hasta(**ha**)**ne**, doğu**mevi**, yer**elması**, kara**tavuk** (bir kuş)...

Bu örneklerde altı çizili sözcüklerin anlamı kaymıştır.

- **Dalkavuk**, **hanımeli**, **suçiçeği**, **vezirparmağı**...

Bu örneklerde ise, bileşiği oluşturan sözcüklerin ikisi de öz anlamından kaymıştır.

b. Ses değişimi yoluyla

Bu durumda bileşiği oluşturan sözcüklerden biri ses yitirir:

cuma+(e)rtesi → cumartesi

n(e)+asıl → nasıl

n(e)+için → niçin...

c. Sözcük türü değişimi yoluyla

Bu durumda eylemler başka eylemlerle ya da ad soylu sözcüklerle bitişerek ad ya da sıfat oluşturur.

- bilir+kişi → bilirkişi (eylem+ad)
- kül+bastı → külbastı (ad+eylem)
- kaç+göç → kaçgöç (eylem+eylem)
- vurdum+duymaz → vurdumduymaz (eylem+eylem)

ÖRNEK 9

Aşağıdaki bileşik sözcüklerden hangisi ötekilerden farklı bir yolla oluşturulmuştur?

- A) Biçerdöver B) Dedikodu C) Varyemez
D) Uyurgezer E) Varagele

ÇÖZÜM

A, B, D, E'deki sözcükler iki eylemin birleşmesiyle oluşmuş ad soylu sözcüklerdir. Oysa C'de bir ad ve bir eylem (var+yemez) bitişerek "cimri" anlamına gelen bir sözcük oluşturmuştur (varagele: Bir şeyi çekerek götürüp getirmeye yarayan halat).

Yanıt: C

ÖRNEK 10

Aşağıdakilerin hangisinde altı çizili sözcük bileşik sözcükten **türetilmemiştir**?

- A) Dedikoducu biridir o.
B) Yurttaşlık görevimi yerine getirdim.
C) Erken davranabilenler önlerde yer buldu.
D) Biraz hoşgörülü olabilsen...
E) Yurtseverlik, sorumluluk ister.

ÇÖZÜM

B'deki yurt-taş sözcüğü "-deş" ekiyle türemiş addır. Öteki sözcükler bileşik sözcüklerden türemiştir.

Yanıt: B

Uyarı:

1. Terimlerde bileşiği oluşturan sözcükler öz anlamlarını koruyabilir: açkırtay, bilirkişi, sözdizimi, sütdişi, altyapı...

2. Bileşiği oluşturan sözcükler tamlama özelliği gösterebilir ya da iki sözcüğün doğrudan doğruya bitişmesiyle ortaya çıkabilir:

- Kuşburnu, zeytinyağı, Çayeli... (ad tamlaması)
- Bozkır, Uludağ, Eskişehir, açıköz... (sıfat tamlaması)
- Atatürk, Çanakkale (iki adın kaynaşması)

3. Bileşik sözcüklere eklerin getirilişinde çeşitli durumlar görülür:

Adapazarı → Adapazarlı (-ı düşer)

Kuşadası → Kuşadalı (-sı düşer)

Hanımeli → hanımelleri ("hanımelliler" değil)...

ÖRNEK 11

Aşağıdaki bileşik sözcüklerden hangisi ötekilerden farklı bir tamlama özelliği göstermektedir?

- A) Kızıltoprak B) Kuşdili C) Acıbadem
D) Sarıyer E) Cevizlibağ

ÇÖZÜM

“B” de verilen bileşik sözcük ad tamlaması biçiminde, ötekiler sıfat tamlaması biçimindedir.

Yanıt: B

İKİLEMELER

İki sözcüğün yan yana kullanıldığı kalıp sözlerdir. İkilemeler bitişik yazılmaz, yapıcı “bileşik sözcük” sayılmaz.

Bunlar çeşitli biçimlerde oluşur:

- Sözcüklerin yinelenmesiyle
ağır ağır, azar azar, birer birer...
- Yansıma sözcüklerle:
çıtır çıtır, gümbür gümbür, patır kütür...
- Biri Türkçe, biri yabancı sözcüklerle:
kılık kıyafet, güçlü kuvvetli...
- Yabancı sözcüklerle
hal hatır, ayan beyan...
- Karşıt anlamlı sözcüklerle
iyi kötü, az çok, aşağı yukarı...
- Yakın anlamlı sözcüklerle
Yalan yanlış, özene bezene, ev bark...
- “m”li tekrarlarla
Çocuk mocuk, defter mefter...
- Tamlamalarla
Tövbeler tövbesi, aslanlar aslanı...

ÖRNEK 12

Aşağıdakilerin hangisinde, “basit sözcüklerden oluşan ikileme” vardır?

- A) Evde kırık dökük birkaç eşya vardı.
B) Şehri baştan başa gezmişler.
C) Türlü türlü hediyeler almışlar.
D) İnişli çıkışlı bir yaşam sürdürdüm.
E) Yemeklerden azar azar aldım.

ÇÖZÜM

A’daki kır-ık dök-ük, C’deki tür-lü tür-lü, D’deki in-iş-li çık-ış-lı, E’deki az-ar az-ar türemiş sözcüklerle kurulmuş ikilemelerdir. B’deki baş-tan baş-a ikilemesi ise yalnızca çekim eki alan sözcüklerle kurulmuştur.

Yanıt: B

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Aşağıdakilerin hangisinde “-gen (-gan)” ekini alan sözcük, tür yönünden ötekilerden farklı görevdedir?

- A) Tavşan da kemirgenlerdendir.
B) Sen çok saldırgansın, dedi bana.
C) Evin çevresini ısırgan otları basmış.
D) En çalışkanımız Burcu’ydu.
E) Çekingen öğrencilerle ilgileniyordum.

ÇÖZÜM

“-gen” ekiyle türemiş sözcükler A, B, C, D’de ad görevinde, E’de ise sıfat görevinde kullanılmıştır.

Yanıt: E

2. Aşağıdakilerin hangisinde altı çizili sözcük, “yapım eki” almıştır?

- A) Yazı yaylada geçirdik.
B) Tozu dumana kattı kamyonlar.
C) Sözü evirip çevirmeden söyle.
D) Gezi yarın başlıyor.
E) Kızı sınavı kazanmış.

ÇÖZÜM

Yalnızca altı çizili sözcükleri değil de cümleleri okuyunca anlıyoruz ki A, B, C’deki sözcükler “belirtme (-i) durum eki” almış; E’deki sözcük iyelik eki (onun kızı) almıştır ve bunlar yapım eki değildir. Yapım eki alan sözcük “gez-i” sözcüğüdür. “-i” eki eylemden ad türetmiştir.

Yanıt: D

3. Aşağıdaki altı çizili sözcüklerden hangisi hem yapım eki hem çekim eki almıştır?

- A) Bu ağaca yüzlerce kuş konardı.
B) Gece yarısına doğru ışıklar sönerdi.
C) Bilek güreşinde herkesi yenerdi.
D) Çıldır Gölü kışın donardı.
E) Küçükken sık sık burnum kanardı.

ÇÖZÜM

A, B, C, D’de “kon-“, “sön-“, “yen-“, “don-“ eylemlerinin geniş zamanının hikâye bileşik çekimi yapılmıştır. “-ar” (geniş zaman eki), -dı (hikâye bileşik zaman eki) birer çekim ekidir. E’deki sözcükte ise önce “kan” sözcüğünden “kana” mak eylemi türetilmiş, sonra da eylem geniş zamanın hikâye bileşiği ile çekimlenmiştir: Kan-a-r-dı.

Yanıt: E

4. Aşağıdakilerin hangisinde “-ki” eki ötekilerden farklı görevde kullanılmıştır?

- A) Evdeki hesap çarşıya uymaz.
B) Sabahki çay pek güzeldi.
C) Karşıkı bayırda bir çam ağacı vardı.
D) O günkü toplantıya ben katılamadım.
E) Sizininki bizim arabadan daha lüks.

ÇÖZÜM

“-ki” eki A, B, C, D’de olduğu gibi sıfat türetebilir ya da E’de olduğu gibi ilgi adlı olarak kullanılabilir. sizinki = sizin ev(iniz).

Yanıt: E

5. Değişik boyuttaki sarkıt ve dikitler, doğal birer anıt gibi, mağaranın içlerine gitmeye geçit vermiyor.

Bu cümledeki numaralanmış sözcüklerin hangisi, ötekilerden farklı bir kökten türetilmiştir?

- A) I. B) II. C) III. D) IV. E) V.

ÇÖZÜM

Böyle sorularda sözcüklerin köklerine inip onun bir eylem mi, yoksa ad soylu sözcük mü olduğuna bakmalıyız. boyut, sarkıt, dik-it, an-it, geç-it sözcüklerinde eklerden önceki heceler incelenirse “boy-ut” dışındakilerin eylem kökü olduğu kolayca görülür.

Yanıt: A

6. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde, “yansıma”dan türemiş eylem yoktur?

- A) Gök gürlüyor, yağmur yağabilir.
B) Niye ikide bir masayı tıkratıyorsun?
C) Arabanın ön camı çatlamış mı?
D) Çöp bidonu gürültüyle yuvarlandı.
E) Deprem sırasında bina çatırdadı.

ÇÖZÜM

A’da “gürlüyor”, “gür” sesinden türemiş eylemdir. B’de “tıkrır” sesinden, C’de “çat” sesinden, E’de “çatır” sesinden türemiş eylemler var. D’de de, yansımadan türemiş bir sözcük var (gürültüyle); ama bu, eylem değil.

Yanıt: D

7. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde altı çizili sözcük, işlevi bakımından ötekilerden farklı bir ek almıştır?

- A) O güzelim kadın, sararıp solmuştu.
B) Senin güzelim yemeklerini çok özledim.
C) Güzelim araba nasıl da hurdaya dönmüş.
D) Biz görmeyeli güzelim ev ne hale gelmiş.
E) Ben senden daha güzelim diye övünüyordun.

ÇÖZÜM

A, B, C, D’deki sözcüklerde “-im” eki bir yapım eki gibi görev yapmış ve adları niteleyen sıfatlarda yer almıştır. E’deki “-im” eki ekeylemdir. Güzelim, iyiyim, doğruyum, çalışkanım...

Yanıt: E

8. “-ci” eki, aşağıdaki altı çizili sözcüklerin hangisinde, “mesleği, bir araç gerece bağlı kişi” anlamında bir sözcük türetmiştir?

- A) Fizikçi gelecek ders sözlü yapacaktı.
B) Yarıyıl tatilinden sonra sabahçı oldular.
C) Çocukları iğneci geliyor diye korkuturlardı.
D) İyi bir hukukçu olmak için çalışıyordu.
E) Simitçi yine avazı çıktığı kadar bağıırıyordu.

ÇÖZÜM

“-ci” eki iş, meslek adları, bir şeye düşkün olma, bir şeyi alışkanlık, huy edinme; bir düşünceye, felsefeye yandaş olma... anlamına gelen sözcükler türetebilir. Sorumuzun seçeneklerinde “-ci” ile türeyen sözcükler iş, meslek adları türetmiş, C’de işini bir araç gereçle (iğne, enjektör) yürüten biri söz konusu.

Yanıt: C

9. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde altı çizili bileşik sözcük, belirtisiz ad tamlamasından oluşmamıştır?

- A) Son yıllarda uluslararası gerginlik azaldı.
B) Üzerinde kavuniçi bir elbise vardı.
C) Marketten kuşbaşı et almasını istedi.
D) O olaydan sonra cancığer arkadaş oldular.
E) Vitrindeki camgöbeği kumaşı çok beğendim.

ÇÖZÜM

A, B, C, E’deki altı çizili bileşik sözcükler belirtisiz ad tamlaması biçimindedir. D’deki “cancığer” sözcüğü ad tamlaması değildir. Burada iki ad, aitlik ilgisi kurulmadan yan yana getirilmiştir.

Yanıt: D

KONU TESTİ

1. Sarışın bir kurda benziyordu
I
Yürüdü uçurumun başına kadar
II
Bıraksalar
III
Karanlıkta akan bir yıldız gibi kayarak
IV V
Kocatepe'den Afyon Ovası'na atlayacaktı
- Bu dizelerdeki numaralanan sözcüklerin hangisinde, hem yapım hem çekim eki vardır?**
- A) I. B) II. C) III. D) IV. E) V.
2. "-mez" eki, aşağıdaki cümlelerin hangisinde, ötekilerden farklı bir işlevde kullanılmıştır?
- A) Silinmez bu karayazım, neylesem bilmem.
B) Görünmez kaza; durduğu yerde bacağınan oldu.
C) Sanatçı ölmez eserler bırakmıştı geriye.
D) Kurşun geçirmez arabaya binip uzaklaştı.
E) Utanmaz Adam, bu dönemin ünlü karikatürüydü.
3. "-ecek (-acak)" eki, aşağıdaki altı çizili sözcüklerden hangisinde farklı bir işlevde kullanılmıştır?
- A) Ankara'ya gidecek yolcular hazırlansın.
B) Evde hiç içecek su kalmamış mı?
C) Görecek günler var daha, dedi.
D) Geçen hafta evde hiç yakacak odun yoktu.
E) Borcumun hepsini silecek defterden.
4. Belirtisiz ad tamlaması biçiminde oluşmuş yer adlarına "-li" eki getirilirse, addaki iyelik eki düşer.
- Aşağıdakilerden hangisinde, bu açıklamayı örneklendiren bir kullanım vardır?**
- A) Eskişehirli bir genç yarışmada birinci olmuş.
B) Akhisarlı olduğunu niçin söylemedi bana?
C) Kırkağaçlı bir arkadaşım vardı o yıllarda.
D) Kuşadalı dostlarım beni ziyarete gelmişler.
E) Gaziantep'li acılı yemekleri çok severler.

5. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde "-im" eki, ötekilerden farklı görevdedir?
- A) Sergideki resimlerin hepsi benim.
B) Onun en yakın arkadaşı benim.
C) Sınıfın en başarılı öğrencisi benim.
D) Benim, yıllardır senin kahrını çeken.
E) Onu arayan benim, demiştim sana.
6. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde altı çizili sözcük, yapıcı ötekilerden farklıdır?
- A) Sesimizin güzelliğiyle herkesi büyüledik.
B) Sessizliğin içinde huzur vardır.
C) Türkçe, sesçil bir dildir.
D) Yazılış ve söylenişleri aynı, anlamları ayrı sözcüklere sesteş sözcükler denir.
E) Sesli harflerin dördü kalın, dördü incedir.
7. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde eylem, yapıcı ötekilerden farklıdır?
- A) Bizi arabasıyla iki gün gezdirmişti.
B) Eşyayı kazasız belasız depoya indirmişti.
C) Bu evi, çok sıkıntı çekerek yaptırmıştı.
D) Oğlu, misafirleri görünce çok şımarmıştı.
E) Nefis kahvesinden ikişer fincan içirmişti.
8. "-()" eki, aşağıdakilerden hangisinde eklendiği sözcükte ses değişikliğine yol açmıştır?
- A) Günler kısalıyor.
B) İnceldiği yerden kopsun, dedi.
C) Dalgalı deniz duruldu.
D) Halkın gözünde gittikçe yüceliyor.
E) Saçları iyice seyrelti.

9. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde altı çizili sözcük, yapı bakımından ötekilerden farklıdır?

- A) Üzerinde kahverengi bir gömlek vardı.
 B) Pazartesi günü köyde olacağını söyledi.
 C) Yalvardılar, gözdağı verdiler, yine olmadı.
 D) Bu yazı da yapayalnız geçirdi zavallı.
 E) Her sabah bir bardak kuşburnu çayı içerdi.

10. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde altı çizili sözcük, eylemden türemiş bir ad değildir?

- A) Bu yıl yağışlar erken başladı.
 B) Sınavdaki sorular çok zordu.
 C) Dalgıçlar son hazırlıklarını yapıyorlardı.
 D) Güneşin doğduğu yöne doğu demişiz.
 E) En çok sevdiği varlık, çocuğuydu.

11. Aşağıdaki cümlelerden hangisinde, bileşik sözcük yoktur?

- A) Aradan birkaç gün geçtikten sonra tohumlar yerşermeye başladı.
 B) Montaigne'in düşünceleri bugün de yaşadığı için Montaigne yaşıyor.
 C) İnsanlar orada niçin toplanmışlar, diye delikanlıya sordu.
 D) Arkadaşımın kalbini kırdığım için, kendimi affedemiyordum.
 E) Hırsızlar, güpegündüz soymuşlar evi.

12. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde, bileşik sözcüğe çoğul ekinin ulanışı sırasında yanlılık yapılmıştır?

- A) Bazı açıkgozler için halkın çileli zamanı vurgun zamanıdır.
 B) Çiçek açan hanımeli, güller, yaseminler, filbahariler bahçeyi cennete çevirmişti.
 C) Kimi uyurgezerler uyandııkları zaman yaptıkları hiçbir şeyi anımsamaz.
 D) Mağazaların vitrinlerini süsleyen buzdolapları artık yoksulların bile ilgisini çekmiyor.
 E) Asmaları ablukaya alan eşekarıları kimsenin yaklaşmasına izin vermiyordu.

13. Bu eserde doğru tanımlar yapılmamış, bazı kavramlar bulanık anlatımlarla birbirine karıştırmıştır.

Bu cümledeki numaralanmış sözcüklerden hangisi, farklı yapıdadır?

- A) I. B) II. C) III. D) IV. E) V.

14. Aşağıdaki cümlelerin hangisinde altı çizili sözcük, farklı türde bir kökten türemiştir?

- A) İşçi emeklilerinin maaşları yakında ödenecekmiş.
 B) Oldukça zengin bir kitaplığın varmış.
 C) Bitkilerin de ayrı bir dünyası olmalı.
 D) Yeni bir güne başlamak çok güzel.
 E) Aynı meslekten olanlara meslektaş denir.

15. Halamın, hanımellerinin gölgelediği bahçesinde aslan anağızları çıldırılmışçasına açardı. O evi çok sevdim. Halam kuşüzümlü pilavı, imambayıldıyı çok güzel yapardı. Eniştem balıksırtı ceketini giymeden, kravatını takmadan sokağa çıkmazdı.

Bu parçada numaralanan bileşik sözcüklerden hangisi yapım eki almıştır?

- A) I. B) II. C) III. D) IV. E) V.

16. Sesteş sözcükler "ikili kök (ortak kök)" sayılmaz; aralarında anlam ilgisi olan ve hem ad, hem eylem özelliği gösteren sözcükler "ikili kök"tür (Ör: güven, ekşi...).

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi "ikili kök" sayılır?

- A) Boya B) Yağ C) At D) Gül E) Sol

1.B 2.A 3.E 4.D 5.A 6.A 7.D 8.E 9.D 10.E 11.E 12.B 13.A 14.C 15.C 16.A

ELEKTROSTATİK VE ELEKTRİK AKIMI

A. ELEKTROSTATİK

1. ELEKTRİKLENME VE ELEKTRİK YÜKLERİ

Temiz, kuru saçlar plastik bir tarakla tarandığında plastik tarak küçük kağıt parçalarını çekebilir. Sentetik ve yünlü giysiler çıkarılırken çıtırtılı sesler duyarız. Şimşek çakması, yıldırım düşmesi gibi yukarıda saydığımız tüm olaylar maddelerin elektriklenmesi sonucunda oluşur. **Elektriklenme**, maddelerin elektrik yükü ile yüklenmesidir. Elektriklenme olayı, atomların yapısında bulunan (+) yüklü protonlar ile (-) yüklü elektronlardan kaynaklanır. Cisimler arasında yük alışverişi, (-) yüklerin hareketi ile sağlanır.

a. Nötr (Yüksüz) Cisim

Üzerinde (+) yük sayısı, (-) yük sayısına eşit olan cisimlere **nötr cisim** denir.

b. Negatif (- Yüklü) Cisim

Elektron alarak, üzerindeki (-) yük sayısını (+) yük sayısına göre artıran cisimlere **negatif yüklü cisim** denir.

c. Pozitif (+ Yüklü) Cisim

Elektron vererek, üzerindeki (-) yük sayısını, (+) yük sayısına göre azaltan cisimlere **pozitif yüklü cisim** denir.

d. İletken Cisimler

Elektrik yüklerini üzerinden geçiren demir, nikel, bakır gibi cisimlere **iletken cisimler** denir. Metaller iyi iletken maddelerdir. Metallerin elektrik iletkenliği, metallerin üzerindeki serbest elektronların hareketiyle gerçekleşir.

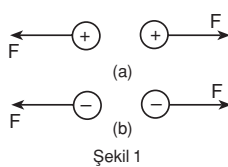
e. Yalıtkan Cisimler

Üzerinde çok az sayıda serbest elektron bulunan, elektrik yüklerini geçirmeyen cam, plastik, kauçuk, porselen gibi cisimlere **yalıtkan cisimler** denir.

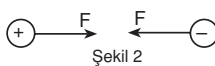
2. ELEKTRİKLENME ÇEŞİTLERİ

Maddeler sürtünmeyle, etkiyle ve dokunmayla olmak üzere üç şekilde elektriklenirler.

Elektriklenme sırasında aynı cins elektrik yüküyle yüklenen cisimler birbirini iter (Şekil 1).



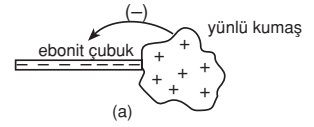
Elektriklenme sırasında zıt cins elektrik yüküyle yüklenen cisimler birbirini çeker (Şekil 2).



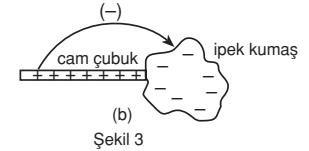
I. Sürtünme ile Elektriklenme

Birbirine sürtülen nötr cisimlerden biri (-) yük kaybederken, diğeri aynı miktarda (-) yük kazanır. (-) yük kaybeden cisim (+) yükle yüklenirken, (-) yük kazanan cisim (-) yükle yüklenir.

a. Sürtünme ile elektriklenen iki cisimden biri (+), diğeri (-) yüklüdür (Şekil 3 (a)).



b. Sürtünme ile elektriklenen iki cisimden birinin (+) yük sayısı, diğere (-) yükü sayısına eşittir (Şekil 3 (b)). Cam, ebonit vb. cisimler kumaşa sürtüldüğünde elektrik yüklenirler.



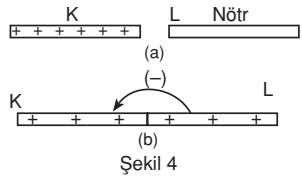
Şekil 3

Bu şekilde ortaya çıkan elektrik yüklerine **durgun (statik) elektrik** denir.

c. Hem yalıtkan hem de iletken cisimler sürtünme ile elektriklenebilirler.

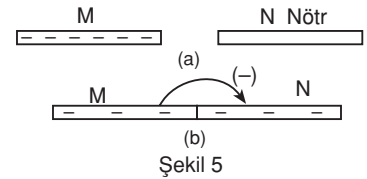
II. Dokunma ile Elektriklenme

Elektrikle yüklü iletken bir cisim, yüksüz iletken başka bir cisme dokundurulursa, her iki cisim Şekil 4 ve 5 teki gibi aynı tür elektrik yükü ile yüklenir.



Şekil 4

Şekil 4 te L den K ye (-) yük geçmiştir. Şekil 5 te M den N ye (-) yük geçmiştir.

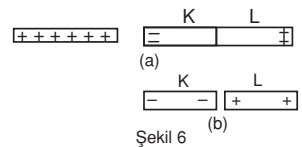


Şekil 5

İletken maddeler birbirine dokundurulduğunda, (-) yük alışverişinde bulunurlar. Birbirine dokundurulan cisimlerin, dokunmadan önceki yüklerinin toplamı, dokunmadan sonraki yüklerinin toplamına eşittir. Buna **yüklerin korunumu yasası** denir.

III. Etki ile Elektriklenme

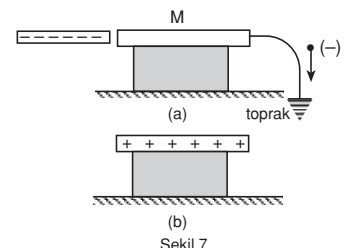
(+) elektrik yüklü bir cisim, yüksüz, iletken, birbirine bitişik K ve L çubuklarına dokundurulmadan Şekil 6 daki gibi yaklaştırılınca, (+) yüklü çubuğa yakın uç (-), uzak uç (+) yüklü olur.



Şekil 6

Daha sonra Şekil 6 (b) deki gibi yalıtkan aracılığıyla ayrılan çubuklardan K (-) ve L (+) yüküyle yüklenir.

Topraklanmış nötr bir iletken olan M çubuğuna (-) yüklü bir çubuk yaklaştırıldıktan sonra Şekil 7 deki gibi M çubuğu topraklanırsa, M çubuğundan toprağa (-) yük geçer. Yük

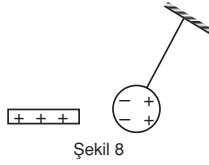


Şekil 7

geçişini tamandıktan sonra, toprak bağlantısı kesilip (-) yüklü çubuk uzaklaştırılırsa, nötr M çubuğu (-) yük kaybettiğinden (+) yüklerle yüklenir.

Bu olaya **etkiyle elektriklenme** ya da **elektrostatik indüksiyon** denir.

(+) yüklü bir cisim, yüksüz bir iletken cisme yaklaştırılınca (-) yükleri çeker. Yüksüz cismin (+) yüklü cisme yakın olan tarafı (-), uzak olan tarafı (+) elektrik yüküyle yüklenir. Bunun sonucu **elektrik yüklü cisim, nötr cismi çeker** (Şekil 8).



Şekil 8

a. Etki ile elektriklenme, etki eden cisim var oldukça devam eder.

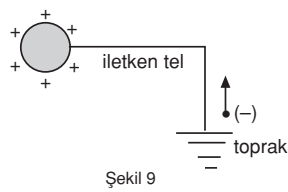
b. Etki ile elektriklenmede başlangıçta yüksüz olan cismin, etkileyen cisme yakın olan tarafı etkileyen cisimle zıt cins elektrikle, uzak olan taraf ise etkileyen cisimle aynı cins elektrikle yüklenir.

Uyarı: Katı maddelerin elektriklenmeleri sırasında, sadece negatif yükler (elektronlar) hareket eder. (+) yükler (protonlar), hareket etmez. Sıvı ve gaz çözeltilerinde hem (+) hem de (-) yükler (iyonlar) hareket eder.

3. TOPRAKLAMA

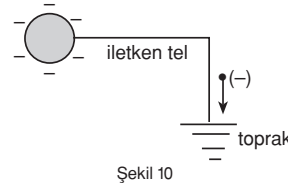
Yüklü bir cisim, iletken bir telle toprağa bağlanırsa yüksüz olur. Bu olaya **topraklama** denir.

a. (+) yüklü bir cisim iletken telle toprağa bağlandığında, topraktan (-) yükler gelir, cisim nötr olur (Şekil 9).



Şekil 9

b. (-) yüklü bir cisim toprağa iletken telle bağlandığında, (-) yükler toprağa akar, cisim nötr olur (Şekil 10).

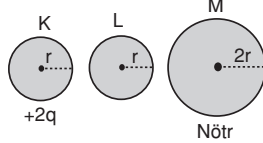


Şekil 10

ÖRNEK 1

Şekilde yarıçapları verilen K, L ve M kürelerinden, K nin ilk yükü +2q, M ise yüksüzdür. K, L ve M küreleri aynı anda birbirlerine dokundurularak ayrıldığında K küresinin yükünün değişmediği gözleniyor.

Buna göre, L küresinin ilk ve son yükü nedir?



	İlk yükü	Son yükü
A)	+4q	-4q
B)	-2q	+2q
C)	+6q	+2q
D)	+4q	-2q
E)	+2q	-6q

ÇÖZÜM

İletken küreler birbirine dokununca, üzerlerindeki toplam yükü, yarıçapları ile orantılı olarak paylaşırlar. K küresinin son yükü +2q ise L küresinin son yükü de yarıçapı K ninkine eşit olduğundan +2q, M küresinin son yükü ise ya-

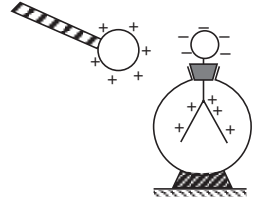
rıçapı 2r olduğundan +4q olur. Kürelerin üzerindeki son yüklerin toplamı +8q dur. Kürelerin ilk yükleri toplamında +8q olması için L küresinin ilk yükü +6q olmalıdır.

Yanıt: C

4. ELEKTROSKOP

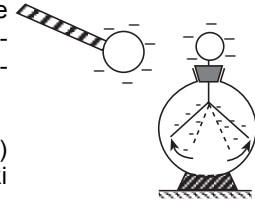
Bir cismin yüklü olup olmadığını veya yüklü cismin hangi türde elektrikle yüklü olduğunu anlamak için kullanılan araçtır. Elektroskop yüklü ise elektroskopun yaprakları açık, elektroskop yüksüz ise elektroskopun yaprakları kapalıdır.

a. Yüklü bir cisim, yüksüz bir elektroskopun topuzuna yaklaştırıldığında, elektroskopun yaprakları cisimle aynı cins, topuzu ise cisimle zıt cins elektrik yükü ile yüklenir (Şekil 11).



Şekil 11

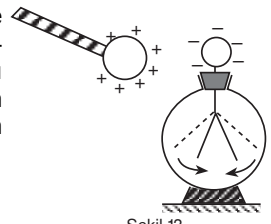
b. Yüklü bir cisim, aynı cins elektrikle yüklü elektroskopun topuzuna yaklaştırıldığında, elektroskopun yaprakları biraz daha açılır.



Şekil 12

Şekil 12 te (-) yüklü cisim, (-) yüklü elektroskopun topuzundaki (-) yükleri yapraklara iter. Yapraklarda (-) yükler çoğaldığından yapraklar daha çok açılır.

c. Yüklü bir cisim, zıt cins elektrikle yüklü bir elektroskoba yaklaştırıldığında, elektroskopun yaprakları biraz kapanabilir ya da tamamen kapanabilir ya da kapandıktan sonra tekrar açılabilir (Şekil 13).



Şekil 13

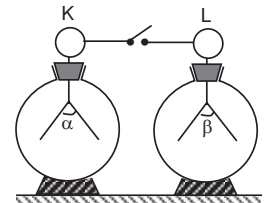
Şekil 13 te (+) yüklü cisim, (-) yüklü elektroskopun yapraklarındaki (-) yükleri elektroskopun topuzuna doğru çeker. Yapraklar biraz veya tamamen kapanır ya da kapanıp tekrar açılır.

ÖRNEK 2

Özdeş K ve L elektroskoplarının yaprakları arasındaki açılar $\alpha > \beta$ dir.

Elektroskopların topuzlarını birleştiren iletken tel üzerindeki anahtar kapatıldığında

- α azalır, β artar.
- α azalır, β değişmez.
- α azalır, β azalır.



yargılarından hangileri doğru olabilir?

- Yalnız I
- I ya da II
- I ya da III
- II ya da III
- I ya da II ya da III

ÇÖZÜM

Özdeş elektroskoplarda, $\alpha > \beta$ olmasının nedeni K elektroskopunun yük miktarının, L elektroskopunkinden fazla olmasıdır. K ve L elektroskoplarında elektrik yüklerinin cinsleri hakkında ise yorum yapılamaz.

Her iki elektroskopun yükü aynı cins ise anahtar kapatılınca yükleri eşit paylaşacaklarından, α azalacak, β artacaktır. Her iki elektroskopun yükleri zıt cins ise anahtar kapatılınca her ikisi de K elektroskopunun yükü ile yüklenir. L elektroskopunun yük işareti değişeceğinden, yaprakları tamamen kapanıp sonra tekrar açılır.

Buna göre, α azalırken L elektroskopunun yaprakları kapanıp tekrar açıldığında L elektroskopunun yaprakları, β dan daha az açılabilir. β kadar açılabilir. β dan daha çok açılabilir.

Yanıt: E

5. YÜK MİKTARI VE ELEMANTER YÜK

Yüksüz (nötr) bir cisimde, negatif ve pozitif yüklü taneciklerin etkileri birbirini yok eder. Yüklü bir cisimde ise etkisi yok edilmemiş pozitif veya negatif tanecik fazlalığı vardır. Pozitif yüklü tanecikler proton, negatif yüklü tanecikler elektrondur. Elektrik yükü birimi, **Coulomb** (kulon) dur ve **C** sembolü ile gösterilir. En küçük elektrik yükü, **elementer yük** tür ve e.y sembolü ile gösterilir.

$1 \text{ e.y} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ dur.

Herhangi bir **q** elektrik yükü elementer yükün tam katları şeklindedir. $q = \pm n \cdot e$ ($n =$ pozitif tamsayıdır.)

ÖRNEK 3

Bir cismin elektrik yükü, aşağıdakilerden hangisi olmaz?

(e: Bir elementer yük miktarıdır.)

- A) $-2e$ B) $-15e$ C) $-3,5e$ D) $-8e$ E) $-20e$

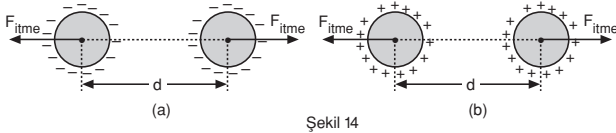
ÇÖZÜM

Bir cismin elektrik yükü, bir elektronun, ya da bir protonun yükünün tam katları olur. Bu nedenle $-3,5e$ olamaz.

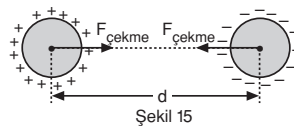
Yanıt : C

6. ELEKTRİKSEL KUVVET

Aynı cins elektrik yükleri Şekil 14 te (a) ve (b) deki gibi birbirini iter.



Zıt cins elektrik yükleri Şekil 15 teki gibi birbirini çeker.



Coulomb Yasası : Elektrik yüklü cisimler birbirlerine yüklerinin çarpımıyla doğru orantılı, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak kuvvet uygular. Bu kuvvete elektriksel kuvvet denir.

Yüklü cisimler arasındaki elektriksel kuvvetin büyüklüğü;

a. Cisimlerin yüklerinin büyüklüğü (q_1 ve q_2) ile doğru

orantılıdır.

b. Yüklü cisimlerin arasındaki uzaklığın karesi (d^2) ile ters orantılıdır.

c. Yüklü cisimler arasındaki ortama bağlıdır.

Şekil 16 da aralarında d uzaklığı bulunan $+q_1$ ve $+q_2$ yüklerinin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvet;



$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$ dir.

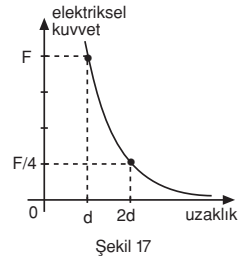
Elektriksel kuvvetin F büyüklüğü ise,

$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$ bağıntısıyla bulunur.

Bu bağıntıdaki k Coulomb sabiti olup

$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ dir.

Elektriksel kuvvetin d uzaklığına bağlı olarak grafiği Şekil 17 deki gibidir.



Birim Tablosu

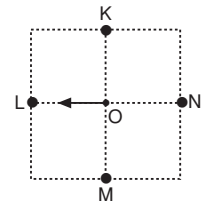
Nicelik	Elektrik yükü	Uzaklık	Elektriksel kuvvet
Sembol	q	d	F
Birim	C	m	N

ÖRNEK 4

Aynı cins elektrikle yüklü noktasal cisimler K, L, M, N, O noktalarında tutulmaktadır.

O noktasındaki cisim serbest bırakıldığında ok yönünde hareket ettiğine göre,

- L noktasındaki cismin yükü N dekinden azdır.
- M noktasındaki cismin yükü K dekinde eşittir.
- K noktasındaki cismin yükü N dekinden büyüktür.



yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

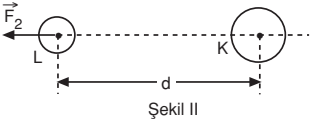
ÇÖZÜM

K, N, M, L ve O daki noktasal yükler aynı cins olduğundan birbirlerini iterler. Cismin ok yönünde hareket edebilmesi için, N deki yükün O daki yüke uyguladığı itme kuvvetinin, L deki yükün O daki yüke uyguladığı itme kuvvetinden büyük; K deki yükün O daki yüke uyguladığı itme kuvvetinin, M deki yükün O daki yüke uyguladığı itme kuvvetine eşit olmalıdır. Buna göre, $q_N > q_L$ ve $q_K = q_M$ dir. K noktasın-

daki yükün miktarı q_K ile N deki yük miktarı q_N ise karşılaştırılmaz.

Yanıt : B

ÖRNEK 5



Şekil I deki iletken K, L kürelerinin yarıçapları sırasıyla $2R, R$; elektrik yüklerinin büyüklüğü de q dur. Küreler Şekil I deki konumda tutulurken, L ye uygulanan elektriksel kuvvet \vec{F}_1 dir. Küreler birbirine dokundurulduktan sonra Şekil II deki konuma getirildiğinde ise L ye uygulanan elektriksel kuvvet \vec{F}_2 oluyor.

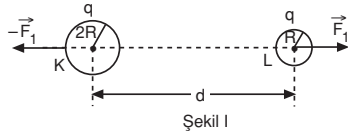
Buna göre, bu kuvvetlerin büyüklüklerinin $\frac{F_1}{F_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{9}{8}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{2}$
(2005-ÖSS)

ÇÖZÜM

q yüklü K ve L küreleri birbirini Şekil I deki gibi

\vec{F}_1 kuvvetiyle ittiklerine göre ikisi de aynı cins elektrik yüklüdür. \vec{F}_1



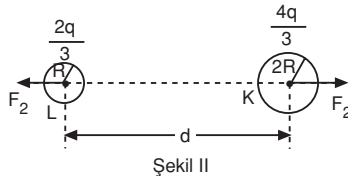
kuvvetinin büyüklüğü $F_1 = k \frac{q_K \cdot q_L}{d^2} = k \frac{q^2}{d^2}$, K ve L birbirine

dokundurulunca toplam $2q$ yükü yarıçaplarıyla orantılı olacak şekilde elektrik yüklü olurlar. K ve L nin son yükleri,

$$q_K' = 2q \cdot \frac{2}{3} = \frac{4q}{3}$$

$$q_L' = 2q \cdot \frac{1}{3} = \frac{2q}{3} \text{ olur.}$$

K ve L küreleri birbirine dokundurulduktan sonra Şekil II deki konuma getirildiğinde yine aynı cins elektrikle yüklü olduklarından birbirlerini



yine iterler. \vec{F}_2 kuvvetinin büyüklüğü,

$$F_2 = k \frac{\frac{4q}{3} \cdot \frac{2q}{3}}{d^2} = \frac{8}{9} k \frac{q^2}{d^2} \text{ olur.}$$

$F_1 = 1$ birim ise, $F_2 = \frac{8}{9}$ birim büyüklükte olacağından

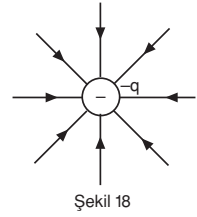
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{8/9} = \frac{9}{8} \text{ bulunur.}$$

Yanıt : C

7. ELEKTRİKSEL ALAN

Bir elektrik yükünün, elektriksel kuvvet etkisini gösterdiği alana, o yükün **elektriksel alanı** denir. Yüklü bir cismin bir noktadaki elektriksel alanı, bu noktaya konulan pozitif birim yüke etkileyen elektriksel kuvvettir. Bir elektrik yükünün veya elektrikle yüklü bir cismin etrafındaki elektriksel alanın varlığı, kuvvet çizgileri ile gösterilir.

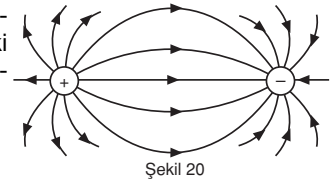
Negatif (-) yüklü bir kürenin etrafındaki elektrik alanının kuvvet çizgileri Şekil 18 deki gibidir.



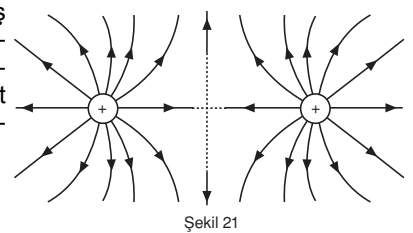
Pozitif (+) yüklü bir kürenin etrafındaki elektrik alanının kuvvet çizgileri Şekil 19 deki gibidir.



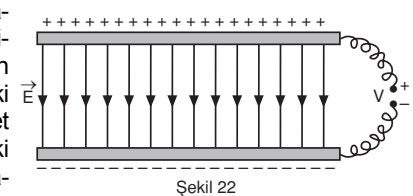
Karşılıklı konulmuş zıt yüklü iki kürenin etrafındaki elektrik alanının kuvvet çizgileri Şekil 20 deki gibidir.



Karşılıklı konulmuş pozitif yüklü iki kürenin etrafındaki elektrik alanının kuvvet çizgileri Şekil 21 deki gibidir.



Bir üretcin kutuplarına bağlanan birbirine paralel iki iletken levhanın arasındaki elektrik alanının kuvvet çizgileri Şekil 22 deki gibidir. Levhalar arasında elektrik alanının



çizgileri birbirine paralel olup bu elektrik alanına **düzgün elektrik alanı** denir. Düzgün elektrik alanının içindeki tüm noktalarda elektrik alanlar birbirine eşittir.

B. ELEKTRİK AKIMI

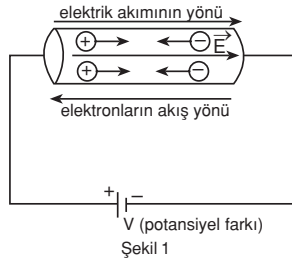
1. ELEKTRİK AKIMI

Bir iletkenin iki ucu, bir üreticinin kutuplarına şekildeki gibi bağlanırsa iletkenin uçları arasında potansiyel farkı oluşur. Bu potansiyel farkı, iletkenin içinde pozitif (+) kutuptan, negatif

(-) kutba yönelen \vec{E} elektriksel alanı oluşturur. Elektrik alanı

içindeki serbest yüklere etki eden \vec{F} elektriksel kuvvetinin etkisi ile elektrik yükleri iletkenin içinde hareket eder. Bu yük akışına **elektrik akımı** denir (Şekil 1).

Elektrik akımı katılarda serbest elektronlar, sıvılarda iyonlar, gazlarda ise serbest elektronlar ve iyonların hareketi ile oluşur.



Şekil 1

Bir devrede herhangi bir kesitten birim zamanda geçen yük miktarına akım şiddeti denir. Akımın yönü elektriksel alanla aynı olup (+) kutuptan, (-) kutba doğrudur.

Akım şiddeti i sembolü ile gösterilir.

Elektrik akımı,

$$i = \frac{q}{t} \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

Birim Tablosu

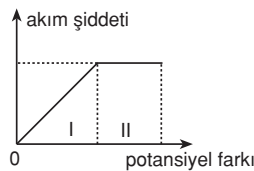
Akım şiddeti	Elektrik yükü	Zaman
i	q	t
Amper (A)	Coulomb (C)	Saniye (s)

Elektrik yüklerini hareket ettiren elektriksel kuvvettir. + 1C luk birimlik yükün, elektriksel kuvvetin etkisinde elektriksel alan içerisinde bir noktadan diğer bir noktaya gitmesi halinde elektriksel kuvvetin yaptığı işe, bu iki nokta arasındaki elektriksel potansiyel farkı denir. Potansiyel farkı V sembolü ile gösterilir.

$$V = \frac{W}{q} \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

ÖRNEK 1

Bir iletkenin üzerinden geçen akım şiddetinin iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkına bağlı grafiği şekildeki gibidir.



Bu iletkenin direnci, potansiyel farkı artarken I. ve II. aralıklarda nasıl değişmektedir?

I. aralıkta	II. aralıkta
A) Değişmiyor	Artıyor
B) Azalıyor	Artıyor
C) Artıyor	Değişmiyor
D) Değişmiyor	Azalıyor
E) Artıyor	Azalıyor

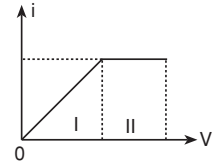
ÇÖZÜM

I. aralıkta grafik eğimi sabit olduğundan iletkenin direnci değişmemiştir.

$$V = i \cdot R \text{ dir.}$$

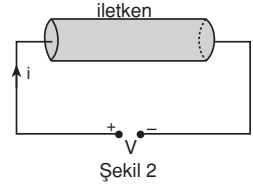
Buna göre II. aralıktaki gibi iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arttığında, akım şiddeti aynı kaldığına göre, iletkenin direnci artmıştır.

Yanıt: A



2. OHM YASASI

Bir iletkenin uçlarına Şekil 2 deki gibi V potansiyel farkı uyguladığımızda iletkenin üzerinden i akımı geçer. Şekil 3 teki gibi potansiyel farkı $2V$ yapıldığında iletkenin üzerinden geçen akım şiddeti $2i$ olur.



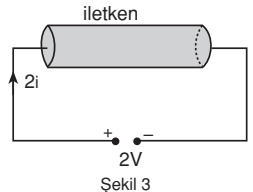
Şekil 2

İletkenin uçları arasındaki potansiyel farkının, iletkenin üzerinden geçen akım şiddetine oranı sabittir.

Buna **Ohm Yasası** denir.

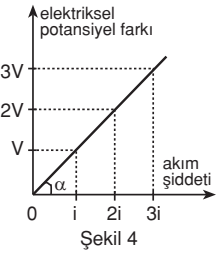
Direnç R sembolü ile gösterilir. Direnç birimi **ohm** dur. R direnci,

$$R = \frac{V}{i} \text{ bağıntısıyla bulunur.}$$



Şekil 3

Bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkına bağlı olarak iletken üzerinden geçen akım şiddeti grafiği, Şekil 4 teki gibidir.



Şekil 4

Şekildeki grafiğin eğimi iletkenin direncini verir.

$$\tan \alpha = R = \frac{V}{i} \text{ (sabit) dir.}$$

Bu sabit orana iletkenin **direnci** denir.

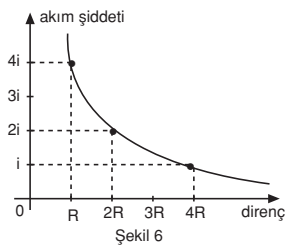
Bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkının, iletkenin direncine bağlı olarak grafiği Şekil 5 teki gibi ise iletkenin üzerinden geçen akım şiddeti sabittir. Şekil 5 teki grafiğin eğimi iletkenin üzerinden geçen akımın şiddetini verir.

$$\tan \alpha = i = \frac{V}{R} \text{ (sabit)}$$



Şekil 5

Bir iletkenin üzerinden geçen akım şiddetinin iletkenin direncine bağlı olarak grafiği Şekil 6 daki gibi ise iletkenin uçları arasındaki V potansiyel farkı sabittir.

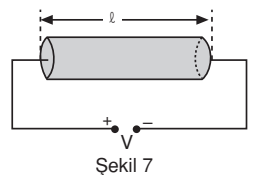


Şekil 6

$$V = i_1 \cdot R_1 = i_2 \cdot R_2 = i_3 \cdot R_3 \dots \text{ (sabit)}$$

3. İLETKENİN DİRENCİ

Şekil 7 deki devrede l uzunluğundaki, r yarıçaplı ve öz direnci ρ olan bir iletkenin direnci;



Şekil 7

- a. İletkenin yapıldığı maddenin cinsine bağlıdır.
 b. İletkenin boyu ile doğru orantılıdır.
 c. İletkenin kesit alanı ile ters orantılıdır.

ρ : Telin cinsine bağlı öz direnç

l : İletkenin boyu

A : İletkenin dik kesit alanı

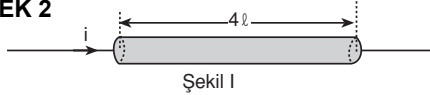
Telin R direnci ise,

$$R = \rho \frac{l}{A} \text{ bağıntısıyla bulunur.}$$

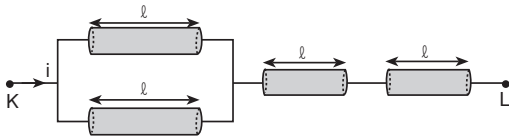
Demir, bakır, nikel gibi metallerin sıcaklığı artınca direnci artar.

Diyot, transistör gibi yarı iletkenler çok düşük sıcaklıklarda yalıtkan gibi davrandıkları halde, oda sıcaklığında ya da daha yüksek sıcaklıklarda dirençleri azalarak iletken özelliği kazanırlar.

ÖRNEK 2



Şekil I



Şekil II

Şekil I'deki $4l$ uzunluğundaki iletken telin direnci R dir. Bu tel, dört eşit parçaya bölünüp bu parçalar K ve L noktaları arasında Şekil II'deki gibi bağlanıyor.

Buna göre, Şekil II'de K ve L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç R dir?

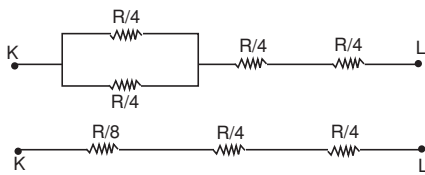
- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{5}{8}$ D) $\frac{3}{8}$ E) $\frac{1}{8}$

ÇÖZÜM

Bir iletkenin direnci, $R = \rho \frac{l}{A}$ bağıntısı ile bulunur.

Bir iletken telin direnci, uzunluğu ile doğru orantılıdır. $4l$ uzunluğundaki telin direnci R ise, l uzunluğundaki parçalardan her birinin direnci $\frac{R}{4}$ tür.

Dirençler Şekil II'deki gibi bağlanırsa,

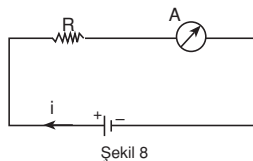


$$R_{eş} = \frac{R}{8} + \frac{R}{4} + \frac{R}{4} = \frac{5R}{8} \text{ bulunur.}$$

Yanıt: C

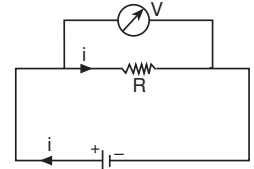
4. ELEKTRİK DEVRELERİNDE KULLANILAN ARAÇLAR

a. Ampermetre: Bir iletken üzerinden geçen akım şiddetini ölçer. Şekil 8'deki gibi ampermetre devreye seri bağlanır. Ampermetrenin direnci çok küçüktür. Bu nedenle devrenin toplam direncini değiştirmez.



Şekil 8

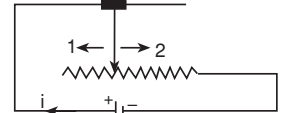
b. Voltmetre : Bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkını ölçer. Şekil 9'deki gibi voltmetre devreye paralel bağlanır. Voltmetrenin direnci çok büyüktür, bu nedenle üzerinden geçen akımın şiddeti çok küçüktür. Bu akım önemsenmez.



Şekil 9

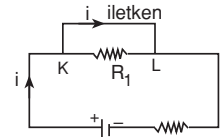
c. Reosta: Devrenin direncini değiştirerek devreden geçen akım şiddetini ayarlayan araçlardır.

Şekil 10'da reosta sürgüsü 1 yönünde hareket ettiğinde devrenin direnci artar, devreden geçen i akımının şiddeti azalır. Reosta sürgüsü 2 yönünde hareket ettiğinde devrenin direnci azalır, devreden geçen i akımının şiddeti artar.



Şekil 10

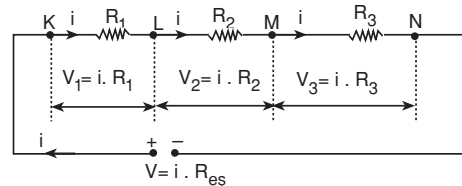
Kısa devre: Elektrik devrelerinde, potansiyelleri farklı noktalar Şekil 11'deki gibi iletken bir telle birleştirilirse, oluşan devreye kısa devre denir. Bu durumda devreden geçen i akımı iletken telin üzerinden geçer, R_1 direncinden akım geçmez. Bu durumda KL arasında kısa devre oluşur.



Şekil 11

5. DİRENÇLERİN BAĞLANMASI

A. Dirençlerin Seri Bağlanması



Şekil 12

R_1 , R_2 ve R_3 dirençleri Şekil 12'deki gibi bağlandıktan sonra K ve N noktaları arasında V potansiyel farkı uygulanırsa devreden geçen akım şiddeti i ile dirençlerden geçen akım şiddetleri eşittir.

$$\frac{V}{R_{eş}} = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_3}{R_3} \text{ tür.}$$

Dirençlerin Şekil 12'deki gibi bağlanmasına, dirençlerin seri bağlanması denir.

Şekil 12'deki devrede:

a. Üreteçten geçen akım şiddeti ile dirençlerden geçen akım şiddetleri eşittir.

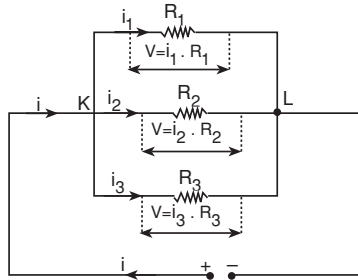
b. Üretecin uçları arasındaki potansiyel farkı, seri bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklarının toplamı kadardır. $V = V_1 + V_2 + V_3$ tür.

c. Seri bağlı dirençlerde eşdeğer direnç, dirençlerin toplamı kadardır. $R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3$ tür.

d. Dirençler seri bağlandığında eşdeğer direnç büyüdüğünden, devreden geçen akım küçülür.

B. Dirençlerin Paralel Bağlanması:

R_1, R_2 ve R_3 dirençleri şekildeki gibi bağlandıktan sonra, K ve L noktaları arasında V potansiyel farkı uygulandığında, ana koldan geçen i akımı K noktasında üç kola ayrılır.



Şekil 13

Dirençlerin Şekil 13 teki gibi bağlanmasına, dirençlerin paralel bağlanması denir.

Şekildeki devrede

a. Üreteçten geçen akım şiddeti, dirençlerden geçen akım şiddetlerinin toplamına eşittir. $i = i_1 + i_2 + i_3$ tür.

b. Üretecin uçları arasındaki potansiyel farkı ile dirençlerin her birinin uçları arasındaki potansiyel farkları eşittir.

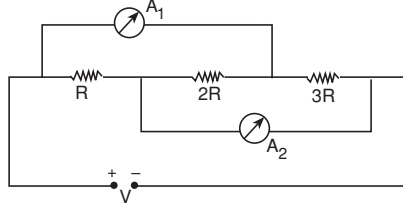
c. Eşdeğer direncin tersi, dirençlerin terslerinin toplamına eşittir. $\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ tür.

d. Elektrik devrelerinde paralel kollardan geçen akım şiddeti, bu koldaki toplam dirençle ters orantılıdır.

e. Dirençler paralel bağlandığında eşdeğer direnç küçüldüğünden, ana koldan geçen akım büyür.

ÖRNEK 3

Şekildeki devrede A_1 ve A_2 ampermetrelerinden geçen akım şiddetlerinin büyüklüğü i_1 ve i_2 dir.

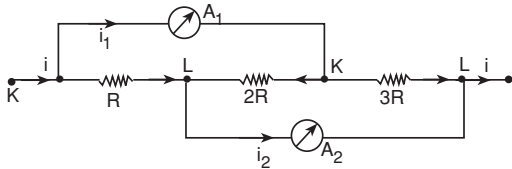


Buna göre, $\frac{i_1}{i_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{5}{6}$ B) $\frac{2}{9}$ C) $\frac{5}{11}$ D) $\frac{6}{11}$ E) $\frac{5}{9}$

ÇÖZÜM

Ampermetrelerin dirençleri önemsiz olduğuna göre, ampermetrenin bağlandığı noktalar aynı nokta olarak alınabilir.



Şekilden de görüldüğü gibi R, 2R, 3R dirençleri KL arasında paralel bağlıdır. 2R ve 3R dirençlerinden geçen akımların toplamı A_1 den geçer.

$$i_1 = \frac{V}{2R} + \frac{V}{3R} = \frac{5V}{6R} \text{ dir.}$$

R ve 2R dirençlerinden geçen akımların toplamı A_2 den geçer.

$$i_2 = \frac{V}{R} + \frac{V}{2R} = \frac{3V}{2R} \text{ dir.}$$

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{5V/6R}{3V/2R} = \frac{5}{9} \text{ bulunur.}$$

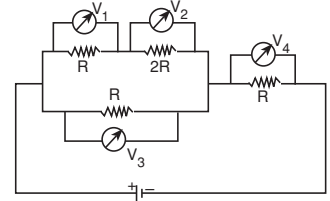
Yanıt: E

ÖRNEK 4

Şekildeki devrede dirençlerin uçlarına bağlı voltmetreler V_1, V_2, V_3 ve V_4 değerlerini gösteriyor.

Buna göre;

- I. $V_1 = V_2$
 II. $V_3 = V_1 + V_2$
 III. $V_4 = V_1 + V_3$

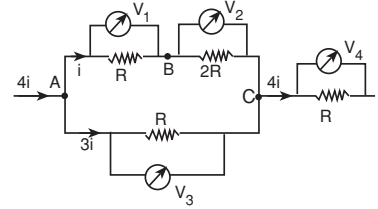


eşitliklerinden hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

Devrelerde ana koldan geçen akım şiddeti, paralel kollardan geçen akım şiddetlerinin toplamına eşittir. Paralel kollardan geçen akım, kollardaki dirençler toplamı ile ters orantılıdır.



Voltmetrelerin gösterdiği değer, voltmetrorenin uçları arasından geçen akım şiddeti ile uçları arasındaki direnç değerinin çarpımıdır.

- $V_1 = i \cdot R$
 $V_2 = i \cdot 2R$
 $V_3 = 3i \cdot R$
 $V_4 = 4i \cdot R$ dir.
 $V_1 = V_{AB}$
 $V_2 = V_{BC}$
 $V_3 = V_{AC}$
 $V_3 = V_1 + V_2$ dir.

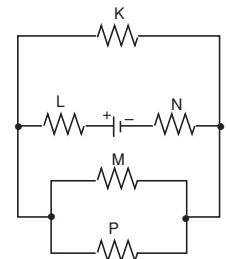
Yanıt: E

ÖRNEK 5

Şekildeki elektrik devresi özdeş K, L, M, N, P dirençlerinden oluşmuştur. Bu devrede K, L, M dirençlerinden sırasıyla i_K, i_L, i_M şiddetinde elektrik akımları geçiyor.

Buna göre, i_K, i_L, i_M arasındaki ilişki nedir?

(Üretecin iç direnci önemsenmeyecektir.)

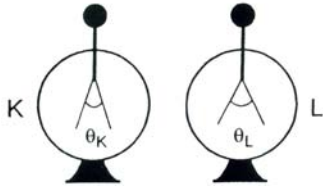


- A) $i_K = i_M < i_L$ B) $i_K = i_L < i_M$ C) $i_L < i_K < i_M$
 D) $i_L < i_K = i_M$ E) $i_M < i_K = i_L$

(2005-ÖSS)

ÇÖZÜMLÜ TEST

1.



Şekildeki özdeş K, L elektroskoplarından K artı (+), L eksi (-) elektrikle yüklenmiştir. K nin yaprakları arasındaki θ_K açısı, L nin yaprakları arasındaki θ_L açısından küçüktür. Elektroskopların topuzları birbirine dokundurulup ayrıldığında, her ikisinin de yaprakları arasındaki açı θ oluyor.

Buna göre, aşağıdaki yargılarından hangisi kesinlikle yanlıştır?

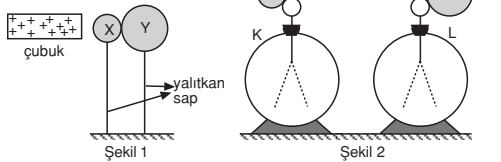
- A) $\theta = \theta_K$ B) $\theta = \theta_L$ C) $\theta > \theta_K$
 D) $\theta < \theta_K$ E) $\theta < \theta_L$ (2006-ÖSS)

ÇÖZÜM

Özdeş elektroskoplardan K nin yaprakları arasındaki θ_K açısının, L nin yaprakları arasında θ_L den küçük olması L nin (-) elektrik yükünün K nin (+) yükünden büyük olduğunu gösterir. Elektroskopların yaprakları birbirine dokundurulup ayrıldığında her iki elektroskop (-) elektrikle yüklenir. L elektroskopunun yük miktarı azalacağından $\theta < \theta_L$ olur. K elektroskopun elektrik yükü miktarı öncekine eşit ya da öncekinden büyük ya da öncekinden küçük olabilir.

Yanıt: B

2.



Yüksüz ve iletken X ve Y küreleri birbirine dokunmakta iken, (+) yüklü iletken bir çubuk Şekil 1 deki gibi bu kürelere yaklaştırılıyor. Bu sırada iki küre birbirinden ayrılarak, X küresi yüksüz K elektroskopunun, Y ise yüksüz L elektroskopunun topuzuna Şekil 2 deki gibi dokunduruluyor.

Y nin yarıçapı X inkinden büyük olup, elektroskoplar özdeş olduğuna göre,

- I. K ve L nin yaprakları zıt cins yüklü olur.
 II. K nin yaprakları daha çok açılır.
 III. L nin yaprakları (-) yüklü olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

(+) elektrikle yüklü çubuk X ve Y kürelerine yaklaştırıldığında X küresi (-) elektrikle Y küresi (+) elektrikle yüklenir. X ve Y nin yük miktarı birbirine eşit olur. Daha sonra küreler yüksüz özdeş elektroskoplara dokundurulunca yüklerini elektroskoplarla paylaşırlar. X küresinin yarıçapı Y den küçük olduğundan X küre-

sinde kalan (-) yük miktarı Y küresinde kalan (+) yük miktarından azdır. K elektroskopunun (-) yük miktarı, L nin (+) yük miktarından fazladır.

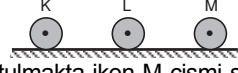
Buna göre,

- I. K elektroskopu (-) elektrikle, L ise (+) elektrikle yüküdür.
 II. K nin yük miktarı L ninkinden büyük olduğundan yaprakları daha çok açılır.
 III. L nin yaprakları (+) elektrikle yüküdür.

Yanıt: B

3.

Sürtünmesiz yalıtkan yatay düzlem üzerinde bulunan yüklü K ve L cisimleri sabit tutulmakta iken M cismi şekildeki konumdan serbest bırakılmıştır.



M cismi serbest bırakıldığında dengede kaldığına göre,

- I. K ve L farklı cins elektrikle yüküdür.
 II. K nin yükü L ninkinden fazladır.
 III. K ve L aynı cins elektrikle yüküdür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

I. M küresinin dengede kalabilmesi için K ve L kürelerinden birinin M küresini çekmesi diğerinin itmesi gerekir. Buna göre, K ve L farklı cins elektrikle yüküdür.

II. Kürelerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklü-

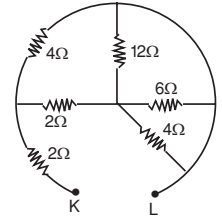
ğü $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$ bağıntısı ile bulunur. K nin M ye uyguladığı

elektriksel kuvvetin büyüklüğü L nin M ye uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğüne eşit olduğuna göre, K ve L nin yükleri M küresine olan uzaklıklarının karesiyle doğru orantılıdır. Bu göre K küresinin yükü L ninkinden fazladır.

III. K ve L aynı cins elektrikle yüklü ise M küresine etkiyen elektriksel kuvvetler aynı yönlü olur. M küresi dengede kalmaz.

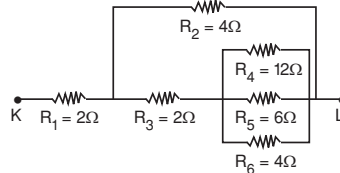
Yanıt: D

4. Şekildeki devre parçasında KL noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω dur?



- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

ÇÖZÜM



Devreyi şekildeki gibi düzenleyelim.

R_4, R_5, R_6 nin eşdeğer direnci

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4}$$

$R_1 = 2 \Omega$ dur.

R_3 ile R_1 in eşdeğer direnci

$$R_{II} = R_3 + R_1 = 2 + 2 = 4 \Omega \text{ dur.}$$

R_{II} ile R_2 nin eşdeğer direnci

$$\frac{1}{R_{III}} = \frac{1}{R_{II}} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

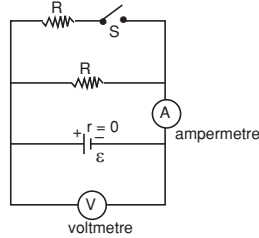
$$R_{III} = 2 \Omega \text{ dur.}$$

KL arasındaki eşdeğer direnç

$$R_{KL} = R_{III} + R_1 = 2 + 2 = 4 \Omega \text{ dur.}$$

Yanıt: D

5. Özdeş dirençler ve iç direnci önemsenmeyen üreteçle oluşturulan şekildeki devrede S anahtarını kapattığında A ampermetresinin ve V voltmetesinin gösterdiği değerler öncekine göre nasıl değişir?



Ampermetre	Voltmetre
A) Artar	Artar
B) Artar	Değişmez
C) Artar	Azalar
D) Azalır	Değişmez
E) Değişmez	Artar

ÇÖZÜM

Devrede S anahtarını açık iken A ampermetresinden geçen akım şiddeti $i = \frac{\epsilon}{R}$ dir. V voltmetesinin gösterdiği değer $r = 0$

olduğundan ϵ dir.

S anahtarını kapattığında devrenin eşdeğer direnci

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \quad R_{eş} = \frac{R}{2} \text{ olur.}$$

Bu durumda A ampermetresinden geçen akım $i_2 = \frac{\epsilon}{R/2} = \frac{2\epsilon}{R}$

dir. Ampermetreden geçen akım öncekine göre artar. S anahtarını kapattığında V voltmetesinin gösterdiği değer yine üretecin e.m.k. i $V = \epsilon$ dir. Anahtar kapatılırsa voltmetenin gösterdiği değer değişmez.

Yanıt: B

6. İç dirençleri önemsenmeyen özdeş üreteçler ile Şekil 1 ve 2 deki devreler kurulmuştur. A_1 , A_2 , A_3 ampermetrelerinin gösterdiği i_1 , i_2 , i_3 değerleri için,

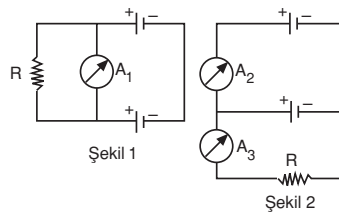
I. $i_1 = 0$ dir.

II. $i_1 = i_2$ dir.

III. $i_3 > i_2$ dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

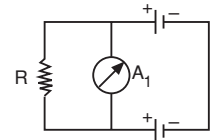
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III



ÇÖZÜM

Şekil 1 deki devrede toplam e.m.k.

$\Sigma \epsilon = 0$ dir. Bu nedenle A_1 ampermetresinden akım geçmez $i_1 = 0$ dir.



Şekil 1

Şekil 2 deki devrede toplam e.m.k. i $\Sigma \epsilon = \epsilon$

dir. Buna göre, R direncinden geçen A_3

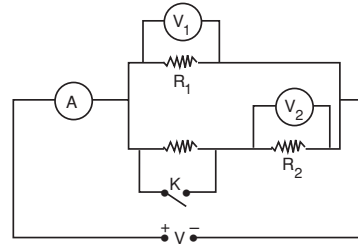
ampermetresinden geçen akım $i_3 = \frac{\epsilon}{R}$ dir.

A_2 ampermetresinden geçen akım ise

$$i_2 = \frac{\epsilon}{2R} \text{ dir.}$$

Yanıt: E

7.



Şekildeki devrede açık olan K anahtarını kapattığında V_1 ve V_2 voltmetreleri ile A ampermetresinin gösterdiği değerler öncekine göre nasıl değişir?

V_1	V_2	A
A) Değişmez	Artar	Artar
B) Değişmez	Azalar	Artar
C) Artar	Artar	Artar
D) Azalır	Değişmez	Azalar
E) Azalır	Artar	Değişmez

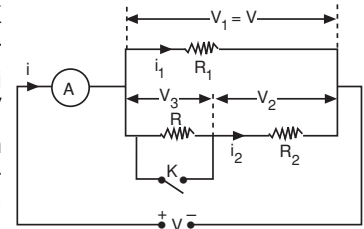
ÇÖZÜM

Şekildeki devrede K anahtarını açık iken R_1 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı $V_1 = V$ dir. K anahtarını açık iken R dirençlerinin uçları arasındaki potansiyel farkı V_3 , R_2 direncinin uçları

arasındaki potansiyel farkı V_2 olup $V = V_2 + V_3$ tür. K anahtarını açık iken A ampermetresinden geçen akım şiddeti $i = i_1 + i_2$ dir.

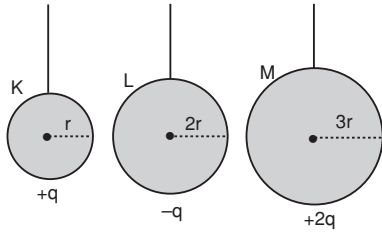
K anahtarını kapattığında R_1 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı $V_1 = V$ değişmez. Bu koldan geçen akım şiddeti i_1 değişmez. R_2 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı artar. $V_2 = V$ olur. Bu koldan geçen i_2 akım şiddeti artar. Ampermetrenin gösterdiği değer artar.

Yanıt: A



KONU TESTİ

1.



Yükleri $+q$, $-q$, $+2q$ yarıçapları r , $2r$, $3r$ olan K, L, M küreleri şekilde verilmiştir.

Buna göre,

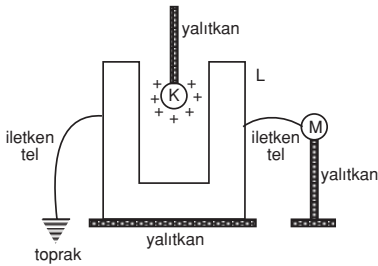
- I. K ile L birbirine dokundurulursa ikisi de yüksüz olur.
- II. K ile M birbirine dokundurulursa M den K ye yük geçişi olur.
- III. Üçü aynı anda birbirine dokundurulursa M nin yükü $+q$ olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2.

Şekildeki düzende yüksüz ve iletken L silindirin içerisine (+) yüklü iletken K küresi dokundurulup çekiliyor.



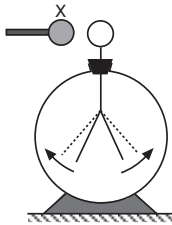
Bu işlemden sonra L silindiri toprağa ve M iletken küresine bağlayan iletken teller kesilirse, K, L ve M nin yüklerinin cinsi için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

	K	L	M
A)	+	0	+
B)	0	-	+
C)	0	0	+
D)	0	0	0
E)	+	0	0

3.

Şekildeki yüklü elektroskoba X cismi yaklaştırıldığında elektroskobun yaprakları biraz daha açılıyor. X cismi elektroskoba dokundurulsaydı elektroskobun yaprakları için,

- I. Daha çok açılabilir.
- II. Tamamen kapanabilir.
- III. Biraz kapanabilir.

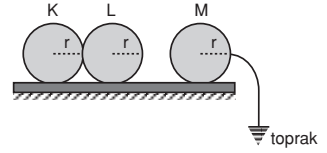


yargılarından hangileri doğrudur?

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

4.

Nötr ve iletken K, L, M küreleri şekildeki gibi yalıtkan bir düzleme yerleştirildikten sonra M küresi iletken bir tel ile toprağa bağlanmıştır. Küreler bu durumda iken pozitif yüklü iletken bir çubuk K küresine dokundurulup uzaklaştırılıyor. Bundan sonra önce toprak bağlantısı kesiliyor, sonra M küresi uzaklaştırılıyor.



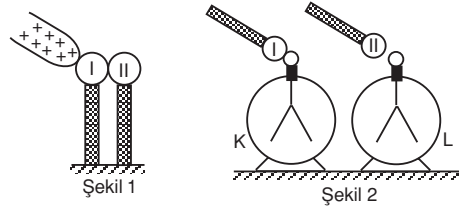
Bu işlem sonunda,

- I. K ve L küreleri pozitif yükü yüklenmiştir.
- II. M küresi negatif yükü yüklenmiştir.
- III. Topraktan M küresine negatif yükler gelmiştir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

5.



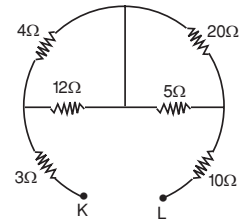
Yüksüz ve iletken I ve II küreleri birbirine dokunmakta iken (+) yüklü iletken bir çubuk I nolu küreye Şekil 1 deki gibi dokundurulup çekiliyor. Bu iki küre birbirinden ayrılarak Şekil 2 deki gibi I nolu küre yüksüz K elektroskobunun topuzuna dokunduruluyor. II nolu küre ise yüksüz L elektroskobunun topuzuna dokunmadan yaklaştırılıyor.

Buna göre, K ve L elektroskoplarının yapraklarındaki yükün işareti ne olur?

	K	L
A)	+	0
B)	+	+
C)	+	-
D)	-	+
E)	-	-

6.

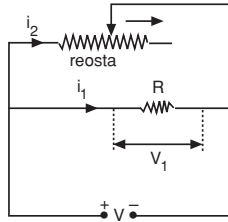
Şekildeki devre parçasında KL noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω dur?



- A) 25 B) 20 C) 16 D) 15 E) 12

7. Şekildeki devrede reosta sürgüsü ok yönünde hareket ettirilirken,

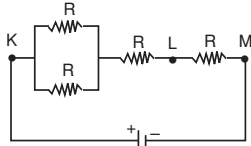
- I. i_1 akım şiddeti değişmez.
- II. i_2 akım şiddeti azalır.
- III. V_1 potansiyel farkı azalır.



yargılarından hangileri doğrudur?

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

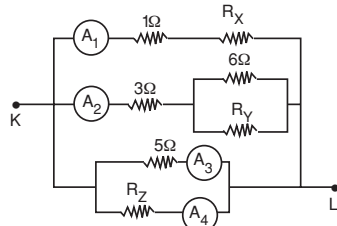
8. Özdeş dirençlerden oluşan şekildeki devrede K ile L noktaları arasındaki potansiyel farkı V dir.



Buna göre, K ile M noktaları arasındaki potansiyel farkı kaç V dir?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{5}{4}$ E) $\frac{5}{3}$

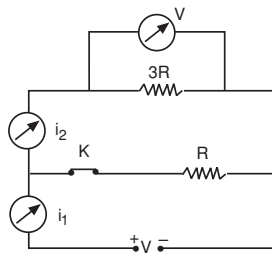
9. Şekildeki devre parçasında A_1 , A_2 , A_3 ve A_4 ampermetreleri aynı değeri göstermektedir.



Buna göre, R_X , R_Y , R_Z dirençleri birbirine seri bağlandığında eşdeğer direnç kaç Ω dur?

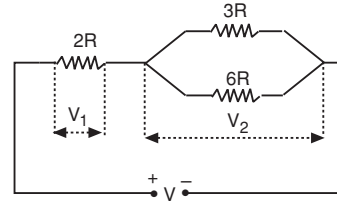
- A) 16 B) 12 C) 10 D) 8 E) 6

10. Şekildeki devrede kapalı olan K anahtarı açıldığında ampermetrelerden geçen i_1 ve i_2 akım şiddetleri ile, voltmetrenin gösterdiği V potansiyel farkı nasıl değişir?



- | i_1 | i_2 | V |
|-------------|----------|----------|
| A) Azalır | Artar | Değişmez |
| B) Artar | Azalır | Azalır |
| C) Artar | Değişmez | Artar |
| D) Değişmez | Artar | Değişmez |
| E) Azalır | Değişmez | Değişmez |

11.



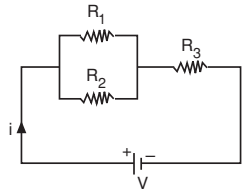
Şekildeki devrede değerleri 2R ve 6R olan dirençlerin uçları arasındaki V_1 ve V_2 potansiyel farklarının $\frac{V_1}{V_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) 2 D) 3 E) 4

12. Üreteçlerin iç direncinin önemsenmediği şekildeki devreden geçen akım şiddeti i dir.

$R_1 > R_2 > R_3$ olduğuna göre,

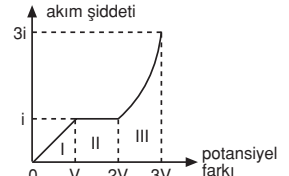
- I. R_3 direncini R_1 ve R_2 ye paralel bağlama.
- II. R_3 direnci ile R_1 direncinin yerini değiştirme.
- III. R_2 direncini R_3 direncine paralel bağlama.



işlemlerinden hangileri yapıldığında devrenin ana koldan geçen akım şiddeti i den büyük olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ya da II E) II ya da III

13. Bir elektrik devresinde bir iletkenin geçen akım şiddetinin iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkına bağlı grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre, iletkenin direnci hangi bölgelerde azalmaktadır?

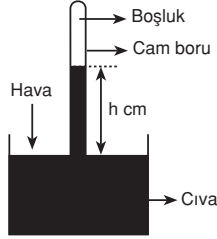
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

GAZLAR – II

AÇIK HAVA BASINCININ ÖLÇÜLMESİ

Açık hava basıncını ölçmek için kullanılan ağıtlara **barometre**, kapalı kaplardaki gaz basıncını ölçmek için kullanılan ağıtlara **manometre** denir.

Yandaki şekilde cıvalı bir barometre görülmektedir. Cam borudaki cıva aşağı doğru akmaya çalışırken, kaptaki cıva yüzeyine uygulanan açık hava basıncı borudaki cıvayı belirli bir yükseklikte (h) tutacak bir kuvvetle dengeler. Bu durumda, açık hava basıncının h cm yüksekliğindeki cıvanın basıncına eşit olduğunu söyleyebiliriz.



$$P_{\text{hava}} = h \text{ cm Hg} = \frac{h}{76} \text{ atm}$$

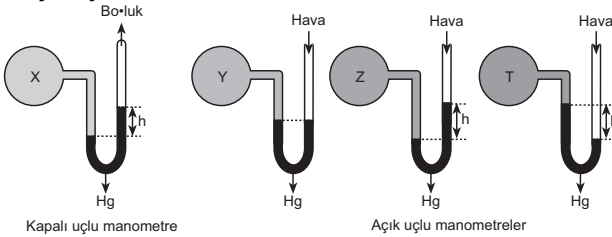
Açık hava basıncı değişirse, cam borudaki cıva yüksekliği de değişir. Cam borudaki sıvı yüksekliği;

- Açık hava basıncına,
- Sıvının özkütlesine bağlıdır. Sıvı özkütlesi artarsa, sıvı yüksekliği küçülür. Sıvı yüksekliği, borunun kesitinin büyüklüğüne ve şekline bağlı değildir.

KAPALI KAPLARDAKİ GAZ BASINCININ ÖLÇÜLMESİ

Kapalı kaplardaki gaz basıncı, **manometreler** ile ölçülür. Sıvılı manometreler iki türdür:

- Kapalı uçlu manometreler
- Açık uçlu manometreler



Şekildeki manometrelerle X, Y, Z ve T gazlarının basınçları ölçülmüştür. Açık hava basıncı P cm Hg ise, bu gazların basınçları;

$$P_X = h \text{ cm Hg}$$

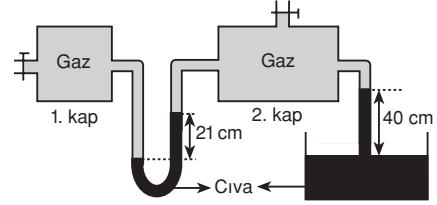
$$P_Y = P \text{ cm Hg}$$

$$P_Z = P + h \text{ cm Hg}$$

$$P_T = P - h \text{ cm Hg dir.}$$

Not : Manometrelerdeki sıvı yüksekliği, sıvının türüne (özkütlesine), gazın basıncına (hacmine, mol sayısına ve sıcaklığına) bağlıdır. Açık uçlu manometrelerde, sıvı yüksekliği açık hava basıncına da bağlıdır. Manometre borusunun kesit alanının büyüklüğü ve gazın türü, sıvı yüksekliğini etkilemez.

ÖRNEK 1



Şekildeki sistem, açık hava basıncının 76 cm Hg olduğu bir ortamda bulunmaktadır.

Buna göre, 1. kaptaki gaz basıncı kaç atmosferdir?

ÇÖZÜM

2. kaptaki gazın basıncı, açık hava basıncından 40 cm Hg daha küçüktür.

$$P_2 = 76 - 40 = 36 \text{ cm Hg dir.}$$

1. kaptaki gazın basıncı, 2. kaptaki gazın basıncından 21 cm Hg daha büyüktür.

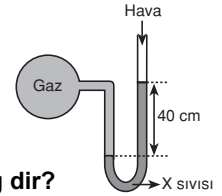
$$P_1 = P_2 + 21 = 36 + 21 = 57 \text{ cm Hg}$$

$$P_1 = \frac{57}{76} = \frac{3}{4} \text{ atmosferdir.}$$

Yanıt : $\frac{3}{4}$ atmosfer

ÖRNEK 2

Dış basıncın 1 atmosfer olduğu bir ortamda bulunan şekildeki sistemde X sıvısının bulunduğu manometrede okunan yükseklik 40 cm dir.



Buna göre, gazın basıncı kaç cm Hg dir?

$$(d_X = 3,4 \text{ g/cm}^3, d_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g/cm}^3)$$

ÇÖZÜM

Önce 40 cm X sıvısının cıva türünden yüksekliğini bulalım.

$$h_{\text{Hg}} \cdot d_{\text{Hg}} = h_X \cdot d_X$$

$$h_{\text{Hg}} \cdot 13,6 = 40 \cdot 3,4$$

$$h_{\text{Hg}} = 10 \text{ cm dir.}$$

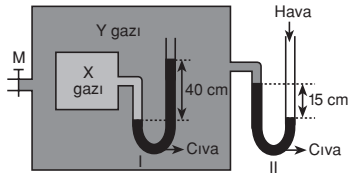
$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{hava}} + 10 \text{ cm Hg}$$

$$P_{\text{gaz}} = 76 + 10 = 86 \text{ cm Hg dir.}$$

Yanıt : 86 cm Hg

ÖRNEK 3

Şekildeki sistem açık hava basıncının 78 cm Hg olduğu bir ortamda bulunmaktadır.



M musluğu açıldığında, I. ve II. manometre kollarında cıva yükseklikleri kaç cm olur?

ÇÖZÜM

X ve Y gazlarının başlangıçtaki basınçlarını bulalım.

$$P_Y = P_{\text{Hava}} - 15 = 78 - 15 = 63 \text{ cm Hg}$$

$$P_X = P_Y + 40 = 63 + 40 = 103 \text{ cm Hg dir.}$$

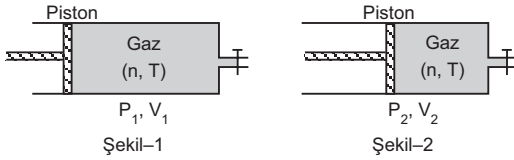
Musluk açıldığında, Y gazının bulunduğu kaptaki basınç, açık hava basıncına (78 cm Hg) eşitlenir, X in basıncı değişmez.

Bu nedenle, I. manometrede $h = 103 - 78 = 25 \text{ cm}$ cıva yükseklik oluşur. II. manometrede cıva düzeyleri eşitlenir.

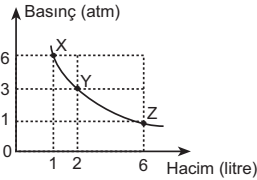
Yanıt : $h_I = 25 \text{ cm}$, $h_{II} = 0$

GAZLARDA BASINÇ – HACİM İLİŞKİSİ (Boyle – Mariotte Yasası)

Mol sayısı ve sıcaklığı sabit olan bir gazın hacmi değiştirilirse, birim hacimdeki molekül sayısı (n/V değeri), birim zamanda, birim yüzeye çarpan molekül sayısı ve buna bağlı olarak gaz basıncı değişir.



Şekil - 1 deki sistemde bulunan gaz, piston itilerek Şekil-2 deki duruma getirilirse (hacim küçültülürse), gazın basıncının arttığı, basınç.hacim (P.V) değerinin değişmediği deneysel olarak kanıtlanmıştır.



Deneysel olarak çizilen yandaki grafikte, sıcaklığı ve mol sayısı sabit tutulan bir gazın basınç ve hacim değişimi verilmiştir.

Bu gazın, X, Y ve Z noktalarında basınç.hacim (P.V) değeri birbirine eşittir (6 litre.atmosfer).

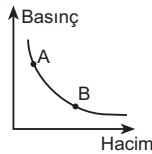
Öyleyse, sıcaklığı ve mol sayısı sabit olan gazlarda basınç.hacim (P.V) değeri sabittir ve basınç ile hacim ters orantılıdır.

$$P_X \cdot V_X = P_Y \cdot V_Y = P_Z \cdot V_Z = \text{sabit}$$

Bu yasaya, **Boyle–Mariotte Yasası** denir.

ÖRNEK 4

Mol sayısı ve sıcaklığı sabit tutulan bir gazın basınç – hacim değişimi grafikteki gibidir.



Buna göre, A ve B noktalarında gazın,

- I. Özkütle
- II. Ortalama molekül hızı
- III. Birim zamanda, birim yüzeye çarpan molekül sayısı

niceliklerinden hangileri farklıdır?

ÇÖZÜM

Gazın mol sayısı ve sıcaklığı sabit olduğu için A ve B noktalarında gazın basınç.hacim (P.V) değeri, ortalama molekül hızı ve ortalama kinetik enerjisi aynıdır.

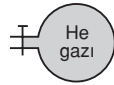
B noktasında hacim daha büyük olduğundan, birim hacimdeki molekül sayısı (n/V) ve birim hacimdeki kütlesi (özkütle) daha küçüktür. B noktasında, birim hacimdeki molekül sayısı daha küçük olduğundan birim zamanda, birim yüzeye çarpan molekül sayısı da daha azdır.

Yanıt : I ve III

SABİT HACİMLİ SİSTEMLERDE BASINÇ – MOL SAYISI İLİŞKİSİ

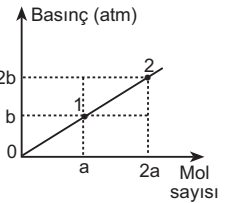
Sabit hacimli (cam/çelik) kaplarda bulunan bir gazın aynı sıcaklıkta miktarı değiştirilirse, basıncı da değişir.

Şekildeki sabit hacimli bir kaba, aynı sıcaklıkta H₂ gazı eklenirse, gazın birim hacimdeki molekül sayısı (n/V değeri) ve aynı sürede birim yüzeye çarpan molekül sayısı artar. Bu nedenle gaz basıncı da artar.



Deneysel sonuçlar basıncın, gazın mol sayısı ile doğru orantılı olduğunu kanıtlamıştır.

Yandaki grafikte, sıcaklığı ve hacmi sabit tutulan ideal davranış gösteren bir gazın basıncının mol sayısına bağlı olarak değişimi gösterilmiştir. Bu grafikte 1 ve 2 noktalarındaki P/n oranları birbirine eşittir.

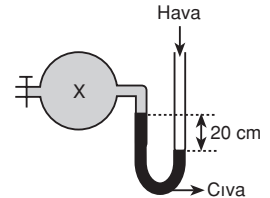


$$\frac{P_1}{n_1} = \frac{P_2}{n_2} = \text{Sabit}$$

MEF YAYINCILIK

ÖRNEK 5

Şekildeki sistemde n mol X gazı, açık hava basıncının 74 cm Hg olduğu bir ortamda bulunmaktadır.



Bu kaba, sıcaklık sabit tutularak n/2 mol daha X gazı eklenirse, manometre kollarındaki cıva düzeyi farkı kaç cm olur?

ÇÖZÜM

X gazının başlangıçtaki basıncı,
 $P_X = P_{\text{Hava}} - 20 = 74 - 20 = 54 \text{ cm Hg dir.}$

Bu kaba sıcaklık sabit tutularak n/2 mol gaz eklenirse, gazın toplam mol sayısı = $n + \frac{n}{2} = \frac{3n}{2}$ mol olur.

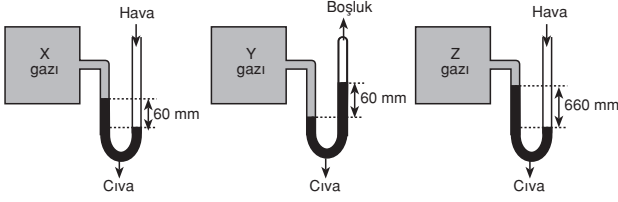
Hacim ve sıcaklık sabit iken, gazın mol sayısı 1,5 katına çıktığından, basınç da 1,5 katına çıkar.

Son durumda gaz basıncı,
 $P_{\text{son}} = P_{\text{ilk}} \cdot 1,5 = 54 \cdot 1,5 = 81 \text{ cm Hg dir.}$

Manometre kollarındaki cıva düzeyleri farkı,
 $81 - 74 = 7 \text{ cm olur.}$

Yanıt : 7 cm

ÖRNEK 6



Açık hava basıncının 720 mm Hg olduğu bir ortamda, hacimleri ve sıcaklıkları eşit olan X, Y ve Z gazlarının basınçları şekillerdeki gibi ölçülmüştür.

Buna göre, bu gazların mol sayılarını karşılaştıran bağıntı nedir?

ÇÖZÜM

Kaplardaki gazların hacim ve sıcaklıkları eşit olduğundan, mol sayıları, basınçları ile doğru orantılıdır.

Gazların basınçlarını bulalım.

$$P_X = P_{\text{Hava}} - 60 = 720 - 60 = 660 \text{ mm Hg}$$

$$P_Y = 60 \text{ mm Hg}$$

$$P_Z = P_{\text{Hava}} - 660 = 720 - 660 = 60 \text{ mm Hg}$$

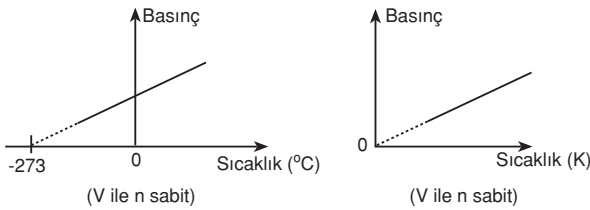
Gaz basınçları, $P_X > P_Y = P_Z$ dir.

Mol sayıları, gaz basınçları ile doğru orantılı olduğundan, mol sayıları arasındaki bağıntı, $n_X > n_Y = n_Z$ dir.

Yanıt : $n_X > n_Y = n_Z$

SABİT HACİMLİ SİSTEMLERDE BASINÇ – SICAKLIK İLİŞKİSİ

Sabit hacimli bir kapta bulunan bir gazın mol sayısı değiştirilmeden sıcaklığı değiştirilirse, gaz basıncının değiştiği gözlenir. Sıcaklık artışı, molekülleri hızlandırdığı için, gaz moleküllerinin birim zamanda birim yüzeye çarpma sayısı ve çarpma şiddeti artar. Bu artış, gazın basıncını da artırır. Yapılan deneylerde gazın basıncının sıcaklıkla değişiminin aşağıdaki gibi olduğu saptanmıştır.



Gaz basıncının, mutlak sıcaklıkla değişiminin grafiği orijinden başlayan doğrusal bir grafik olduğu için grafiğin eğimi P/T ye eşittir. Öyleyse basınç, mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.

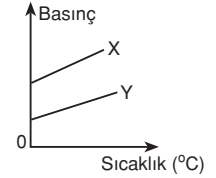
$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \text{Sabit (Mol sayısı ve hacim sabit)}$$

bağıntısı yazılabilir.

Not : Hacmi ve mol sayısı sabit olan bir gazın basıncı, sıcaklık artarsa artar. Ancak basınç artışı, mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.

ÖRNEK 7

X ve Y gazlarının basınç – sıcaklık grafikleri şekilde verilmiştir.



Buna göre,

- I. Hacimleri eşit ise X in mol sayısı, Y nin mol sayısından fazladır.
- II. Mol sayıları eşit ise X in hacmi, Y nin hacminden fazladır.
- III. Basınçları eşit ise X in sıcaklığı, Y nin sıcaklığından fazladır.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

ÇÖZÜM

Grafik incelendiğinde aynı sıcaklıkta iken X gazının basıncının, Y gazının basıncından büyük olduğu görülür. Sıcaklıkları ve hacimleri eşit olan gazlarda basınç, mol sayısı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle, $n_X > n_Y$ dir.

Sıcaklıkları ve mol sayıları eşit olan gazlarda basınç, hacim ile ters orantılıdır. Bu nedenle $V_X < V_Y$ dir.

Gazların basınçlarının eşit olabilmesi için, Y gazının sıcaklığının daha fazla olması gerektiği grafiklerden görülüyor.

Öyleyse, I. açıklama doğru, II. ve III. açıklamalar yanlıştır.

Yanıt : Yalnız I

ÖRNEK 8

İdeal olduğu varsayılan bir gaza aşağıdaki işlemlerden hangisi uygulanırsa, gaz basıncı 2 katına çıkar?

- A) Sıcaklık ve mol sayısı sabit iken, hacmi 2 katına çıkarmak
- B) Hacim ve mol sayısı sabit iken, sıcaklığı 25°C den 50°C ye çıkarmak
- C) Sıcaklık sabit iken, hacmi ve mol sayısını 2 şer katına çıkarmak
- D) Hacim ve mol sayısı sabit iken, sıcaklığı 200 K den 400 K ye çıkarmak
- E) Hacim sabit iken, mutlak sıcaklığı ve mol sayısını 2 şer katına çıkarmak

ÇÖZÜM

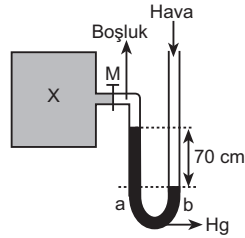
Basınç, gazın mutlak sıcaklığı ve mol sayısı ile doğru orantılı, hacmi ile ters orantılıdır.

- A) T ile n sabit iken, hacim 2 katına çıkarsa, basınç yarıya iner.
- B) V ile n sabit iken, sıcaklık 25°C (298 K) den 50°C (323 K) ye çıkarsa, basınç 323/298 katına çıkar.
- C) T sabit iken, V ile n 2 şer katına çıkarsa, basınç değişmez.
- D) V ile n sabit iken sıcaklık 200 K den 400 K ye çıkarılırsa, basınç 2 katına çıkar.
- E) V sabit iken, T ile n 2 şer katına çıkarsa, basınç 4 katına çıkar.

Yanıt : D

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Şekildeki sistemde, sabit sıcaklıkta M musluğu açıldığında, manometrenin a kolunda cıva seviyesi 50 cm düşüyor.



Buna göre, X gazının basıncı ve son durumda manometrenin kollarındaki cıva seviyeleri arasındaki fark (b – a) aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	P_X	b – a
A)	100	30
B)	100	25
C)	50	30
D)	50	25
E)	100	40

ÇÖZÜM

Şekildeki sistemde M musluğu kapalı iken, açık hava basıncının 70 cm Hg olduğu görülür.

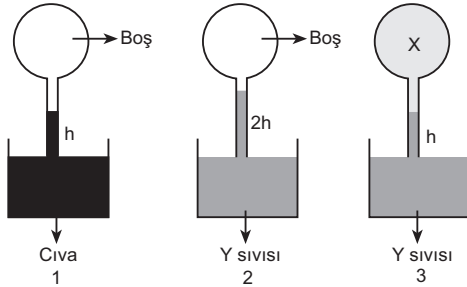
M musluğu açıldığında a kolunda cıva seviyesi 50 cm düştüğüne göre, b kolunda cıva seviyesi 50 cm yükselir.

Şekilde görüldüğü gibi, manometrenin kolları arasındaki cıva seviyeleri farkı, b – a = 30 cm olur.

X gazının basıncı, $P_X = 70 + 30 = 100$ cm Hg dir.

Yanıt : A

- 2.



İkisi boş, biri X gazı ile doldurulmuş üç cam balona bağlı ince borular, içerisinde cıva ve Y sıvısı bulunan kaplara şekildeki gibi batırılıyor.

Buna göre,

- Y sıvısının özkütlesi, cıvanın özkütlesinin yarısına eşittir.
- X gazının basıncı, açık hava basıncından düşüktür.
- X gazının basıncı $\frac{h}{2}$ cmHg dir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

1. kaptan açık hava basıncının $P_0 = h$ cm Hg, 2. kaptan açık hava basıncının $P_0 = 2h$ cm Y olduğu görülür.

Aynı ortamda $P_0 = h \cdot d_{Hg} = 2h \cdot d_Y$ olduğuna göre,

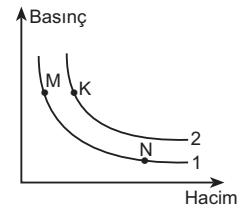
$$d_Y = \frac{d_{Hg}}{2} \text{ dir.}$$

3. kaptaki X gazının basıncı $P_X = 2h - h = h$ cm Y dir. Y sıvısının özkütlesi, cıvanın özkütlesinin yarısına eşit olduğuna göre, X gazının basıncı $\frac{h}{2}$ cm Hg dir.

Buna göre, üç açıklama da doğrudur.

Yanıt : E

- 3.



Grafikteki 1 ve 2 eğrileri bir miktar ideal gazın farklı sıcaklıkta basınç – hacim değişimlerini göstermektedir.

Bu grafiğe göre,

2. eğri daha yüksek sıcaklıkta elde edilmiştir.
- M ve N noktalarında basınç.hacim (P.V) değeri aynıdır.
- Gaz moleküllerinin K noktasındaki ortalama hızı, M noktasındaki ortalama hızından küçüktür.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

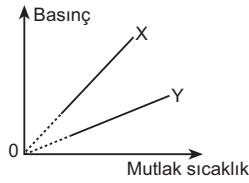
- Basınç – hacim grafiğine göre, gaz hacimleri eşit alındığında, 2. eğride gaz basıncının daha yüksek olduğu görülmektedir. Gaz hacmi ve miktarı eşit iken, basınç sıcaklıkla doğru orantılıdır. Öyleyse, 2. eğri daha yüksek sıcaklıkta elde edilmiştir.
- Bir miktar ideal gazın, aynı eğri üzerinde sıcaklığı sabit olduğundan basınç.hacim (P.V) değeri aynıdır. Öyleyse, 1. eğri üzerindeki M ve N noktalarında basınç.hacim (P.V) değeri aynıdır.
2. eğri daha yüksek sıcaklıkta elde edildiğine göre, gaz moleküllerinin ortalama hızı 2. eğri üzerindeki K noktasında, 1. eğri üzerindeki M noktasından daha büyüktür.

Buna göre, I. ve II. açıklamalar doğru, III. açıklama yanlıştır.

Yanıt : B

KONU TESTİ

1.



Hacimleri ve kütleleri eşit olan ideal davranıştaki X ve Y gazlarının basınç – sıcaklık değişimi grafikteki gibidir.

Buna göre, X gazının,

- I. Molekül sayısı
- II. Molekül kütlesi
- III. Aynı sıcaklıkta ortalama molekül hızı

niceliklerinden hangileri Y gazınıkinden fazladır?

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

2.

Eşit hacimli iki kaptaki aynı sıcaklıkta kütleleri eşit olan X ve Y gazları vardır.

X gazının ortalama molekül hızı, Y gazının ortalama molekül hızından daha büyüktür.

Buna göre,

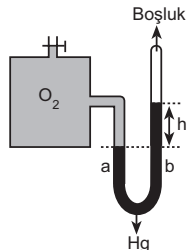
- I. X gazının basıncı, Y gazının basıncından büyüktür.
- II. Y nin molekül kütlesi, X in molekül kütlesinden büyüktür.
- III. X in molekül sayısı, Y nin molekül sayısından küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

3.

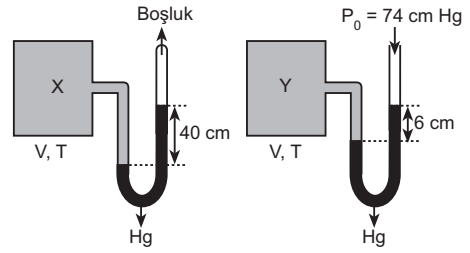
Şekildeki sistemde m gram O_2 gazı vardır. Sıcaklık sabit tutularak sisteme m gram X gazı eklendiğinde, manometrenin a kolunda cıva seviyesi h kadar düşüyor.



Buna göre, X gazının molekül kütlesi aşağıdakilerden hangisidir? (O = 16)

- A) 16
- B) 24
- C) 32
- D) 48
- E) 64

4.



Şekildeki sistemlerde bulunan ideal davranıştaki X ve Y gazlarının kütleleri eşittir.

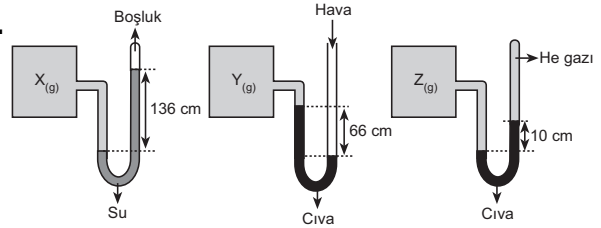
Buna göre, X ve Y gazları ile ilgili,

- I. X in molekül sayısı, Y nin molekül sayısının 2 katıdır.
- II. X in molekül kütlesi, Y nin molekül kütlesinin 2 katıdır.
- III. X ve Y moleküllerinin ortalama kinetik enerjisi eşittir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

5.

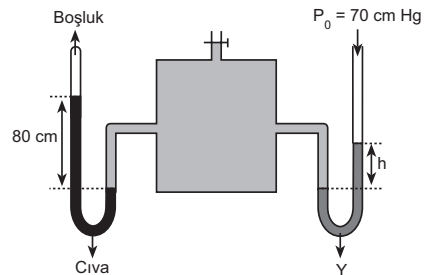


Yukarıdaki manometre sistemlerinde yer alan X, Y ve Z gazlarının basınçları arasındaki karşılaştırma aşağıdakilerden hangisidir?

($d_{Hg} = 13,6 \text{ g/cm}^3$, $d_{su} = 1 \text{ g/cm}^3$, $P_0 = 76 \text{ cm Hg}$)

- A) $X > Z > Y$
- B) $Z > X = Y$
- C) $X = Y > Z$
- D) $X > Y = Z$
- E) $Z > Y > X$

6.



Gaz dolu bir kaba bağlı iki manometrenin birinde cıva, diğerinde Y sıvısı vardır.

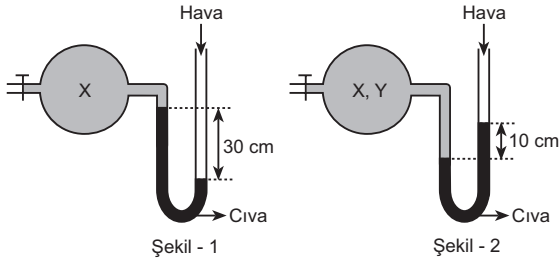
Buna göre, Y sıvısının bulunduğu manometrenin kolları arasındaki farkın (h) cm cinsinden değeri aşağıdakilerden hangisidir?

($d_{cıva} = 13,6 \text{ g/cm}^3$, $d_Y = 6,8 \text{ g/cm}^3$)

- A) 5
- B) 10
- C) 20
- D) 34
- E) 68

MEF YAYINCILIK

7.



m gram X gazının basıncı açık uçlu manometre ile Şekil - 1 deki gibi ölçülmüştür. Aynı sıcaklıkta X gazının bulunduğu kaba m gram Y gazı eklendiğinde, gaz karışımının basıncı Şekil - 2 deki gibi ölçülüyor.

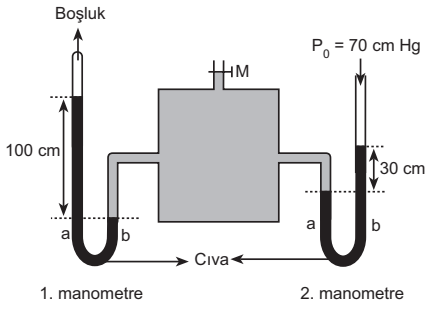
Buna göre, karışımdaki X ve Y gazlarının,

- I. Molekül sayısı
- II. Ortalama molekül hızı
- III. Molekül kütlesi

niceliklerinden hangileri birbirine eşittir?
($P_0 = 70 \text{ cm Hg}$)

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

8.



Şekildeki sistemde sıcaklık sabit tutularak M musluğu açılıyor.

Buna göre, manometrelerdeki cıva düzeylerinin değişimi ile ilgili, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) 1. manometrenin b kolunda 15 cm düşer.
- B) 2. manometrenin a kolunda 15 cm düşer.
- C) 2. manometrenin b kolunda 30 cm düşer.
- D) 1. manometrenin a kolunda 15 cm düşer.
- E) 1. manometrenin a kolunda 30 cm düşer.

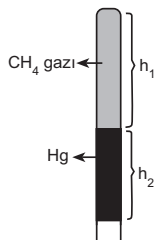
9.

Şekildeki sistemde bulunan CH_4 gazının cm Hg türünden basıncını hesaplamak için,

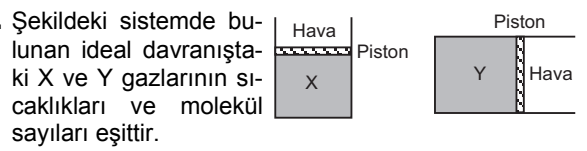
- I. h_1 yüksekliği
- II. h_2 yüksekliği
- III. cm Hg türünden açık hava basıncı

niceliklerinden hangilerinin bilinmesi yeterlidir?

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



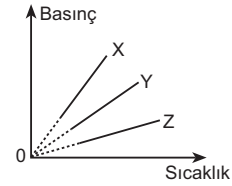
10.



Buna göre, X ve Y gazları ile ilgili, aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

- A) X gazının basıncı daha fazladır.
- B) Birim hacimlerdeki molekül sayıları eşittir.
- C) Y gazının hacmi daha büyüktür.
- D) Moleküllerinin ortalama kinetik enerjileri eşittir.
- E) Basınc.hacim (P.V) değerleri aynıdır.

11.



Yukarıdaki grafik mol sayıları eşit olan ideal X, Y ve Z gazlarının basınçlarının sıcaklıkla değişimini göstermektedir.

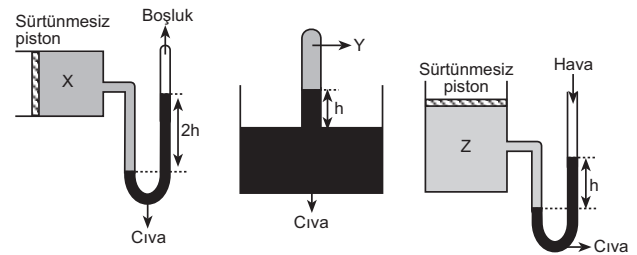
Buna göre,

- I. Sıcaklık birimi $^{\circ}\text{C}$ dir.
- II. Gazların hacmi $X > Y > Z$ dir.
- III. Gazların aynı sıcaklıktaki basınç.hacim (P.V) değerleri eşittir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

12.



Şekildeki sistemler aynı ortamda bulunmaktadır.

Buna göre, sistemlerdeki X, Y ve Z gazlarının basınçları için, aşağıdaki karşılaştırmalardan hangisi doğrudur?

- A) $X > Y = Z$
- B) $X > Y > Z$
- C) $Y > X > Z$
- D) $Y > Z > X$
- E) $Z > X > Y$

1.E	2.C	3.A	4.D	5.B	6.C	7.E	8.D	9.D	10.B	11.C	12.E
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

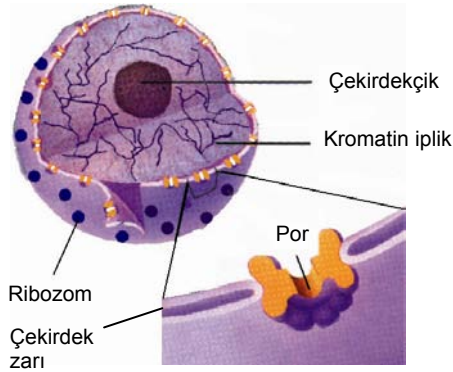
HÜCRE - IV (Çekirdek, Kromozomlar, Metabolizma)

ÇEKİRDEK

Ökaryot hücrelerin tüm yaşamsal olaylarının yönetildiği ve yönlendirildiği merkezdir.

Memeli hayvanların olgun alyuvarlarında bulunmama beraber genelde hücrelerde bir tanedir. Ancak bazı karaçiğer ve çizgili kas hücreleri ile mantarlarda birden fazla çekirdek bulunur.

Çekirdek; çekirdek zarı, çekirdek özsuyu, çekirdekçik ve kromatin ipliklerden oluşmuştur (Şekil 1).



Şekil 1: Çekirdek

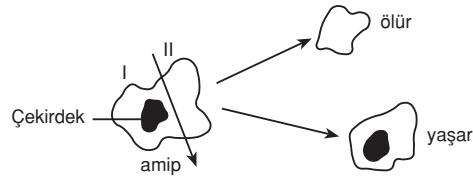
- **Çekirdek zarı;** hücre zarından farklı olarak tüm çekirdek zarı, aralarında boşluk bulunan farklı iç ve dış zarından meydana gelir. Bu çift zar ER nin devamı gibidir. İç zarın düz olmasına karşın dış zarın üzerinde ribozomlar bulunur. Elektron mikroskobu ile yapılan incelemeler çekirdek zarı üzerinde protein, RNA, enzim gibi büyük moleküllerin geçebileceği büyük porların bulunduğunu göstermiştir. Çekirdek zarı da hücre zarı gibi seçici geçirgendir. Yapılan deneylere göre, hücre zarından sitoplazmaya geçebilen bazı maddelerin çekirdek zarından çekirdek içine geçemediği ve sitoplazmada kaldığı gözlenmiştir. Hatta bu porlardan mRNA gibi büyük moleküller geçebilirken çok daha küçük yapıda bazı maddeler geçiş yapamamaktadır.
- **Çekirdek özsuyu;** ışık mikroskobunda çekirdekçik hariç homojen bir yapı gösterir. Çekirdek plazması (karyolenf) da denilen bu sıvının yoğunluğu sitoplazma sıvısından daha yüksektir. Çekirdek sıvısı, su (% 50 – % 80), protein (% 39), DNA (% 10), RNA (% 1), mineral ve diğer maddeler içerir.
- **Çekirdekçik** (nukleolus); ışığı kuvvetli kırdığı için mikroskopda belirgin olarak gözlenir. Çekirdek sıvısından herhangi bir zarla ayrılmaz. Büyüklük ve sayıları, canlılığın türüne ve hücresine göre değişir. Hücre bölünmesi sırasında kaybolur, daha sonra tekrar ortaya çıkar. Çekirdekçikler özgül kromozomların belirli bölgeleriyle meydana gelir. Bunlar, gerçekte, kromozomun basit bir şekilde özelleşmiş kısımlarıdır. DNA ve bazı

proteinlerden yapılmıştır. Sayıları, RNA sentezini yöneten kromozomal segmentlerin sayısı ile belirlenir (amfibilerin yumurta çekirdeği 100 kadar çekirdekçik bulundurabilir). rRNA, DNA üzerinde sentezlenir ve çekirdekçikte toplanır, burada proteinlere özellikle histonlara bağlandıktan sonra sitoplazmaya geçer. Sitoplazmada ribozomların yapısına katılır ve protein sentezinde aktif görev alır.

Çok az protein sentezi yapan hücrelerde çekirdekçikler küçük olma ya da bulunmama eğilimindedir.

- **Kromatin iplik** protein, RNA ve DNA içerir. Temel görevi, RNA sentezleyerek protein sentezini yönetmek ve bölünme öncesi kendini eşleyerek (kopyalama) taşıdığı kalıtsal bilgilerin bir sonraki nesle aktarılmasını sağlamaktır.

ÖRNEK 1



MEF YAYINCILIK

Yukarıda amiplerle yapılan bir deney gösterilmiştir. Deneyde amipin sitoplazması okla gösterilen bölgeden kesilmiştir. Çekirdek içermeyen sitoplazma bölümü canlılığını yitirirken, çekirdek içeren bölümün kendini onardığı ve canlılığını sürdürdüğü gözlenmiştir.

Bu deneyin sonucu,

- Çekirdek hücrenin canlılığını sürdürmesi için gereklidir.
- Hücrenin kendini onarması çekirdek varlığında mümkündür.
- Çekirdek kalıtım materyalini içerir.

varsayımlarından hangilerine ulaşmamızı sağlar?

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

ÇÖZÜM

Amiplerle yapılan bu deney çekirdeğin hücredeki önemi ve görevini açıklamaktadır.

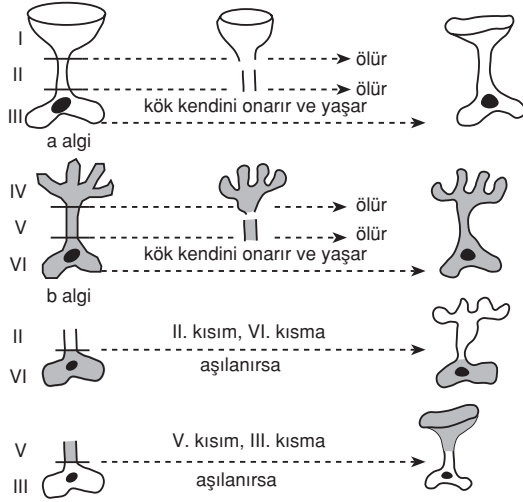
Çekirdek içermeyen bölümün ölmesi, hücrenin yaşaması için çekirdeğin gerekli olduğunu gösterir.

Çekirdek içeren bölümün kendini onarması ve canlılığını sürdürmesi, onarımın çekirdek varlığında mümkün olduğunu göstermektedir. Ancak amipin kalıtsal özellikleriyle ilgili bir veri yoktur.

Yanıt: D

ÖRNEK 2

Şemsiye şekilleri ve renkleri farklı, tekhücreli iki alg (su yosunu) türü ile yapılan deneyler aşağıda gösterilmiştir.



Bu deneyler;

- I. çekirdeğin kalıtsal bilgiyi taşıdığı
- II. canlılığın sürmesi için çekirdeğin gerekli olduğu
- III. kalıtsal özelliklerin baskın ya da çekinik olabileceği

varsayımlarından hangilerini destekler?

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

ÇÖZÜM

a ve b alglerinin kesilen parçalarından çekirdek içermeyen kısımların ölmesi, çekirdek içeren parçanın kendini onarıp yaşamını sürdürmesi, canlılığın sürmesi için çekirdeğin gerekli olduğunu göstermektedir. Yapılan aşılama deneylerinde çekirdeğin ait olduğu algin şemsiye şeklinin belirmesi ise kalıtsal bilginin çekirdekte taşındığını göstermektedir. Deneyde hangi şemsiye şeklinin baskın ya da çekinik olduğu konusunda bir veri yoktur.

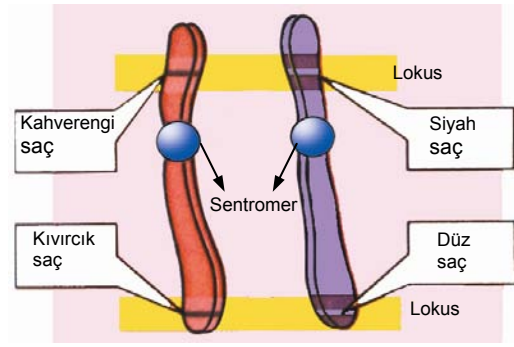
Yanıt: D

KROMOZOMLAR

Sadece hücre bölünmesi için hazırlık evresinde, yoğunlaştıkları zaman görülebilen, uzun iplik şeklindeki yapılardır. Hiçbir zaman yeniden oluşmazlar, var olan DNA'nın kendini eşlemesiyle yapılırlar. Yaşamın sürekliliği, kromozomların devamlılığına dayanır. Sayıları, türden türe farklı olur. Kromozom sayısı ile canlılığın (türün) organizasyon derecesi arasında herhangi bir bağıntı yoktur. Örneğin, D. melanogaster $2n=8$, insan $2n=46$, keçi $2n=60$, bir tür istakoz $2n=200$, bir tür eğreltiotu $2n=500$ kromozomludur. Bazı türlerin kromozom sayıları aynı olabilir. Örneğin, insanda, tropik bir balık türünde ve kurtbağrı bitkisinde $2n=46$ kromozom bulunmaktadır.

Bu durum bizi "Kromozom sayısı ile evrimleşme derecesi arasında bir ilişki yoktur." yargısına götürür.

Canlı türlerinin çoğunda kromozomlar çiftler halinde bulunur. Şekil ve büyüklükleri birbirinin aynı olan, aynı bölgelelerinde (**lokus**) karşılıklı olarak aynı karaktere ait genler (**alel genler**) taşıyan kromozom çiftlerine **homolog kromozom** denir (Şekil 2).



Şekil 2: Homolog kromozomlar

Homolog kromozom çifti taşıyan hücrelere (bireylere) **diploit ($2n$)** kromozomlu denir. Homolog kromozomlardan birini taşıyan hücrelere de (bireylere) **monoploit ($n = \text{haploit}$)** kromozomlu denir.

Doğada; virüsler, bakteriler, üreme hücreleri (sperm, yumurta), bazı sporlar, bazı bitki ve hayvanlar (erkek arı gibi) monoploittir.

Diğer tüm canlılar ve onların vücut hücreleri diploittir.

Üzerinde bazı vücut özellikleri ile birlikte cinsiyetle ilgili bilgiler (gen) taşıyan kromozomlara **gonozom** denir. Bu kromozomlar cinsiyetin belirlenmesinde rol oynar. **X-Y** veya **Z-W** gibi harflerle gösterilir.

Birçok hayvan türünün dişilerinde gonozomlar **XX**, erkeklerinde gonozomlar **XY** ile gösterilir. Kuşların erkeklerinde gonozomlar **XX** ya da **ZZ**, dişilerinde gonozomlar **XY** ya da **ZW** ile gösterilir.

Sadece vücut özellikleri ile ilgili genler taşıyan kromozomlara **otozom** denir. İnsan hücrelerinin otozom ve gonozomları aşağıdaki gibi gösterilir. Dişi bireyler 23 çift homolog kromozoma sahipken, erkek bireyler 22 çift homolog kromozoma sahiptir.

	Otozom	Gonozom
Dişi birey ($2n=46$)	44	XX
Erkek birey ($2n=46$)	44	XY
Yumurta ($n=23$)	22	X
Sperm ($n=23$)	22	X
Sperm ($n=23$)	22	Y

ÖRNEK 3

Bir hücrenin diploit ya da haploit olduğunu anlamak için hücrede, aşağıdakilerden hangisini belirlemek yeterlidir?

- A) Mitokondri sayısını
B) Homolog kromozomların varlığını
C) Ribozomların bulunduğu yeri
D) Sentrozomun bulunup bulunmamasını
E) Hücre çeperinin bulunmasını

ÇÖZÜM

Bir hücrede homolog kromozomların varlığı hücrenin diploit olduğunun kanıtıdır.

Yanıt: B

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Kromozomlarla ilgili olarak,

- I. DNA, RNA ve proteinden yapılmıştır.
- II. İçerdiği genlerin yapı ve düzeni türe özgüdür.
- III. Dölllenmiş yumurta hücresinde yeniden oluşturulur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

Kromozomların yapısında DNA, RNA ve protein bulunur. İçerdiği genlerin yapı ve düzeni türe özgüdür. Hiçbir zaman yeniden oluşmazlar ya eskiden var olan bir yapının bölünmesiyle ya da DNA eşlenmesi sonucu oluşurlar.

Yanıt: D

2. İnsanda metabolizma hızına,

- I. yaş
- II. vücut büyüklüğü
- III. beslenme biçimi

gibi faktörlerden hangileri etkilidir?

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

ÇÖZÜM

Metabolizma hızı üzerine etkili olan faktörler; yaş, sık yemek yeme, protein ağırlıklı beslenme gibi beslenme biçimi, tiroksin, adrenalin gibi metabolizmaya etkili hormonlar, spor, vücut büyüklüğü, vücut-yüzey alanıdır.

Yanıt: E

3. İnsanlarda,

- I. metabolizmanın hızlanmasıyla yağların solunumda yıkılması
- II. hücrelerde protein sentezinin gerçekleşmesi
- III. kemiklerin büyüme bölgelerinde mitoz bölünme hızının yüksek olması

durumlarından hangileri katabolizma tepkimelerine örnektir?

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

ÇÖZÜM

Katabolizma, karmaşık yapıları büyük moleküllerin parçalanması ve enerjinin açığa çıkarılması olayıdır. Solunum tepkimeleri katabolik bir olaydır (I. veri). Amino asitlerden protein sentezlenmesi ve kemik hücrelerinin mitozla çoğalması ise (II. ve III. veriler) yapım (anabolizma) tepkimelerine örnektir.

Yanıt: A

4. Çekirdeği özel bir yöntemle çıkarılmış bir hücrede,

- I. ribozomda protein sentezi
- II. hücre zarında madde difüzyonu
- III. mitokondrilerin kendini eşleyememesi

etkinliklerinden hangilerinin gerçekleşmemesi hücrenin canlılığını sürdürememesinin nedenleridir?

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

ÇÖZÜM

Çekirdeği özel bir yöntemle çıkarılmış hücrede, DNA üzerinden mRNA basımı durur. Dolayısıyla ribozomlarda protein sentezi durur. Gerekli enzimler sentezlenemez. Bu olay hücre metabolizmasının durmasına neden olur. Mitokondri sayısının artışı hücrenin enerji gereksinimiyle ilgilidir. Canlılığın sürmesi için hücre mitokondrilerinin kendini eşlemesi gerekmez. Canlılığını yitirmiş hücrelerin zarlarında madde difüzyonu (pasif taşıma) gerçekleşebilir.

Yanıt: A

5. Farklı hücrelerdeki çekirdek büyüklüğü sahip olduğu genetik materyale göre değişir. Örneğin diploid hücrelerin çekirdeği haploid hücrelerinkinden büyük olur.

Buna göre,

- I. stoma
- II. endosperm
- III. yumurta

gibi hücrelerin çekirdek büyüklüklerinin küçükten büyüğe doğru sıralaması aşağıdakilerin hangisindeki gibidir?

- A) I – II – III B) I – III – II C) III – I – II
D) III – II – I E) II – III – I

ÇÖZÜM

Bir bitkide stoma hücresi 2n kromozomlu; yumurta hücresi n kromozomludur. Tohumdaki endosperm ise 3n kromozomludur. Bu durumda bu hücrelerin çekirdek büyüklüklerine göre sıralaması endosperm > stoma hücresi > yumurta hücresidir.

Yanıt: C

6. Bir insanın bazal metabolizma hızını ölçmede aşağıdakilerden hangisi gerekli bir uygulama değildir?

- A) Kişinin tam dinlenme halinde olması
- B) Ortamın oda sıcaklığında olması
- C) Ortamın sessiz olması
- D) Kişinin en az 12 saat önce yemek yemiş olması
- E) Kişinin uyku durumunda olması

ÇÖZÜM

Bazal metabolizma hızı, yemek yedikten en az 12 saat sonra, tam dinlenme halinde, uzanırken, oda sıcaklığında ve sessiz ortamda ölçülür. Uyku halinde bazal metabolizma normalin altına düşer.

Yanıt: E

KONU TESTİ

1. – Çekirdek zarının hücre zarına göre geçirgenliği daha fazladır.
– Hücre zarında yer alan porların çapı çekirdek zarında yer alan porların çapından daha küçüktür.

Çekirdek zarının yukarıda verilen özellikleri;

- I. çekirdekte sentezlenen ribozomların alt birimlerinin sitoplazmaya geçişini kolaylaştırma
II. hücre zarından geçemeyen ATP moleküllerinin sitoplazmadan çekirdeğe geçişini sağlama
III. hücre zarından geçemeyen RNA moleküllerinin çekirdekte sitoplazmaya geçişini kolaylaştırma

olaylarından hangilerine neden olur?

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

2.

Canlı	Kromozom Sayısı (2n)
Kurtbağrı bitkisi	46
Sirkesineği	8
Kiraz	32
İnsan	46
Keçi	60
Bir tür kelebek	346

Yukarıdaki tabloda bazı canlıların kromozom sayıları verilmiştir.

Bu tabloyla ilgili olarak;

- I. Farklı türden canlıların kromozom sayısı aynı olabilir.
II. Kromozom sayısı ile türün evrim derecesi arasında bir ilişki yoktur.
III. Bir türün kromozom sayısı o türün hangi âleme ait olduğunu belirlemez.

yorumlarından hangileri yapılır?

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

3. Homolog kromozomlarda aşağıdakilerden hangisi farklılık gösterebilir?

- A) Gen niteliği
B) Gen sayıları
C) Lokus sayısı
D) Şekilleri
E) Nükleotit çeşidi

4. Çekirdek zarıyla ilgili;

- I. Kalıtsal materyali sitoplazmadan ayırır.
II. Endoplazmik retikulumun devamı gibidir.
III. Üzerindeki porlar madde alışverişine olanak sağlar.
IV. Üzerinde ribozomlar bulunur.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

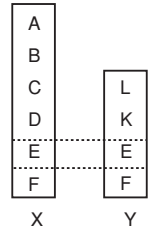
5. Vücut hücrelerinde 40 otozomal kromozom bulunan bir memelinin;

- I. Gametlerinde 10 çift otozom bulunur.
II. Yumurta hücresi 10+X kromozom formülü ile gösterilir.
III. Sperm hücreleri X veya Y gonozomları taşıyabilir.
IV. Erkek bireylerin diploit hücrelerinin kromozom formülü 40+XY dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

6. İnsanda cinsiyet belirleyen X ve Y gibi kromozomlara gonozom denir. Gonozomlar, dişilerde XX, erkeklerde XY şeklinde gösterilir.



Buna göre, yanda şekli verilen X ve Y kromozomları üzerindeki genlerle ilgili olarak;

- I. K ve L genleri sadece erkeklerde gözlenen özellikleri belirler.
II. Bir erkek bireyde K ve L özelliklerini belirleyen genlerin alelleri yoktur.
III. Dişilerde her bir karakter iki alel genle kontrol edilir.

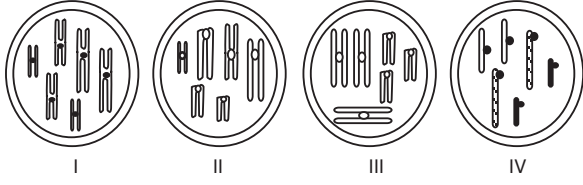
yargılarından hangileri doğrudur?

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

7. Bir amipin çekirdeği çıkarılırsa aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi beklenir?

- A) Mitokondrilerin artması
B) RNA dan DNA sentezi
C) Hücre zarından madde giriş çıkışı
D) Bölünmeye yönelik aktivitelerin hızlanması
E) Çekirdekçiğin artması

8. Farklı türlere ait bazı hücreler aşağıda gösterilmiştir.



Bu hücrelerden hangileri diploittir?

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

9.

Tür	Kromozom sayısı
İnsan	46
Morina balığı	46
Şempanze	46
Kedi	36

Yukarıdaki tabloda bazı canlı türlerinin kromozom sayıları verilmiştir.

Tablodaki verilere göre;

- I. Kromozom sayısı aynı olan canlılar birbirine çok yakın türlerdir.
II. Farklı türlerde aynı sayıda kromozom bulunabilir.
III. Evrimsel olarak gelişmiş canlıların kromozom sayıları birbirine yakındır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

10. Kromozomlar ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğru değildir?

- A) Yapısında DNA bulunur.
B) Cinsiyeti belirler.
C) Dölden döle aktarılır.
D) Gen bulundurur.
E) Her hücrede aynı sayıdadır.

11. Ökaryot çekirdekler aşağıdaki yapılardan hangisini çermez?

- A) Çekirdek zarı B) Kromatin iplik
C) Ribozom D) Karyolenf
E) Çekirdekçik

12. Bazı türlerin vücut ve üreme hücrelerindeki kromozom sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Canlı Adı (Tür)	Vücut hücrelerindeki kromozom sayısı (2n)	Üreme hücrelerindeki kromozom sayısı (n)
Yuvarlak Solucan	2	1
Kurtbağı Bitkisi	46	23
İnsan	46	23
Eğreltiotu Bitkisi	500	250

Tablo verilerine dayanarak aşağıdakilerden hangisine ulaşamaz?

- A) Kromozom sayısı oğul dölde yarıya düşer.
B) Bazı canlı türlerinde kromozom sayısı aynıdır.
C) Üreme hücrelerinin kromozom sayısına bakılarak vücut hücresinin kromozom sayısı bulunabilir.
D) Kromozom sayısı aynı türün bireylerinde değişmez.
E) Kromozom sayısı ile organizmanın gelişmişliği arasında bir ilişki yoktur.

13. Ökaryot hücrelerde görülen kromatin iplikle ilgili,

- I. Kromozomu oluşturan DNA – protein bileşimidir.
II. Kromozomal DNA'nın organizasyonu ve paketlenmesine uygun bir yapıdadır.
III. Hücre döngüsünün farklı evrelerinde paketlenme düzeyi farklılık gösterir.
IV. Diploit hücrelerde iki tanesi bir kromozom oluştururken monoploit hücrelerde her biri bir kromozom oluşturur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

14. Metabolizma hızı yüksek olan dokulara ait hücrelerde aşağıdakilerden hangisi gerekli bir özellik değildir?

- A) Ribozom etkinliğinin fazla olması
B) Ribozom sayısının çok olması
C) Çekirdekçiğin büyük olması
D) Çekirdeğin çok sayıda olması
E) Mitokondri sayısının fazla olması

1.E 2.E 3.A 4.E 5.D 6.E 7.C 8.B 9.B 10.E 11.C 12.A 13.B 14.D

KURTULUŞ SAVAŞI DÖNEMİ

İtilaf Devletleri'nin ve İstanbul Hükümeti'nin TBMM'ye Karşı Yürüttüğü Çalışmalar Nelerdir?

- **İç ayaklanmaları desteklemek:** Osmanlı Mebusan Meclisi dağıtıldıktan bir süre sonra 5 Nisan 1920'de Damat Ferit yeniden İstanbul Hükümeti'nin başına getirilmişti. Mustafa Kemal'in Anadolu'da etkinliğini artırması padişahı ve hükümeti kaygılandırıyordu. 11 Nisan 1920'de şeyhülislamdan aldıkları fetvaları Anadolu'ya dağıttılar ve Mustafa Kemal'i asi ilan ettiler. Ayrıca askerî önlemlere de başvurarak ulusal güçlere karşı Kuvayı İnzibatiye ya da Halifelik Ordusu denilen orduyu kurdular ve İzmit'e ulaşan ulusal hareketi engellemeye çalıştılar.

Anadolu halkının ayaklandırılmasında genellikle din etkeni kullandılar. (Afyon, Konya, Yozgat, Düzce isyanları).

Devlet kurma amacıyla çıkan azınlık ayaklanmaları (Rum, Ermeni isyanları) İtilaf Devletleri tarafından desteklendi.

İç savaş cephesinde üstünlük ya da önderlik yarışı gibi kişisel nedenlerle çıkan ayaklanmalar da vardı. Düzenli ordulara katılmak istemeyen bazı Kuvayı Milliye şeflerinin ayaklanmaları buna örnektir (Demirci Mehmet Efe ve Çerkez Ethem).

Türk milletinin bağımsızlık mücadelesi verdiği bir sırada ortaya çıkan iç isyanlar, ulusal kuvvetlere zaman ve insan kaybettirmiş, savaş gücünü zayıflatmıştır. Ulusal güçlerin bu ayaklanmaları bastırması, İstanbul Hükümeti ile arasındaki iktidar mücadelesinin son aşamasıdır.

Ayaklanmalar 1920 yılında TBMM Hükümeti'nin kurulmasından sonra en yoğun dereceye ulaşınca TBMM, önceliği iç cepheyi düzeltmeye vermiştir. TBMM bu nedenle, ulusal mücadelenin uzamasına, Yunan ordusunun işgalinin genişlemesine sebep olan, ulusal birliği, sosyal hayatı ve savaşma gücünü olumsuz etkileyen iç ayaklanmalar etkisiz hale getirildikten sonra asıl savaşa ağırlık verebilmiştir.

"Düşman karşısındaki cephe sarsılabilir, yarılabilir, mağlup olabilir. Fakat bu durum hiçbir zaman memleketi, milleti mahvedemez. Lakin iç cephenin yıkılması esarete sebep olur."

Mustafa Kemal Atatürk

- **Sevr Barış Antlaşması'nı imzalamak:** İtilaf Devletleri Osmanlıyla yapılacak barışın koşullarını belirlemek amacıyla önce Paris Konferansı'nda bir araya gelmişler ancak bir sonuç alamamışlardı. Bu sırada Anadolu'nun işgaline karşı ulusal mücadelenin gittikçe güçlenmesi üzerine çalışmalarını hızlandırdılar. 10 Ağustos 1920'de Osmanlı Devleti ile İtilaf Devletleri arasında Sevr Antlaşması imzalandı.

Bu antlaşmaya göre, Osmanlı Devleti'nin toprakları "manda ve himaye" adı altında paylaşıldı. Osmanlıya

birakılan topraklar üzerinde bağımsız, egemen bir devletin yaşaması mümkün değildi.

Bu antlaşmanın yürürlüğe girebilmesi için Mebusan Meclisi'nin onayı gerekiyordu. 18 Mart 1920'de meclisin çalışmalarına son verilmişti. **Bu durum Sevr Antlaşması'nın hukuksal olarak geçerli olmadığını göstermektedir.** Sevr Antlaşması'nın yürürlüğe girmemesinin temel nedeni ise, Türk Kurtuluş Savaşı'nın başarıyla sonuçlanmasıdır.

Kurtuluş Savaşı'nın Savaş Cephesi Nelerdir?

Türk Kurtuluş Savaşı'nın doğu, güney ve batı diye adlandırılan üç cephesinin dışında dördüncü cephesi yukarıda bahsedilen iç ayaklanmalardır. Anadolu'nun işgalden kurtarılması ve ulusal bağımsızlığın sağlanması öncelikle bu "iç cephe"nin kazanılmasıyla mümkün olmuştur. Bir iç savaş niteliğinde olan ayaklanmaların arkasında padişah, İstanbul hükümetleri ve İtilaf Devletleri (özellikle İngiltere) vardır. Doğu, Güney ve Batı Cepheslerinin üçünde de ayrı strateji uygulanmıştır: Doğu Cephesi'nde taarruz, Güney Cephesi'nde gerilla harbi, Batı Cephesi'nde Sakarya Muharebesi'nin sonuna kadar savunma, daha sonra taarruz.

Doğu Cephesi

Bolşevik İhtilali'nden sonra Kars, Ardahan, Batum'dan çekilen Rus kitalarının yerini Ermeni ve Gürcüler almıştı. Erzurum Kongresi'nin toplanmasında önemli rol oynamış olan Kazım Karabekir, Doğu Cephesi komutanı olarak Ermenilere karşı yapılacak harekâtı yürütmekle görevliydi. 24 Eylül 1920'de verilen emre göre Kazım Karabekir komutasındaki Türk ordusu birçok cephede saldırıya geçti. 28 Eylül 1920'de Sarıkamış, 30 Ekim'de Kars, 7 Kasım'da da Gümrü, Türk birlikleri tarafından geri alındı. Bu durum karşısında Ermeni Hükümeti barış istemek zorunda kaldı. TBMM ile Ermenistan arasında 3 Aralık 1920'de **Gümrü Antlaşması** imzalandı.

Anahtar sözcük

Gümrü Antlaşması: Bu antlaşmaya göre, Sevr Antlaşması ile Ermenilere bırakılan Doğu illeri ve 1878 Berlin Antlaşması'yla Rusya'ya bırakılan Kars ve dolayları geri alındı. Ermeni Hükümeti böylelikle Sevr Antlaşması'nın geçersiz olduğunu kabul etmiş oldu. Gümrü Antlaşması, TBMM'nin imzaladığı ilk antlaşma ve ilk siyasi başarı olması açısından önemlidir.

- Gümrü Antlaşması sonucunda, Doğu Cephesi başarıyla kapanmış, TBMM'nin saygınlığı artmış, Doğu Cephesi'ndeki birliklerin bir bölümü Batı Cephesi'ne aktarılmıştır.
- TBMM, Gürcistan'la da antlaşma yaparak Ardahan ve Artvin'i geri almış, Batum konusu ise Sovyetlerle yapılacak görüşmelere bırakılmıştır.

Güney Cephesi

Kurtuluş Savaşı'nın genel stratejisinde güneyde Fransızlara karşı Kuvayı Milliye direnişi öngörülmüştü. Sivas Kongresi'nden sonra buradaki Kuvayı Milliye direnişçilerine bir düzen vermek amacıyla subaylar da gönderilmiştir. Urfa ve Maraş direnişleri başarılı olmuş, Antep'te ise istenen başarı sağlanamamıştır. Antep, Sakarya Meydan Savaşı'ndan sonra Fransızlarla imzalanan 1921 Ankara Antlaşması'yla kurtarılmış ve Güney Cephesi kapanmıştır.

Batı Cephesi

- Yunan işgallerini önlemek için kurulan Kuvayı Milliye birliklerinin eğitimi ordular karşısında yetersiz kaldığı anlaşılmıştı. Bazı Kuvayı Milliye komutanlarının keyfi davranışları, baskı uygulamaları da huzursuzluğa yol açıyordu. Bu nedenlerle TBMM hükümeti bu birliklerin düzenli ordu içine alınmaları için 16 Mayıs 1920'de ilk adımı attı ve bu birliklerin bütün ihtiyaçlarının Milli Savunma Bakanlığı tarafından karşılanmasına karar verildi. Hükümet olabilmek için kuvvete sahip olmak gerekiyordu. Bu nedenle düzenli ordunun kurulması zorunluydu. 25 Haziran 1920'de "Batı Anadolu Genel Kuvayı Milliye Komutanlığı"nın adı, "Batı Cephesi Komutanlığı" olarak değiştirildi.
- Yapılan bu düzenlemelerde, bütün ulusal kuvvetlerin ordu kuruluşları ve kadroları içinde yer alması da kararlaştırılmıştı. Bu düzenlemeler karşısında çıkan bazı sorunlar vardı. Askerden kaçmalar başlamıştı ve bazı Kuvayı Milliye şefleri emir – komuta altına girmek istemiyorlardı. TBMM, düzenli ordular kurarken, ayaklanmaları ve asker kaçaklarını önlemek amacıyla Hiyanet-i Vataniye Kanunu'ndan ve İstiklal Mahkemeleri'nden yararlanmıştı. Yunanlıların Batı Cephesi'nde Ocak 1921'den itibaren başlayan saldırılarına karşı Türk düzenli ordusu direniş göstermiştir.
- **Yunanlıların amacı;** TBMM ordularına lojistik destek sağlayan demiryolu hattını, İnönü - Eskişehir üzerinden ele geçirecek Ankara yolunu açmak ve TBMM yönetimine son vererek, Sevr Antlaşması'nın uygulanmasını sağlamaktı. **Bu durum, İtilaf Devletleri'nin Sevr Antlaşması'nın yürürlüğe girmesi için Yunanlıların askeri gücünü kullandıklarını ve Kurtuluş Savaşı'nın bir Türk – Yunan Savaşı olmayıp, emperyalizme karşı yapılmış bir savaş olduğunu göstermektedir.**

Batı Cephesi Muharebeleri Nelerdir?

• I. İnönü Muharebesi (6 – 10 Ocak 1921)

Yunanlıların Türk ordusuna karşı üstün kuvvetlerle İnönü mevzilerine karşı giriştikleri saldırı, Türk direnişi karşısında kırılmış ve Yunanlılar 11 Ocak'ta eski mevzilerine çekilmek zorunda kalmışlardır. **Bu başarı sonucunda,**

- TBMM'nin içerde ve dışarıda otoritesi artmıştır.
- Düzenli orduya olan güven ve destek artmıştır.
- Ulusal mücadele azmi artmıştır.
- İtilaf Devletleri izledikleri politikalarda Türkiye lehine bazı değişiklikler yapmışlardır. İtilaf Devletleri bir yandan Sevr'in hükümlerinde küçük değişiklikler yaparak uygulanmasını sağlamak, bir yandan da Yunanistan'a nefes aldirmek için sözde barış planları hazırlamaya başladılar. Bu amaçla Londra'da bir konferans toplanması kararlaştırıldı.

Anahtar sözcük

Londra Konferansı (23 Şubat - 12 Mart 1921): Bir karar alınmadan dağılmasına karşın Londra Konferansı, Türkiye açısından bazı olumlu sonuçlar getirmiştir. TBMM Hükümeti ilk defa İtilaf Devletleri tarafından tanındı ve Misak-ı Milli dünya kamuoyuna duyuruldu. TBMM yönetimi barış yanlısı olduğunu gösterdi.

1 Mart 1921'de Sovyet Rusya'nın aracılığıyla Türkiye - Afganistan Dostluk Antlaşması imzalandı. Afganistan, bu antlaşmayla Anadolu'da kurulan TBMM'yi tanıyor, Türkiye de Afganistan'a subay, doktor ve öğretmen göndermeyi kabul ediyordu.

Anahtar sözcük

Moskova Antlaşması: Moskova Antlaşması'nın Londra Konferansı sonuçlandıktan sonra imzalanmasının nedeni, Sovyetlerin, TBMM'nin İtilaf Devletleri'ne karşı tutumundan emin olmak istemesidir. Bu antlaşma, TBMM'nin dış politikada kazandığı bir zaferdir. Türkiye'nin doğu sınırı çizilmiştir. Sovyetlerden alınan mali ve askeri yardım Kurtuluş Savaşı'nın kazanılmasında önemli rol oynamıştır. TBMM ve Sovyet Rusya, birbirlerinin bağımsızlıklarına ve yönetim biçimlerine saygılı olacaklarına dair karşılıklı güvence vermişlerdir.

• II. İnönü Muharebesi (23 Mart - 1 Nisan 1921)

Türk heyeti Londra'da yapılan konferanstan dönmeden Yunanlılar yeniden saldırıya geçti. Yunanlılar, başlangıçta başarılı gibi görünseler de I. İnönü Muharebesi'nde olduğu gibi eski mevzilerine çekilmek zorunda kaldılar. Böylelikle Türk ordusu, Yunan ilerleyişini İnönü Muharebeleriyle durdurmayı başardı. **Bu başarı sonucunda;**

- Halkın TBMM'ye ve düzenli ordulara olan güveni ve desteği arttı.
- İtilaf Devletleri arasında anlaşmazlık çıktı ve İtilaf birliği dağılma tehlikesi geçirdi. Fransa, Ankara Hükümeti'yle görüşmeleri başlatırken, İtalya Anadolu'dan çekilmeye başladı.

• Kütahya-Eskişehir Muharebeleri (10 – 24 Temmuz 1921)

İnönü Muharebelerinden umduğunu bulamayan ve İtilaf Devletleri'nin güvenini kaybeden Yunanlılar bir hazırlık döneminden sonra yeniden saldırıya geçtiler.

"Yunan Büyük Taarruzu" olarak nitelendirilen bu savaşta, Türk ordusu bu defa Yunanlıları durduramadı ve Mustafa Kemal'in verdiği emirle Sakarya'nın doğusuna çekildi. Afyon, Kütahya ve Eskişehir Yunanlıların eline geçti. **Bu başarısızlığın sonucunda;**

- Yurtta büyük bir moral bozukluğu oluştu.
- Mecliste şiddetli tartışmalar meydana geldi.
- Mecliste Ankara'nın boşaltılması, meclisin Kayseri'ye taşınması gündeme geldi ve Mustafa Kemal'i hedef alan suçlamalarda bulunuldu. Başkomutanlık üzerine yapılan tartışma ve eleştirilere karşı Mustafa Kemal'in kararlı tutumu sonucunda, 5 Ağustos 1921'de, **Başkomutanlık Kanunu** çıkarıldı.

Anahtar sözcük

Başkomutanlık Kanunu: Mustafa Kemal, başkomutanlığa getirilmiş ve kendisine meclisin askeri yetkilerini üç ay süreyle kullanma yetkisi verilmiştir. **Bu durum Mustafa Kemal'in yasa gücünde emir verme yetkisine sahip olduğunu gösterir.**

- Fransa, TBMM ile antlaşma yapmaktan vazgeçti.
- İtalya, Anadolu'dan çekilmeyi durdurdu.
- Sovyet Rusya, TBMM'ye yaptığı yardımı yavaşlattı.
- Mustafa Kemal, Başkomutanlık yetkilerini kullanarak 7 Ağustos 1921'de **Tekalif-i Milliye Emirleri**'ni yayımladı.

Anahtar sözcük

Tekalif-i Milliye Emirleri: Ordunun lojistik destek kaynaklarını artırmak için çıkarılmış bir vergi kanunudur. Buna göre halk, elindeki her tür malzemenin bir bölümünü (%40) orduya vermekle yükümlüdür. **Bu yasayla Kurtuluş Savaşı'nda topyekün savaş öğretisi benimsenmiş oldu.**

• Sakarya Meydan Muharebesi (23 Ağustos - 13 Eylül 1921)

İnönü Muharebelerinde yenilen Yunan ordusu, Kütahya – Eskişehir başarılarından aldığı morale Türk ordusuna kesin darbeyi vurmak amacıyla Sakarya'nın doğusuna doğru saldırıya geçti.

Yunan ordusunun Türk savunma hatlarını zaman zaman kırdığı bir ortamda Mustafa Kemal Paşa, belli bir hattın savunulduğu cephe sistemini değiştiren emrini verdi: "Hattı müdafaa yoktur, sathı müdafaa vardır. O satıh bütün vatanıdır. Vatanın her karış toprağı vatan-
daşın kanıyla ıslanmadıkça düşmana terk olunamaz."

Kütahya - Eskişehir Muharebelerinde geri çekilme emri veren Mustafa Kemal'in şimdi böyle farklı bir emir vermesi O'nun koşullara göre en uygun önlemi aldığını ve uyguladığını gösterir.

Sakarya Meydan Muharebesi, Yunan ordusunun Anadolu seferinde giriştiği son saldırının kesin bir yenilgiye uğramasıyla sonuçlandı. **Bu başarı sonucunda;**

- Yunanlılar Anadolu'da saldırı üstünlüğünü kesin olarak yitirdiler. Saldırı üstünlüğü Türk ordusuna geçti.
- Mustafa Kemal Paşa'nın başkomutan olarak bu savaşta üstün yönetme gücünü değerlendiren TBMM, 19 Eylül 1921'de Mustafa Kemal'i "mareşallik" rütbesine yükseltti ve "gazilik" unvanını verdi.

- İtalyanlar Anadolu'dan tamamen çekildiler. İtilaf birliği parçalandı. O zamana kadar TBMM ile antlaşma yapmakta tereddütlü davranan Fransa ile TBMM arasında 20 Ekim 1921'de **Ankara Antlaşması** imzalandı.

Anahtar sözcük

Ankara Antlaşması: Fransa yeni Türk devletini tanıdı ve savaşı sona erdirdi. (Fransa, TBMM'yi resmen tanıyan ilk İtilaf devletidir.) Güney Cephesi kapandığı için buradaki birlikleri Batı Cephesi'ne kaydırma olanağı doğdu. Türkiye'nin bugünkü Suriye sınırı (İskenderun ve Hatay dışında) belirlendi. Hatay'daki Türklere geniş haklar tanındı.

- Sakarya Zaferi ile Türklerin savaşı kazanacakları hakkında kuşkuları kalmayınca, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri olan Kafkas Devletleri, Sovyet Rusya'nın aracılığıyla TBMM ile 13 Ekim 1921'de **Kars Antlaşması**'ni imzaladılar.

Anahtar sözcük

Kars Antlaşması: Ermenistan, Gürcistan ve Azerbaycan Sovyet Rusya ile yapılan Moskova Antlaşması'nı onayladılar. Kuzeydoğu sınırı kesin olarak çizildi.

• Büyük Taarruz ve Başkomutanlık Meydan Muharebesi

- Taarruz için lojistik hazırlıklar yapıldı. TBMM ordusunun saldırısı **26 Ağustos 1922**'de topçu ateşi ile başladı. **30 Ağustos** günü de Başkomutan'ın doğrudan yönettiği savaş sonunda Yunan birliklerinin bir kısmı yok edildi.
- Yunan ordusunun diğer birlikleri bozgun halinde geri çekilmeye başladı. Yunan Başkomutanı General Trikopis esir alındı. Bu sonuç üzerine Başkomutan Mustafa Kemal Paşa ünlü emrini verdi: **"Ordular ilk hedefiniz Akdeniz'dir, ileri!..."**
- Düşmanı izleyen Türk ordusu, **9 Eylül**'de İzmir'e girdi. **18 Eylül**'de Batı Anadolu Yunan birliklerinden tümüyle temizlendi.
- Türk ordusu, Trakya'yı kurtarmak amacıyla Çanakkale Boğazı'na yöneldi. Boğaz; İngiliz, Fransız ve İtalyan birliklerince tutulmuştu. Böylece İtilaf Devletleri askerleriyle yeni bir savaş olasılığı belirdi.
- Mustafa Kemal, İstanbul'un, Boğazların ve Doğu Trakya'nın boşaltılması koşulu ile ateşkes önerisini kabul edebileceklerini bildirdi. İngilizler ise Boğazların ve Doğu Trakya'nın boşaltılmaması için direniyorlardı. Ancak Fransızlar ve İtalyanlar Türk isteklerini haklı bularak Çanakkale'deki birliklerini geri çektiler. Yalnız kalan Llyod George Hükümeti de sonunda ateşkes önerisini kabul etmek zorunda kaldı.

KONU TESTİ

1. Kâzım Karabekir komutasındaki ordunun doğuda Ermenilere karşı verdiği mücadelenin başarıya ulaşması sonucunda TBMM ile Ermenistan arasında imzalanan Gümrü Antlaşması ile Türkiye'nin doğu sınırı çizilmiştir.

Buna göre,

- I. Ermenistan ile olan sınır sorunlarının çözümlendiği,
II. doğuda askeri mücadelenin sona erdiği,
III. Türk - Ermeni siyasi işbirliğinin başladığı

yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

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

2. I. İnönü Zaferi'nden sonra düzenlenen Londra Konferansı'na TBMM Hükümeti de katılmıştır.

Aşağıdakilerden hangisi, TBMM Hükümeti'nin konferansa katılmasının amaçlarından biri değildir?

- A) Misak-ı Milli'yi dünya kamuoyuna duyurmak
B) Barış yanlısı olduğunu göstermek
C) Bağımsızlık savaşının haklılığını göstermek
D) İtilaf Devletleri'nce tanınmak
E) İtilaf Devletleri'nden siyasi ve ekonomik destek almak

3. **Ulusal Kurtuluş Savaşı'nda,**

- I. TBMM'ye karşı ayaklananları ve asker kaçaklarını yargılamak için mahkemeler kurulması,
II. Kuvayı Milliye birliklerinin, suçlu görülen kişileri cezalandırmasının yasaklanması,
III. Başkomutanlık Kanunu'yla Mustafa Kemal'e meclisin bazı yetkilerinin süreli olarak verilmesi

gelişmelerinden hangileri, TBMM'nin otoritesinin güçlendirilmesi amacıyla yöneliktir?

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

4. **Ulusal mücadele döneminde,**

- I. Sovyetler Birliği ile ilişkilerin geliştirilmesi,
II. İtalya ve Fransa ile gizli görüşmelerin yapılması,
III. Afganistan'la dostluk antlaşması imzalanması

gelişmelerinden hangileri, İngiltere'yi Anadolu politikası konusunda askeri destekten yoksun bırakma amacıyla yöneliktir?

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

5. **Eskişehir - Kütahya Savaşları'ndaki yenilginin ardından Türk ordusunun, Sakarya Irmağı'na kadar hızla çekilmesi,**

- I. Yunan ordusunu Anadolu'da geniş bir alana yayarak zor durumda bırakmak,
II. Ermenistan ile sınır antlaşması imzalamak,
III. askeri kayıpları azaltmak

amaçlarından hangilerine yöneliktir?

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

6. Sakarya'da Yunan taarruzunun durdurulması ve işgal güçlerinin başarısızlığı, Yunan askeri ve sivil kamuoyunda büyük bir moral çöküntüsüne neden olmuştur.

Aşağıdakilerden hangisinin, bu moral çöküntüsünü gidermek amacıyla yapılan çalışmalardan biri olduğu söylenemez?

- A) Ege bölgesinde yaşayan yerli Rumların silah altına alınması
B) İstanbul'un yönetiminin tamamen Yunanistan'a bırakılması
C) İstanbul'u tehdit etmek için iki tümenin Trakya'ya çıkarılması
D) İtalya'nın boşalttığı Söke ve Kuşadası'nın Yunan ordusunca işgal edilmesi
E) Batı Anadolu'da özerk bir İyonya Devleti'nin kurulacağı ilan edilmesi

7. **Başkomutanlık Meydan Savaşı'nda Yunan Ordusu'nun yenilmesi,**

- I. Batı Anadolu'nun düşman işgalinden kurtulması,
II. Batı'da düzenli ordu kurulması,
III. Osmanlı Devleti'nin TBMM'yi tanınması

gelişmelerinden hangilerine neden olmuştur?

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

8. **Kurtuluş Savaşı'nda Batı Cephesi'nde,**

- I. dışarıdan ekonomik ve lojistik destek sağlama,
II. askeri gücü gerçekçi kullanma,
III. saldırı savaşlarına ağırlık verme

politikalarından hangilerinin benimsendiği söylenebilir?

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

1.C

2.E

3.C

4.A

5.E

6.B

7.A

8.D

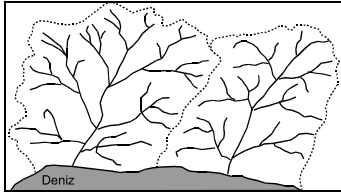
DIŞ KUVVETLER

AKARSULAR

Akarsu, uzun bir süre belirli bir yatak içinde ve uzun bir mesafe boyunca akan sulara verilen addır. Akarsular, yeryüzünün şekillenmesinde en etkili dış kuvvettir. Çünkü, çöller ve kutuplar dışında hemen her yerde akarsu vardır. Akarsular yeryüzünü **aşındırma**, **taşıma** ve **biriktirme** yoluyla şekillendirirler. Akarsuların bu faaliyetleri, bölgenin iklim ve zemin koşulları ile akarsuyun özelliklerine bağlı olarak değişir.

Bir akarsuyun doğduğu yere **kaynak**, denize veya göle döküldüğü yere **ağız** denir. Akarsuyun kaynağa yakın kesimlerine **yukarı çığır**, döküldüğü yere yakın kesimlerine **aşağı çığır** denir. Akarsu, havzası içindeki kollarıyla bir ağ oluşturur. Buna akarsu ağı denir. Yerşekillerinin farklılığına bağlı olarak, çeşitli akarsu ağı tipleri oluşmuştur.

Havza: Akarsular bütün kollarıyla birlikte, farklı büyüklükteki alanların sularını toplar. Sularını topladığı bu alana, o akarsuyun havzası denir. Havzaları birbirinden ayıran sınıra da **su bölümü çizgisi** denir.



~ Akarsu ~ Su bölümü çizgisi

Akarsu havzalarının genişliği; **yeryüzü şekillerine**, **iklim şartlarına** ve **zeminin yapısına** bağlı olarak değişir. Suları denize ulaşan havzalara **açık havza**, suları denize ulaşmayan havzalara **kapalı havza** adı verilir.

Uyarı: Kapalı havza oluşumunda yeryüzü şekilleri ve iklim şartları etkili olmuştur. Etrafı yüksek dağlarla çevrili alanlar ile buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu kurak alanlarda kapalı havzalar oluşmuştur. Örneğin, Dünya'nın en geniş kapalı havzaları Orta Asya'da ve Kuzey Afrika'dadır.

Akım (Debi): Bir akarsuyun yatağının herhangi bir kesitinden geçen su miktarının m^3 cinsinden değerine akım veya debi denir.

Akarsuyun akımında **akarsuyun beslenme şekli**, **iklim** ve **zemin özellikleri** etkilidir.

Uyarı: Akarsuyun akımı, öncelikle havzasına düşen yağış miktarına bağlıdır. Örneğin ekvatorial bölgede akan Amazon ve Kongo ırmakları, akımı en yüksek akarsulardır.

Akarsu Rejimi: Akarsuyun akımında bir yıl boyunca meydana gelen değişikliklere akarsuyun rejimi denir. Akarsuyun rejimi düzenli ve düzensiz olmak üzere ikiye ayrılır. Düzenli rejimde akarsuyun debisinde önemli değişim olmamaktadır. Düzensiz rejimde ise önemli değişimler görülür. Örneğin, Akdeniz'e dökülen akarsularda akım yazın azalır, kışın artar. Akarsuyun rejimi; yağış rejimine, yağış biçimine yeraltı sularına bağlı olarak değişir.

ÖRNEK 1

Bir akarsu yatağı boyunca eşyükselti eğrilerinin seyrek olduğu bölgeden sık olduğu bölgeye geçildiğinde, akarsuda aşağıdaki değişikliklerden hangisi **kesinlikle** gerçekleşir?

- A) Havzasının genişlemesi
- B) Akış hızının artması
- C) Yatağının genişlemesi
- D) Kol sayısının azalması
- E) Akarsuyun ulaşımına elverişli hale gelmesi

(ÖSS – 2006)

ÇÖZÜM

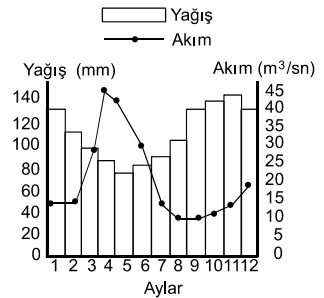
Eşyükselti eğrilerinin seyrek olduğu yerlerde eğim az, sık olduğu yerlerde eğim fazladır. Eğimin fazla olduğu yerlerde akarsular hızlı akar, kol sayıları azalır, yatağı daralır, ve akarsu ulaşımına elverişsiz hale gelir.

Yanıt: B

Uyarı: Türkiye'de akarsuların rejimleri düzensizdir. Bu durum yağış rejimlerinin düzensiz olması ve kar erimelerinin etkili olması ile ilgilidir.

ÖRNEK 2

Yandaki grafikte, Doğu Karadeniz kıyısında yer alan bir il merkezine ait aylık ortalama yağış ile, bu ilin sınırları içinde doğup denize dökülen bir akarsuyun aylık ortalama akım değerleri gösterilmiştir.



Buna göre, yağışın az olduğu dönemlerde akarsuyun akımının yüksek olması, aşağıdakilerden hangisiyle açıklanabilir?

- A) Boyunun kısa olmasıyla
- B) Eğimin fazla olmasıyla
- C) Kar erimelerinin etkili olmasıyla
- D) Kaynak sularının bol olmasıyla
- E) Aşağı kesiminde buharlaşmanın azalmasıyla

(ÖSS – 1993)

ÇÖZÜM

Yağış miktarının az olduğu ilkbahar mevsiminde, akarsuyun akımının yükselmesi, kar erimeleriyle açıklanır. Çünkü kıyıdaki akarsular dağların yüksek kesimlerinden doğar ve kar erimeleriyle de beslenirler. Diğer seçeneklerde verilenlerin bu durumla ilgisi yoktur.

Yanıt: C

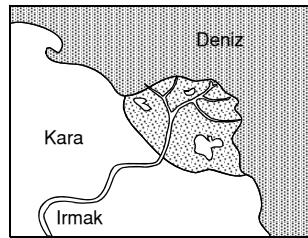
Akarsu Aşındırması: Akarsuların aşındırması bazı etkenlere bağlıdır. Bunlar; su miktarı, yatak eğimi, akarsu hızı, yük miktarı ile yapıyı oluşturan taş ve tabakaların özellikleridir. Yatak eğimi ve akış hızının fazla olduğu yerlerde akarsuların aşındırma gücü fazladır. Bu nedenle böyle alanlarda dar ve derin vadiler oluşur. Akarsuların aşındırma şekilleri şunlardır:

- 1. Vadi:** Akarsuların yataklarını derine ve yana aşındırmasıyla oluşan, sürekli inışı olan çukurlardır. Vadilerin enine kesitleri incelendiğinde; boğaz, kanyon, çentik, yatık yamaçlı, ve geniş tabanlı vadi türleri olduğu görülür.
- 2. Menderes:** Eğimin az olduğu ve akarsuyun salınarak aktığı yerlerde oluşan bükümlerdir.
- 3. Devkazanı:** Akarsuyun çağlayan şeklinde akan bölümünde, suyun yüksekten düştüğü yerde oluşan oyuklardır.
- 4. Peribacaları:** Kumlu, milli ve tüflü yamaçların yağmur ve sel suları tarafından aşındırılması ile oluşur. Volkanik alanlardaki dirençli kayalar, alttaki tuf tabakasını korumuş ve koni biçimli bacalara benzeyen şekiller oluşmuştur.
- 5. Platolar:** Akarsular tarafından derince kazılmış ve yarılmış, düzlüklerdir. Bu düzlükler eski penepenlerin gençleşmesi - yükselmesi sonucunda oluşur. Bazıları da lav düzlükleridir.
- 6. Peneplen (Yontukdüz):** Akarsu aşındırmasının sonlarında yüksek yerler aşındırılarak alçaltılmış, çukur yerler biriktirilerek doldurulmuş ve yükselti farkı kalmamıştır. Böyle oluşan deniz seviyesine yakın, hafif dalgalı düzlüklere **peneplen** denir.

Akarsu Biriktirmesi: akarsular, taşıdıkları maddeleri iki nedenden dolayı bırakırlar. Bunlar; akarsuyun taşıma gücünün azalması ve yük miktarının artmasıdır.

Akarsu biriktirmesi sonucunda oluşan şekiller şunlardır:

- 1. Birikinti Konisi.** Yamaçlardan inen sellerin ve derelelerin düzlüğe ulaştığı yerlerinde yüklerini taşıyamayıp biriktirmeleriyle oluşan yarım koni görünümlü yer şekilleridir.
- 2. Dağ Eteği Ovası:** Birikinti konilerinin birleşerek dağ eteği boyunca oluşturduğu dalgalı düzlüklerdir.
- 3. Dağ İçi Ovası:** Dağlık alanların iç kısımlarında eğimin azaldığı yerlerdeki birikmelerle oluşan ovalardır. Doğu Anadolu'da çok yaygındır.
- 4. Taban Seviyesi Ovaları:** Akarsuların denize yaklaştığı yerlerde eğimin azalmasına bağlı olarak oluşan ovalardır.
- 5. Delta Ovası:** Akarsuların denize ulaştıkları yerde, deniz içinde alüvyonların birikmesiyle oluşan ovalardır.



Delta ovası

Deltaların oluşabilmesi için gerekli koşullar şunlardır :

- Akarsuyun büyük olması ve yeterli alüvyon taşıması
- Akarsuyun döküldüğü yerde kıyının fazla derin olması,
- Kıyıda gelgit olayının ve akıntının etkili olmaması.

YERALTI SULARI VE KARSTİK ŞEKİLLER

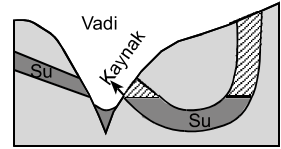
Yağışlarla yeryüzüne düşen suların bir bölümü yeraltına sızarak, taşların gözeneklerinde, çatlaklarında, boşluklarında veya geçirimsiz tabaka üzerinde birikmesiyle yeraltı suları oluşur. Oluşan yeraltı sularının miktarı **yağış miktarına, kaya yapısına, buharlaşma şiddetine, eğime ve bitki örtüsüne** göre değişir.

Uyarı: Yeraltı sularının içinde çeşitli mineraller (kalsiyum, magnezyum, flor, klor, sodyum, demir, kükürt, azot, silisyum gibi) vardır. Derinliği, su sıcaklığı ve kayaların çözünürlüğü arttıkça yeraltı suyunun mineral oranı da artar.

Yeraltı sularının kendiliğinden yeryüzüne çıktığı veya çıkarıldığı yerlere **kaynak** denir. Kaynaklar yüzeye çıkış yerlerinin, yüzeye çıkış şekillerinin ve su sıcaklıklarının farklı olmasına bağlı olarak çok çeşitlidir. Fakat büyük çoğunluğu yeraltı suyu tablasının kesintiye uğradığı yerlerde oluşur.

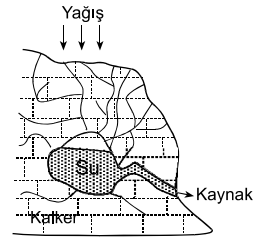
1. Yamaç (Vadi) Kaynakları:

Vadi yamaçlarının yeraltı suyu tablasını kestiği yerlerde oluşur.



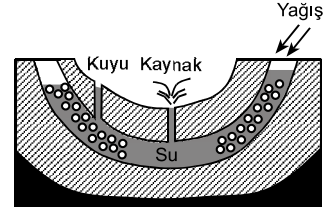
2. Karstik Kaynaklar (voklüz):

Kalkerin çatlaklarında ve boşluklarında (mağaralarda) toplanan suların, bir yol bularak yeryüzüne çıkmasıyla oluşur. Suları kireçlidir. Türkiye'de en çok Toroslarda görülür.



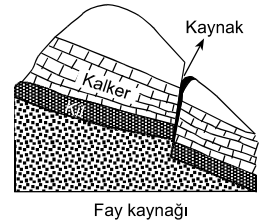
3. Artezyen:

Tekne biçiminde uzanan iki geçirimsiz tabaka arasındaki geçirimsiz tabakada hapsolmuş olan basınçlı su kaynaklarıdır. Üstteki geçirimsiz tabaka delinirse sular yeryüzüne fışkırarak çıkar.



Geçirimsiz tabaka
Geçirimsiz tabaka

4. Fay Kaynakları: Yeraltı suyunun fayları izleyerek yeryüzüne çıkmasıyla oluşur. Ege Bölgesi'nde grabenlerin kenarlarında çok sayıda fay kaynağına rastlanır. Suları genellikle sıcaktır ve mineralce zengindir. Bu kaynaklara en iyi örnek **kaplıca** (ılıca)lardır.



5. Gayzer: Volkanizmanın etkin olduğu bazı volkanik bölgelerde, yeraltı sularının, belli aralıklarla yeryüzüne fışkırarak çıktığı kaynaklardır. Volkanizmanın etkin olduğu İzlanda, Japonya, ABD gibi ülkelerde yaygındır. Türkiye'de aktif volkanizma hareketleri bulunmadığından gayzer görülmez.

Uyarı: Yeraltı suları, özellikle yüzey suları bakımından fakir olan kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde daha büyük önem taşır. Bu alanlarda yerleşmeler, yeraltı suyunun dağılışına paralellik gösterir.

KARSTİK ŞEKİLLER

Yeraltı ve yerüstü sularının, çözünebilir kayaların bulunduğu zeminlerde yeraltında ve yeryüzünde oluşturduğu şekillere **karstik şekiller** denir.

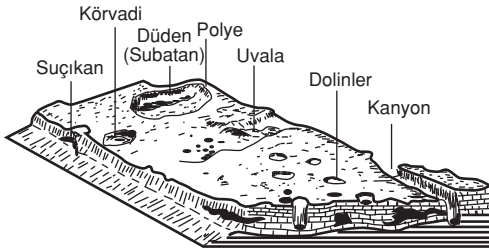
Karstik şekiller, kimyasal yolla meydana gelir. Kalker, kayatuzu ve jips gibi tortul taşlar suda çözünür ve çözünen mineraller erimiş olarak suyun bileşimine girer. Özellikle suyun içindeki karbondioksit, çözünmeyi kolaylaştırarak artırır. Suyun yeryüzüne çıkıp soğuması, içindeki karbondioksit oranının azalması sonucunda sudaki kirecin çökmesiyle biriktirme şekilleri meydana gelir.

Uyarı: Kaya yapısı, suyun sıcaklığı, suyun içindeki CO₂ gazının miktarı, karstik şekillerin oluşumunu etkileyen faktörlerdir.

Karstik Aşınım Şekilleri: Yeryüzünde erime yoluyla meydana gelen irili ufaklı çukurlar, kanallar, kuyular ve yeraltındaki mağaralardır.

Yeryüzünde akan sel sularının oluşturduğu kanalcıklar şeklindeki en küçük erime şekillerine **lapya** denir. Lapyaların büyümesi ile oluşan erime çukurlarına **dolin** (koyak), dolinlerin zamanla genişlemesiyle oluşan ve bir vadiyi andıran büyük kapalı çukurlara **uvula** denir. En geniş erime çukurlarına **polye** denir. Bu erime çukurlarının tabanları genellikle alüvyonlarla kaplıdır. Batı Toroslarda Elmalı, Korkuteli, Kestel ve Acıpayam (Denizli), ovaları polyelere örnektir.

Erime çukurlarının çevresinden gelen sular, **düden** adı verilen doğal kuyulardan yeraltına sızar. Düdenler tıkanmış zaman, polye ve uvula tabanları sularla dolar ve göller ya da bataklıklar oluşur

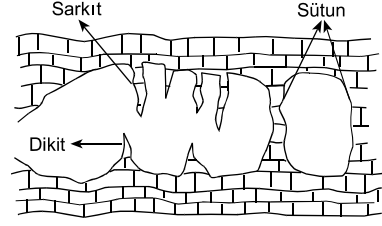


Başlıca karstik şekiller

Yeryüzündeki erimelerle ya da mağara tavanlarının çökmesiyle **obruk** adı verilen baca ya da kuyu biçimli geniş çukurlar oluşur. Silifke'nin doğusunda Cennet ve Cehennem obrukları en ünlü olanlarıdır. Obrukların çoğu İç Anadolu'daki Obruk Platosu'ndadır. Kızılören Obruğu en büyüklerinden biridir.

Karstik Birikim Şekilleri: Suların içindeki kirecin yeryüzünde tabakalar halinde çökmesiyle oluşan şekillere **traverten** adı verilir. Denizli'de (Pamukkale travertenleri) ve Antalya'da görülür. Kirecin mağaralarda çökmesiyle **damlataşlar** (sarkit, dikit ve sütun) oluşur. Antalya'da Karain, Alanya'da Dim ve Damlataş, Manavgat yakınlarında

Dumanlı, Burdur'daki İnsuyu mağarası gibi tanınmış mağaralarda örnekleri görülür.



Sarkit, dikit ve sütunları gösteren şekil

Türkiye'de karstik şekiller; en fazla Akdeniz Bölgesi (özellikle Teke ve Taşeli platoları), İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde görülür.

ÖRNEK 3

Aşağıdaki durumların hangisinde bir kaynak suyunun sıcaklığı yıl boyunca pek fazla **değişmez**?

- Yağmur ve kar suları ile besleniyorsa
- Debisi yıl içinde azalıp çoğalıyorsa
- Orta enlemdaki bir alanda yer alıyorsa
- Su yerin derinliklerinden geliyorsa
- Taban suyu seviyesi yüksekse

(ÖSS - 1990)

ÇÖZÜM

Yerin derinliklerine inildikçe bilindiği gibi sıcaklık artar. Yerin derinliklerinde sabit sıcaklıktaki bir yerden gelen suyun sıcaklığı pek fazla değişmeyecektir.

Yanıt: D

GÖLLER VE OLUŞUMLARI

Yeryüzünde çeşitli yollarla oluşan alanlara suların birikmesi ile göller meydana gelmektedir. Göller, oluşum bakımından **yerli kaya gölleri** ve **set gölleri** olarak, iki gruba ayrılırlar.

1. Yerli Kaya Gölleri:

a) Tektonik göller: Yer kabuğunun kırılarak çökmüş (graben) bölümlerinin sularla dolmasıyla oluşur. Doğu Afrika'daki göller, Asya'da Hazar, Baykal, Aral ve Lüt gölleri. Türkiye'de; Güney Marmara gölleri (Uluabat, Manyas, İznik vb.), Tuz Gölü, Hazar (Elazığ), Burdur, Beyşehir, Eğirdir, Acıgöl, bu göllere birer örnektir.

b) Volkanik göller (Krater gölü): Volkanik patlama çukurlarının sonradan sularla dolmasıyla oluşur. Nemrut, Meke Tuzlası, Acıgöl ve Gölçük (Isparta) başlıca örnekleridir.

c) Karstik göller: Kalkerli arazide kimyasal çözülmeyle meydana gelmiş çukurlarda oluşmuşlardır. Bu göllerin başlıca örnekleri Akdeniz Bölgesi'ndeki, Söğüt, Kestel, Suğla, Karagöl ve İç Anadolu'da Obruk Platosu'nda obruklar içinde oluşmuş göllerdir.

d) Buzul gölleri: Buzulların aşındırmasıyla oluşan çukurlara, suların dolmasıyla meydana gelmişlerdir. Finlandiya,

İsveç, Kanada'daki çok sayıda göl ile, Alp Dağları'ndaki birçok göl, böyle oluşmuştur. Türkiye'de Doğu Karadeniz Dağları, Buzul Dağları (Hakkâri), Toroslar ve Uludağ'da, sirk adı verilen küçük buzul çukurlarını dolduran çok sayıda göl vardır.

2. Set Gölleri: Bir vadinin ya da yanı açık bir çukurluğun önünün bir setle kapanması ve setin arkasında suların birikmesiyle oluşan göllerdir.

a) Volkanik (lav) set gölleri: Van Gölü ile Kuzeydoğu Anadolu'daki Çıldır Gölü vb.

b) Alüvyon set gölleri: Mogan (Ankara), Köyceğiz ve Ba-fa gölleri vb.

c) Heyelen set gölleri: Tortum Gölü, Sera ve Yedigöller.

d) Kıyı set gölleri: Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleriyle deltalarda oluşmuş göller başlıca örnekleridir. Ayrıca ülkemizde çok sayıda **baraj gölü** (suni set gölü) de vardır.

Göller, sularının özelliklerine göre de farklılık gösterirler. Genel olarak sularını bir gidegenle (göluyağı) dışarıya boşaltan göllerin suları tatlıdır. Sularını dışarıya gönderemeyenlerin suları ise tuzlu veya acıdır. Örnek; Tuz Gölü ve Van Gölü.

ÖRNEK 4

Yeryüzündeki göl sularının tuzlu, tatlı ya da sodalı olmasında aşağıdakilerden hangisinin etkisi yoktur?

- A) Gölün gideceğinin olup olmaması
- B) Göl çanağının kayaç yapısı
- C) Gölün denizden yüksekliği
- D) Göle ulaşan akarsuların az ya da bol su taşıması
- E) Gölün bulunduğu yerin iklim özellikleri

(ÖSS – 2006)

ÇÖZÜM

Göl sularının tuzlu ya da tatlı olmasında A, B, D ve E deki yargıların etkisi vardır. Göl sularının kimyasal yapısında, gölün denizden yüksekliğinin etkisi yoktur. Örneğin yüksekliği fazla olan Van Gölü'nün suları sodalı, yüksekliği daha az olan Sapanca Gölü'nün suları tatlıdır.

Yanıt: C

Uyarı: Yağış ve beslenme kaynaklarının fazlalığı ve buharlaşma şiddeti göl suyunun miktarını, genel olarak enlem derecesi de göl suyunun sıcaklığını etkiler. Göl sularının sıcaklığı mevsime göre de değişir. Çok soğuk bölgelerdeki göller kışın donar.

BUZULLAR

Kutuplar ve yakınındaki yerler ile yüksek dağların doruklarını şekillendiren dış kuvvet, buzullardır. Soğuk bölgelerde yağan karın hepsi erimez, üst üste yığılarak biriken bu karlara **kalıcı kar** (toktağan), bu karların başladığı yüksekliğe **kalıcı (toktağan) kar sınırı** denir.

Türkiye'de; Buzul (Cilo) Dağı, Aladağlar ile Orta Toroslar'da Bolkar Dağları, Erciyes, Süphan, Ağrı dağları ve Doğu Karadeniz'de Kaçkar Dağı'nda küçük buzullar vardır.

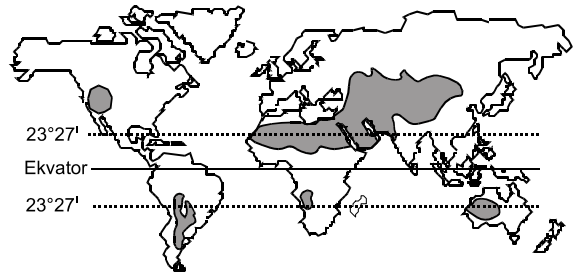
Buzulların Aşındırma ve Biriktirme Şekilleri: Buzullar üzerinden geçtikleri yerleri çizer, oyar, törpüler ve cilalar. Bu aşındırma sonucunda oluşan vadilerin enine profili U biçimli olur. **Tekne vadi, asılı vadi** adı verilen vadiler ile **buzul yatağı** (sirk) adı verilen küçük çanaklar oluşur. Buzul ortadan kalktığında bu çanaklarda göller oluşur. Buzullar dirençli taşların sırtlarını törpüleyerek hörgüçe benzeyen şekiller oluştururlar. Bunlara **hörgüçkaya** denir.

Buzulun sürüklediği çakılların birikmesiyle **morenler** (buzul taş) oluşur.

RÜZGÂRLARIN OLUŞTURDUĞU YERŞEKİLLERİ

Rüzgârlar kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yeryüzünü şekillendiren en etkili dış kuvvettir.

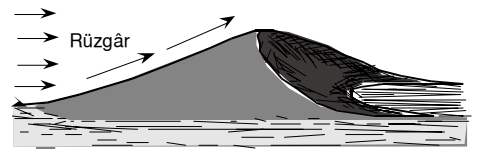
Rüzgârların yeryüzünün biçimlenmesinde en çok rol oynadığı yerler çöllerdir.



Yeryüzünde rüzgârların etkili olduğu kurak bölgeler

Rüzgâr aşındırması mekanik yolla olur. Rüzgârın zeminde kaldırarak taşıdığı parçaları kaya yüzeylerine çarpması ile aşınma meydana gelir. Bu aşındırma sonucunda rüzgâr mağarası, hamada ve mantarkaya (şeytan masası) meydana gelir

Rüzgârların biriktirmesi: Rüzgârların taşıdığı kum ve miller, rüzgâr hızının kesildiği sahalarda birikir. Bunun sonucunda çeşitli kum örtüleri oluşur. Hilal şeklindeki kum örtülerine **barkan** denir.



Kumullar

Uyarı: Türkiye'de rüzgâr etkileri fazla görülmemektedir. Ancak bazı kıyılarda; Kumköy, Şile, Çeşme plajları ile Çukurova ve Göksu deltasında, İç Anadolu'da Konya-Karapınar çevresinde az da olsa etkili olmaktadır.

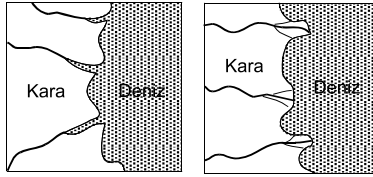
KIYILARIN ŞEKİLLENMESİ

Kıyı çizgisi, deniz ile karayı ayıran sınırdır. Bu şeritte (hem kara, hem deniz tarafında) dalgalar, akıntılar ve gelgit gibi su hareketlerinin etkileriyle aşındırma ve biriktirme şekilleri oluşmuştur.

Dalgalar; rüzgârların etkisiyle oluşan yüzey suyu hareketleridir.

Akıntılar; Okyanus ve denizlerde rüzgâr, gelgit, ve su kütleleri arasındaki seviye-yoğunluk farkından meydana gelir. Akıntıların en önemlisi ve en yaygını, sürekli rüzgârların oluşturduğu okyanus akıntılarıdır.

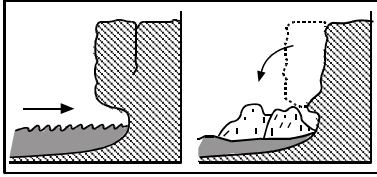
Gelgit; Ay ve Güneş'in çekim gücü etkisiyle oluşan ve okyanus kıyılarında etkili olan alçalma ve yükselme hareketleridir. Gelgit'in etkili olduğu kıyılardaki akarsu ağızlarında **halic** oluşur.



Halic

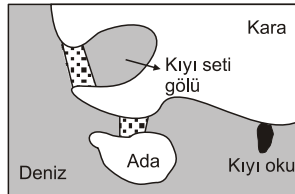
Delta

Dalgaların aşındırma veya biriktirme yapması sonucunda çeşitli kıyı şekilleri oluşur.



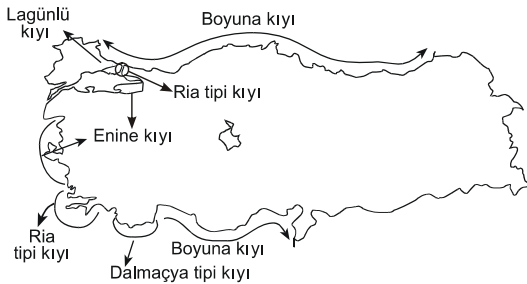
Dağların kıyıya paralel uzandığı boyuna kıyılarda ve derinliğin birden arttığı dik kıyılarda, dalga aşındırması sonucu **falez** (yalıyar) adı verilen diklikler oluşur.

- Dalgaların sığ kıyılarda biriktirme yapmaları sonucu bir körfez göle dönüşebileceği gibi bir ada da yarım adaya dönüşebilir.



KIYI TİPLERİ

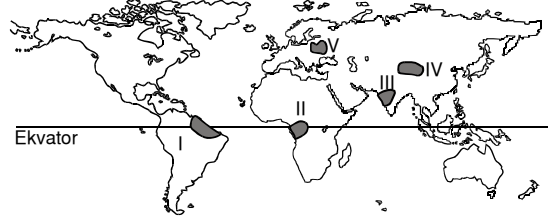
Kıyı tipleri daha çok kıyıdaki yerşekillerine bağlı olarak farklılıklar gösterir. Ayrıca çeşitli dış kuvvetlerin etkisiyle oluşmuş kıyı tipleri vardır.



Türkiye'de başlıca kıyı tipleri

KONU TESTİ

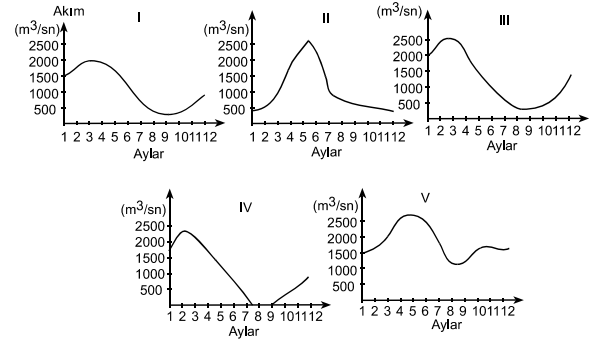
1. Suları denize ulaşan havzalara açık havza, sularını denize ulaştıramayan havzalara kapalı havza denir. Kapalı havzanın oluşmasında, yeryüzü şekilleri, iklim şartları, yer yapısı ve denize uzaklık etkilidir.



Buna göre, yukarıdaki haritada, numaralandırılan yerlerin hangisindeki akarsular, sularını denize ulaştıramaz?

- A) I B) II C) III D) IV E) V

2. Aşağıda, Kuzey Yarımküre'de yağmur ve kar sularıyla beslenen beş farklı akarsuyun akım grafikleri verilmiştir.



Bu akarsulardan hangilerinin Akdeniz ikliminin etkilediği bir alana ait olamaz?

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

3. Akarsu havzalarında genellikle kaynaktan ağız kısmına doğru boğaz, çentik, yatık yamaçlı ve alüvyon tabanlı vadilerin oluştuğu gözlenmiştir.

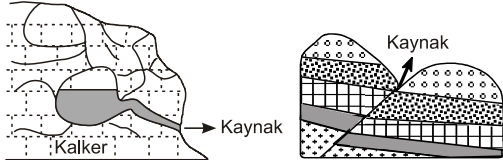
Bu durumun temel nedeni biri, aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Aşındırma gücü ve yüzey şekillerinin farklı olması
B) Akarsuların mekanik ve kimyasal yolla aşındırma yapması
C) Yamaçlardaki bitki örtülerinin farklı olması
D) Akarsuların yana doğru aşındırma yapması
E) Akarsuların enerji potansiyellerinin farklı olması

4. Aşağıdakilerden hangisi, Türkiye'deki akarsuların genel özelliklerinden biridir?

- A) Akış hızları azdır.
- B) Enerji potansiyelleri fazladır.
- C) Taşıdıkları su miktarı fazladır.
- D) Rejimleri düzenlidir.
- E) Denge profillerine ulaşmışlardır.

5.

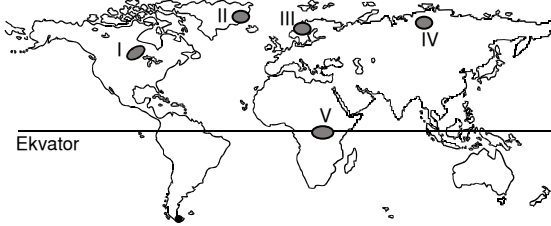


Yukarıdaki şekillerden I.sinde karstik kaynak, II. sinde fay kaynağı gösterilmiştir.

Bu kaynakların en çok bulunduğu bölgeler, aşağıdakilerden hangisinde birlikte verilmiştir?

- A) Marmara-Güneydoğu Anadolu
- B) Karadeniz-İç Anadolu
- C) Akdeniz- Ege
- D) Doğu Anadolu-Akdeniz
- E) Akdeniz-Güneydoğu Anadolu

6.



Yukarıdaki haritada, numaralandırılan alanlardan hangisinde, buzullara, buzul aşındırma ve biriktirme şekillerine rastlanılması, diğerlerinden farklı bir nedene dayanır?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

7.



Yukarıdaki haritada, Türkiye'deki karstik alanların dağılışı gösterilmiştir.

Bu yerlerin ortak özellikleri arasında, aşağıdakilerden hangisi yer almaz?

- A) Kimyasal çözünme fazladır.
- B) Doğal bitki örtüleri bozuktur.
- C) Voklüz kaynakları görülür.
- D) Nüfus dağılışı düzensizdir.
- E) Yeraltı suyu fazladır.

8. Göl suları, niteliklerine göre değişik alanlarda değerlendirilir.

Aşağıdakilerden hangisi, göl sularının değerlendirildiği alanlardan biri değildir?

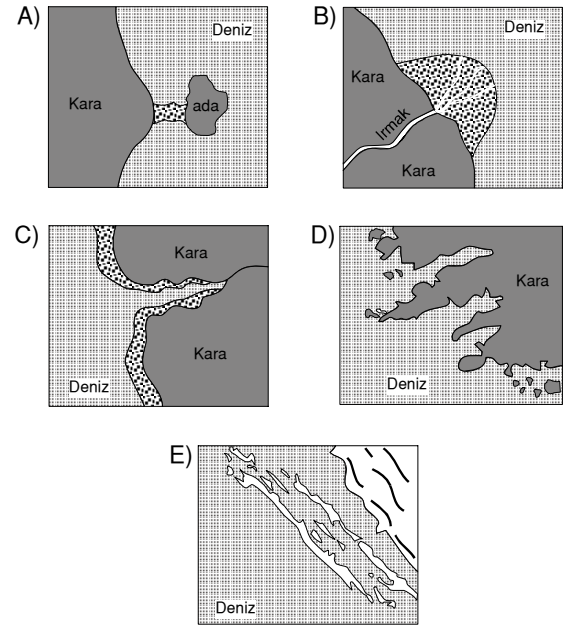
- A) İçme suyu elde etme
- B) Tarım alanlarını sulama
- C) Bazı hastalıkları tedavi etme
- D) Jeotermal enerji elde etme
- E) Sularından tuz ve soda elde etme

9. Türkiye'de denize dökülen akarsuların ağızlarında deltalar oluşurken, Atlas Okyanusu kıyılarında denize dökülen akarsu ağızlarında deltalar oluşamaz. Bu kıyılarda daha çok haliçler oluşmuştur.

Bu durumun nedeni, aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Gelgit genliği
- B) Denizin tuzluluğu
- C) Akarsu rejimi
- D) İklim koşulları
- E) Sürekli rüzgârlar

10. Aşağıda gösterilen kıyı şekillerinden hangisi Antalya'nın Kaş kıyılarında görülür?



11. Aşağıdakilerden hangisi rüzgâr aşındırmasının etkili olduğu yerlerin özelliklerinden biri değildir?

- A) Yağış miktarı fazladır.
- B) Buharlaşma şiddeti fazladır.
- C) Günlük sıcaklık farkı fazladır.
- D) Kimyasal çözünme azdır.
- E) Bitki örtüsü cılızdır.

1.D

2.C

3.A

4.B

5.C

6.E

7.B

8.D

9.A

10.E

11.A

AHLAK FELSEFESİ - II

Evrensel Ahlak İlkelerinin Varlığı Sorunu

Evrensel Ahlak Yasasının Varlığını Reddedenler

Genel olarak bireyselliği ve insanın eylemlerinde özgür olduğunu savunanlar evrensel ahlak ilkelerinin varlığını reddederler.

Hedonizm, hazzıya yönelik olduğu için, herkesin haz anlayışı farklı olacağı için doğal olarak evrensel ahlak yasasının varlığını reddeder.

Egoizm (bencilik), Hobbes'un temsilcisi olduğu bu görüşe göre, insandaki en güçlü duygu ben sevgisidir. Her insan eylemlerinde öncelikle kendi çıkarlarını gözetir.

Varoluşçuluk, insanın özünü kendi özgür seçimleriyle oluşturduğunu, herkesin kendisini nasıl isterse öyle yapacağına öne sürer. Bu görüşe göre insan, özgürce yaptığı eylemlerle ahlaki değerleri yaratır.

Anarşizm ve nihilizm de genel olarak tüm toplumsal değer ve kurumları reddeder.

Evrensel Ahlak Yasasının Varlığını Kabul Edenler

Genel olarak toplumsallığı ve özgürlük olmadığını savunanlar, evrensel ahlak yasasının varlığını kabul ederler.

Faydacı ahlak anlayışı, en fazla sayıda insana fayda sağlayanın iyi olduğunu, yani toplumsal mutluluğu kabul ederek evrensel ahlak yasasının varlığını kabul eder.

Kant'a göre, ahlaki eylem, iradenin yani aklın buyruğudur ve irade ve akıl tüm insanda ortak olduğuna göre, ahlak yasası da ortak olacaktır. Der ki öyle hareket etmelisin ki senin hareketinin ilkesi, başka insanların hareketinin de ilkesi olabilsin.

Evrensel ahlak yasasının varlığını kabul edenlerin bazıları ahlak yasasının öznel nitelikler tarafından belirlendiğini savunurken, bazıları da bireyden bağımsız, nesnel özellikler tarafından belirlendiğini savunur.

Bentham, Mill, ve Bergson gibi düşünürler, ahlak yasalarının öznel öğeler tarafından belirlendiğini savunan düşünürler arasındadır.

Sokrates, Platon, Farabi, Spinoza ve Kant gibi düşünürler de ahlak yasasının nesnel özellikler tarafından belirlendiğini savunan düşünürler arasındadır.

Ahlak Yasasının Evrensel Dinlere Göre Temellendirilmesi

Tektanlı dinler de tüm insanlar için geçerli olan, evrensel bir ahlak yasasının var olduğunu kabul eder. Ancak dinler de evrensel ahlak yasası, Tanrı'yla temellendirilir, yani Tan-

rı'nın iradesine bağlanır. Buna göre Tanrı iradesi, yasanın nedenidir, çünkü Tanrı yalnızca inancı değil, insanların yaşamlarında, toplumsal ilişkilerinde uyacakları ahlak kurallarını da belirler. Bu buyruklar, her dinin kendi kutsal kitabında yer alır ve inanan insanlar için bunların tartışılması söz konusu değildir.

Mevlana, Yunus Emre, Hacı Bektaş Veli gibi tasavvuf inancını benimsemiş düşünürlerimiz ise, evrensel ahlak yasasını sezgi ve aşk yoluyla temellendirir. Tanrı'ya ve Tanrı'nın yarattığı varlıklara duyulan aşk, insanın tüm ahlaksal eylemlerini belirler.

En Yüksek İyinin Ne Olduğu Sorunu

Mutluluk Ahlakı ve Ödev Ahlakı

Mutluluk Ahlakı

İnsan eylemlerinin en son ereğinin mutluluk olduğunu öne süren yaklaşımdır. Bu görüş, ilköğretimden günümüze kadar uzanan geniş bir yelpazede yer alır.

Bireysel mutluluk anlayışının en bilinen savunucusu Epikuros ve Aristippos'un temsilciliğini yaptığı hedonist (hazcı) ahlak anlayışıdır. Bu görüşe göre, insan eylemlerinin amacı hazzıya yönelmek, acı ve elemenden kaçınmaktır. Yalnız Epikür'ün haz anlayışı ile Aristippos'un haz anlayışları birbirinden farklıdır. Epikür'de haz, bedeninin ve ruhunun acısızlığı anlamında olumsuz hazdır. Ona göre, ruha acı veren ölüm korkusu gibi gereksiz kaygı ve korkulardan kurtulmalıdır. Ölümden korkmanın bir anlamı yoktur, çünkü biz hayatta olduğumuzda ölüm yok demektir, ölüm geldiğinde de biz hayatta olmayacağız. Öyleyse hiç yaşamayacağımız bir şey için acı çekip mutsuz olmamıza gerek yoktur. Aristippos'un hazcılığı ise, dünya nimetlerinden yararlanma anlamında maddi hazdır. Ancak bilge kişi, kendini kaptırmadan hazzıya sahip olabilen kişidir.

Akılcı mutluluk anlayışının temsilcisi olarak Sokrates ve Platon'u görürüz. Sokrates'e göre, bilen insan, eylemlerinde iyi olana yönelecektir, hiç kimse bilerek kötülük yapmaz, her türlü kötülük cahillikten kaynaklanır. Görüldüğü gibi Sokrates, ahlak anlayışını bilgiyle temellendirmiş, erdemli olmakla bilgili olmayı eş kılmıştır. Ona göre, davranışlar değişir ama bunların ardındaki değerler herkes için aynıdır.

İlkçağda Demokritos'ta karşılaştığımız toplumsal fayda kavramı yeniçağda J. Bentham ve S. Mill'in temsilcisi olduğu utilitarist anlayışla devam eder. Bu görüşe göre, en fazla sayıda insana fayda sağlayan eylem iyidir.

Ödev Ahlakı

Bu ahlak anlayışına göre, eylemlerimizin ereği tüm insanlar için geçerli olan ahlak yasasına uygun davranmaktır.

Bu yasaya uygun davranmak ödevdir, ancak bir eylemin değerini belirleyen yalnızca ödevde uygunluğu değildir, saf iyi niyete dayalı olarak yapılmasıdır.

Ödev ahlakının mutluluk ahlakına en büyük karşıtlığı, mutluluk ahlakının eylemi sonuçlarına göre değerlendirirken, ödev ahlakının niyete göre değerlendirmesidir.

Örneğin, varlıklı bir adam, “iyi bir insan olarak anılmak amacıyla bir yardım kuruluşuna yüklü bir bağışta bulunuyorsa, Kant’a göre, bu adamın eyleminin ahlaki bir değeri yoktur. Oysaki faydacı ahlak anlayışına göre, biz davranışın ardındaki düşünceyi bilemeyiz, önemli olan bu adamın eyleminin birçok kişiye fayda sağlamış olmasıdır, dolayısıyla eylem ahlaki açıdan değerli, iyi bir eylemdir.

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Değer denilen şey, bir hiçtir. Her türlü değer temeline, insanın kendisini seçebilme özgürlüğü yer alır. Bu nedenle ahlakta temel olan bir yasa vardır: Kendini kendin seç. Bu yasaya her zaman uyulur, çünkü insan özgürlüğe mahkûmdur.

Varoluşçuluğa ilişkin bu görüş için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) İnsanın, toplumun ahlaki kurallarına uyma sorumluluğunu taşıdığını savunmaktadır.
B) Evrensel ahlak ilkelerinin varlığını yadsımaktadır.
C) İnsanın kendi özgürlüğünün bilincinde olmadığını savunmaktadır.
D) İnsanın, kendisini belirleyen doğasına uyma eğiliminde olduğunu öne sürmektedir.
E) Ahlak ilkelerini, insan gerçekliğinden bağımsız olarak ele almaktadır.

ÇÖZÜM

Varoluşçuluk, insanın özgür olduğunu, kendisini seçebildiğini savunmaktadır. Bireysel özgürlüğü savunan bir görüşün, evrensel ahlak ilkelerinin varlığını kabul etmesi söz konusu olamaz.

Yanıt: B

2. Ahlak felsefesinin temel değeri olan “iyi”, iki farklı biçimde tanımlanabilir. Birincisi, bir şey, değerli olan başka bir şeye ulaşmayı sağladığı için iyidir. İyi olmasını, amaca ulaşmada sağladığı yarardan alır. İkincisi, bir şeyin değeri kendi içindedir; bir şey kendi başına değerlidir, kendi başına iyidir. Bu iyi değeri, “kendinde iyi”dir.

Bu parçaya göre, “kendinde iyi”nin temel özelliği aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Daha iyi bir eyleme ulaşmanın aracı olma
B) Eylemlerin temelindeki fayda isteminden doğma
C) Hukuksal normların temelini oluşturma
D) Yaşamda iyi duruma erişmeyi kolaylaştırma
E) Ereği kendisi olan eylem olma

ÇÖZÜM

Parçada, ahlak felsefesinin temel kavramı olan “iyi”nin iki farklı açıdan tanımlanmasına yer verilmiştir. Buna göre, birinci iyi tanımı, herhangi bir amaca ulaşılmasında yarar sağlama üzerine kurulmuştur. Bu anlamda “iyi”, bir araçtır. İkinci iyi tanımı ise, kendi başına değerli olma üzerine kurulmuştur. Kendinde iyi olan, ereği kendisi olan, yani yalnızca kendisi iyi olduğu için yapılan eylemdir.

Yanıt: E

3. Epikür’e göre, evrendeki olaylar belli yasalara bağlı olarak ortaya çıkar. Doğaüstü güçlere inanma, boş bir kuruntudan başka bir şey değildir. Tanrılar, insan yaşamına egemen olamaz. Kişi, özgür ve mutlu olmak için törelerden ve dinlerden kaynaklanan boş inançlardan kurtulmalıdır. İyilik, mutluluk demektir. Bedenimiz acısız ve rahatsa mutluyuzdur.

Bu parçaya göre filozof, ahlakın temeline hangi anlayışı koymaktadır?

- A) Hiç kimsenin bilerek ve isteyerek kötülük yapmıyacağını
B) Dogmatik bir tutumla ahlakın gerekliliği düşüncesini
C) Ahlakın doğru bilgisine ulaşamayacağı düşüncesini
D) Ölçülü bir yaşamla acıdan kaçınmanın yarattığı hazzı yaşamayı
E) Kişi vicdanı karşısında herkes için geçerli ahlak yasalarının var olduğunu

ÇÖZÜM

Epikür, hedonist (hazcı) felsefenin temsilcisidir. Ona göre, yiyecek ekmeği, içecek suyu olan insan, mutlulukta Zeus’la yarışabilir. Ayrıca parçada geçen “bedenimiz acısız ve rahatsa” sözcüklerinden de anladığımız gibi Epikür’ün haz anlayışı, Aristippos’un haz anlayışında olduğu gibi dünya nimetlerinden olabildiğince haz almak ya da Kiniklerin mutluluk anlayışındaki gibi tüm dünya nimetlerinden el etek çekmek anlamında değildir. Ölçülü bir yaşamla, hazzı yaşamak ve acıdan kaçınmak anlamındadır. Ona göre, insanı mutsuz eden temel düşünce ölüm korkusudur. Bu nedenle başta ölüm korkusu olmak üzere, tüm boş inanç ve kuruntulardan kurtulmak gerekir. Ona göre, ölüm gelecek diye acı çekmek, en büyük aptallıktır. Çünkü biz varken, ölüm yoktur. Ölüm varken de biz yokuz. Dolayısıyla, ölümle hiç karşılaşmayacağız. İnsanın karşılaşmayacağı bir şeyden korkması anlamsızdır.

Yanıt: D

KONU TESTİ

1. İnsan yaşamının anlamı ve değeri, herhangi bir amaca ulaşma çabasında belirir. Ahlaksal açıdan bakıldığında bu amaç, “en yüksek iyi”dir. Ahlakın tarihine bakıldığında herkesin belirleyici özellik taşıyan bir “en yüksek iyi”yi konumlama derecesi yaptığı görülür. Örneğin, “en yüksek iyi”nin kendini Tanrı’ya adama, doğa ile uyum içinde yaşama, kendi kendine yeterli olma, acıdan kaçınma ve olabildiğince çok haz duyma vb. gibi çok farklı biçimlerde anlamlandırıldığı görülür.

Bu parçadan ulaşılabilecek genelleme, aşağıdakilerin hangisidir?

- A) “En yüksek iyi”ler birbiriyle bağdaşmaz gibi görünmeler de hepsinde ortak olan şey, bir “en yüksek iyi”ye inanılmasıdır.
- B) “En yüksek iyi”nin ne olduğu sorusuna asla anlamlı bir yanıt verilemez.
- C) “En yüksek iyi” gibi olgusal açıdan denetlenmesi yapılamayan bir kavramın herhangi bir doğruluk değeri olamaz.
- D) “En yüksek iyi”nin ne olduğunun sorgulanmasında insanı güdüleyen temel etken, mutlu bir yaşama duyulan özlemdir.
- E) “En yüksek iyi”nin ne olduğuna insan ancak sezgileri aracılığıyla yanıt bulabilir.

2. Durkheim’in ahlakı, tümüyle bir disiplin ahlakıdır; düzenliliğe ve gerekliliğe dayanır. Ona göre birey, toplumda görevleri olan bir varlıktır, bu yüzden bencilce davranışlar ahlak dışı sayılmalıdır. Ahlaklılık, kesin bir biçimde özgeciliği gerektirir. Başkalarına açılmayan her tutum bencildir, böyle bir tutum kesin olarak mahkûm edilmelidir. Gerçek anlamda ahlaki edim, toplumun mutluluğunu öngörür. Durkheim, bunun yanı sıra bireye tam anlamıyla özgürlük hakkı da tanır. Ona göre kişisel bilinci zedeleyecek, bireyin istemini zorlayacak her tutum ahlak dışıdır. İnsan kutsal bir varlıktır ve bu kutsallığını özgür isteminden alır.

Buna göre, Durkheim’in düşüncesinde ahlaki açıdan “iyi” olan davranışın ölçütü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Sonucunda insana haz vermesi
- B) Ahlak bilgisine dayanması
- C) İyi niyete dayalı olması
- D) Çok sayıda insana fayda sağlaması
- E) Her tür çıkar duygusundan uzak olması

3. “Ahlak, insanları kolay yönetmek için uydurulmuş kurallar yumağıdır.”

Bakunin, bu sözülle aşağıdaki anlayışın hangisini benimsemektedir?

- A) Evrensel bir ahlak yasasından söz etmek olanaksızdır.
- B) Nesnel değerler üzerinden evrensel bir ahlak yasası kurulabilir.
- C) Yasaklanmış bütün değerler, “ahlak” kavramının dışındadır ve ahlaqsızlığın ölçütü toplumdur.
- D) Tek tek bireylerin ahlaklılığından söz edilemez.
- E) Ahlak, varlığını ve anlamını toplumun en temel yapısı olan ailenin içinde bulur.

4. “Tutkular arasında bir denge kurdunuz mu, gerisinden korkmayın. Çünkü umut korkuyla, şerefini koruma yaşama sevgisiyle, eğlence eğilimi sağlıklı olma isteğiyle dengelenirse, ortada ne çapkın kalır ne cüretkâr ne de korkak.” **sözleriyle düşünür, mutluluğu aşağıdaki-lerden hangisine dayandırmaktadır?**

- A) Hazları bastırmaya
- B) Büyük tutkuların peşinden koşmaya
- C) Tutku ve istemler arasında uyum sağlamaya
- D) Doğayla uyum içinde yaşamaya
- E) Çok sayıda insana yarar sağlamaya

5. Bazı düşünürlere göre var olmak, dünyaya bırakılmış olan kör bir istemin etkisiyle yaşamaya zorlanmış olmaktır. Bu bırakılmışlıkta duyulan sıkıntı ya da bunaltı, Heidegger’e göre “hiçliğin tehdidi karşısında duyulan kaygı”dır. Bu sıkıntı ya da bunaltı her zaman duyulsa da insanı yok edecek bir güce ulaşmaz, aksine insana kendinden çıkma, bir şeyler yaşama itkisi sağlar. Bırakılmışlık ya da hiçlikle sarılmışlık duygusu insanı özgürlüğe açar, özgürlüğünü gerçekleştirmeye iter. Böylece ilkin bir olasılıklar bütünü olan insan, olasılıkları olur kılmaya yönelir; kendini birey olarak kurar, özünü oluşturur.

Bu parçadan aşağıdaki yargıların hangisine ulaşamaz?

- A) İnsan önce var olur, sonra kendini gerçekleştirir.
- B) İnsan, kendi dışındaki dünyanın tehdidi altındadır.
- C) İnsandaki bunaltı ve hiçlik duygusu, gelişiminin itici gücünü oluşturur.
- D) Ancak gereksinimleri karşılanmış bir insanda yıkıcılık eğilimleri ortadan kalkar.
- E) Kendini aşma ve özgür olma için çaba harcama, insanın temel eğilimleridir.

6. Sokrates'e göre, hiç kimse bilerek ve isteyerek kötülük yapmaz. İnsanı iyi eyleme doğru bilgi ulaştırır. Ahlaksallığın özü iyiyi bilmektir. İnsanların kötülük yapıyor olması, onların kötü insanlar olmasından değil, bu konuda doğru olanı bilmiyor olmasından kaynaklanır. Bu durumda, gerçek bir bilgilendirme süreci olduğunda kötülükler biter, ahlaklılık sağlanır.

Bu açıklamaya dayanılarak Sokrates'in aşağıdaki düşüncelerden hangisini benimsediği söylenebilir?

- A) Özgürlük, ahlaksal davranışın özünü oluşturur.
B) Evrensel nitelikte bir ahlak yasası vardır.
C) Ahlaksal eylemi belirleyen değerler öznedir.
D) Evrensel ahlak yasası yoktur.
E) İnsan eylemleri, doğaya bağımlıdır.

7. "Erdem, insanın doğayla uyumlu yaşaması, kendine akli egemen kılmasıyla olanaklıdır. Bunu gerçekleştiren insan, tanrısal yasaya da ulaşmış olur."

Bu parçadaki görüşlerden stoacıların ahlakın temelinde aşağıdaki anlayışların hangisini koyduğu söylenebilir?

- A) Bilgiye dayalı ahlaklılığın insan aklında doğuştan bulunduğunu
B) Erdemin bilgi olduğunu ve doğuştan geldiğini
C) Düşünmeye dayalı eylemlerle erdemli ve mutlu olunabileceğini
D) İdealleri bilmenin mutluluk için yeterli olacağını
E) Erdemli bir yaşam için hiçbir konuda yargıda bulunmamak gerektiğini

8. Aristippos'a göre mutluluk, bir yaz günü sularında oynayıp serinlediğimiz denizde, gölgesinde soluklandığımız ağaçtır. Üstüne uzanıp yıldızları izlediğimiz toprakta, çıplak ayakla üstünde koştuğumuz çimlerde. Kana kana içtiğimiz suda, iştahla yediğimiz yemektedir. Bir annenin kucağında, babanın bakımında, sevgilinin öpüşündedir.

Buna göre, Aristippos'un mutluluk tanımı için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Mutluluk, toplumun iyiliğini kendi iyiliğinin üstünde görebilmektir.
B) Mutluluk, ruhun ve aklın hazlarının bedensel zevklere yeğlenmesidir.
C) Mutluluğun ne olduğu bilinmeyeceği için bu konuda yargıda bulunmamak gerekir.
D) Haz, mutluluğun hem başlangıcı hem sonudur.
E) Mutluluk, yaşamın her anında, küçük şeylerden haz alabilme becerisidir.

9. Kant'a göre, ahlaki bakımdan iyi olarak nitelendirilebilecek bir eylem, insanın kendisi için kendisine koyduğu, eylemlerini belirleyen aynı zamanda başkalarının da isteyebileceği bir temel ilkeye dayanmalıdır.

Bu açıklamada, ahlakın hangi yanı dile getirilmiştir?

- A) Toplumda sürekliliği sağlayan kurallardan oluşması
B) Herkes için geçerli evrensel değerler içermesi
C) Ortaya çıktığı topluma özgü olması
D) Aynı toplum içinde zamanla değişen kurallardan oluşması
E) Toplumsal ilişkilerin sonucunda doğması

10. Çağımız uygarlığının en önemli başarısı, anesteziyi uygulayabilmenin bilgisine ulaşmış olmasıdır. Bugün acı duymadan dişimizi çektirebiliyor, acısız ameliyat olabiliyoruz. Mutsuzluğumuzu mutluluk haplarıyla, sinir yatıştırıcılarla gidermeye çalışıyoruz. Bencil amaçlarımızın dışında olan her şeye karşı tutumumuz ya ilgisizlik ya da vurdumduymazlık biçiminde. Ne göğün mavisi ne ağacın yeşili ne de gülün kırmızısı duygulandırıyor bizi. Duygusuz bir taş gibi yaşayıp gidiyoruz. Buna yaşamak denirse...

Bu parçada eleştirilen görüş, aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Doğa olaylarını anlamak için doğaüstü güçlere sığınma
B) Otoriterce ortaya konanları sorgulamadan kabullenme
C) Mutluluğu hazza yönelmede arama
D) Mutluluğu doğaya uygun bir yaşam sürmede görme
E) Kendi gerçeği dışında hiçbir şeyle ilgilenmeyen bir bencillikte olma

11. Eğer insanlar, bir başkasının mutsuzluğu peşinde koşmak yerine, kendi mutluluklarının peşine düşmeyi öğrenirlerse, dopdolu bir yaşam arzusunun ve başka insanların bir engel değil, yardımcı olacağı bilincinin egemen olduğu yeni bir ahlak oluşturabilirler.

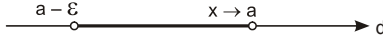
Bu parçada sözü edilen yeni ahlak anlayışı, aşağıdakilerden hangisine dayanmaktadır?

- A) İnsanların önce kendi eylemleri üzerinde düşünmelerine
B) İnsanların doğal yapılarına
C) Kişisel çıkarları ön plana çıkarmayan değerler sistemine
D) Toplumsal yaşamda sosyal adaletin sağlanmasına
E) Gerçek anlamda "iyi" olanın kavranmasına

FONKSİYONLARDA LİMİT

Tanım: $a \in \mathbb{R}$ ve $\varepsilon > 0$ olmak üzere;

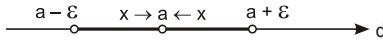
$x \in (a - \varepsilon, a)$ ise, "x değişkeni, a reel sayısına solundan yaklaşıyor" denir ve $x \rightarrow a^-$ biçiminde gösterilir.



$x \in (a, a + \varepsilon)$ ise, "x değişkeni a reel sayısına sağından yaklaşıyor" denir ve $x \rightarrow a^+$ biçiminde gösterilir.



$x \in (a - \varepsilon, a + \varepsilon) - \{a\}$ ise, "x değişkeni, a reel sayısına yaklaşıyor" denir ve $x \rightarrow a$ biçiminde gösterilir.



LİMİT

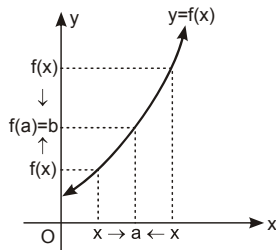
$a \in \mathbb{R}$ ve $\varepsilon > 0$ ($\varepsilon \rightarrow 0$) olmak üzere;
 $|x - a| < \varepsilon$ ise, $\lim_{x \rightarrow a} x = a$ dir.

FONKSİYONLARDA LİMİT

Tanım: $A \subset \mathbb{R}$, $f: A \rightarrow \mathbb{R}$, $y = f(x)$ fonksiyon olmak üzere, (x_n) dizisi a reel sayısına yakınsadığında, $(f(x_n))$ dizisi b reel sayısına yakınsıyorsa, f fonksiyonunun $x = a$ apsisli noktasındaki limiti b dir denir ve $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$ biçiminde gösterilir.

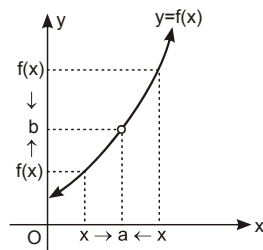
f fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada tanımlı ve limitlidir.

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$ dir.



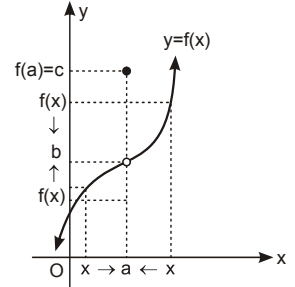
f fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada tanımsız fakat limitlidir.

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$ dir.



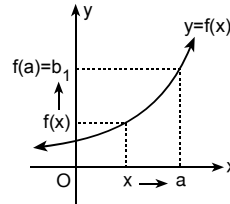
f fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada tanımlı, limitli, fakat limit değeri $f(a)$ değerine eşit değildir.

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$ dir.

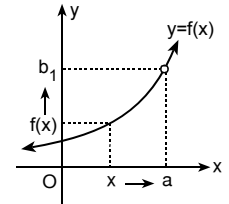


x değişkeni, a reel sayısına solundan yaklaşırken, f(x) değeri b_1 reel sayısına yaklaşıyorsa, f fonksiyonunun $x=a$ apsisli noktasındaki soldan limiti b_1 dir denir.

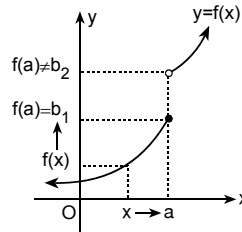
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1$ biçiminde gösterilir.



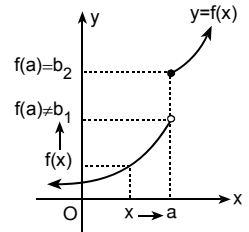
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1$



$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1$



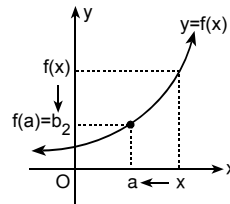
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1$



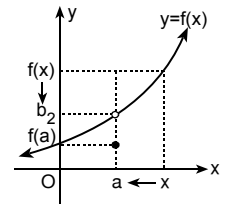
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1$

x değişkeni, a reel sayısına sağından yaklaşırken, f(x) değeri b_2 reel sayısına yaklaşıyorsa, f fonksiyonunun $x=a$ apsisli noktasındaki sağdan limiti b_2 dir denir.

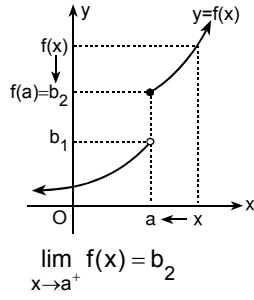
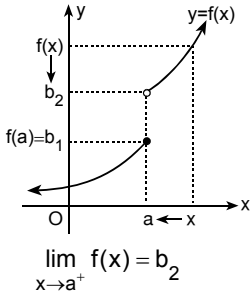
$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b_2$ biçiminde gösterilir.



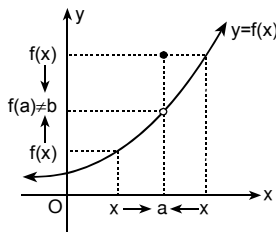
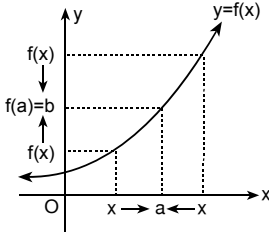
$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b_2$



$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b_2$



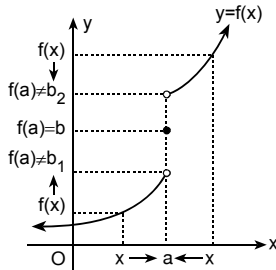
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b$ ise, $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$ dir.



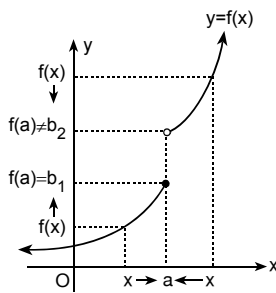
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b$, $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b$
 $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$, $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$

$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$ ise, f fonksiyonunun $x \rightarrow a$ için limiti yoktur.

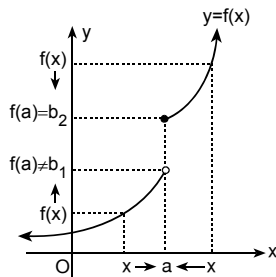
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1$
 $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b_2$
 $b_1 \neq b_2$ olduğundan,
 $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ yoktur.



$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1$
 $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b_2$
 $b_1 \neq b_2$ olduğundan,
 $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ yoktur.



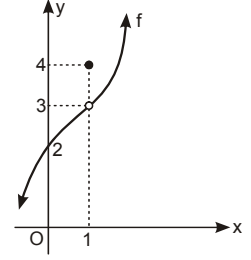
$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b_1 \neq f(a)$
 $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b_2 = f(a)$
 $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ yoktur.



ÖRNEK 1

Şekilde, $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir.

$\lim_{x \rightarrow 0} f(x) + \lim_{x \rightarrow 1} f(x) + f(1)$ toplamı kaçtır?



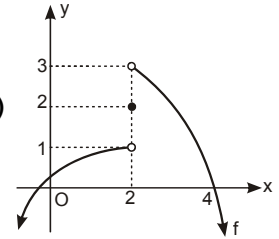
ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = 2$, $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 3$ ve $f(1) = 4$ olduğundan,
 $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) + \lim_{x \rightarrow 1} f(x) + f(1) = 2 + 3 + 4 = 9$ dur.

ÖRNEK 2

Şekilde, $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir.

Buna göre, $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) + \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x)$ toplamı kaçtır?



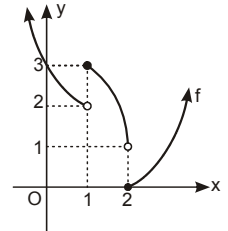
ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = 1$ ve $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 3$ olduğundan,
 $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) + \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 1 + 3 = 4$ tür.

ÖRNEK 3

Şekilde, f fonksiyonunun grafiği verilmiştir.

Buna göre, $\lim_{x \rightarrow 1^-} (f \circ f)(x) + \lim_{x \rightarrow 1^+} f(x)$ toplamı kaçtır?



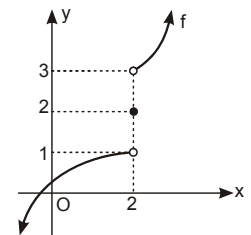
ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 1^-} (f \circ f)(x) = \lim_{x \rightarrow 1^-} f(f(x)) = \lim_{x \rightarrow 1^-} f(2^+) = 0$
 $\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = 3$ olduğundan,
 $\lim_{x \rightarrow 1^-} (f \circ f)(x) + \lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = 0 + 3 = 3$ tür.

ÖRNEK 4

Şekilde, f fonksiyonunun grafiği verilmiştir.

$\lim_{x \rightarrow 6^-} f\left(\frac{16}{x+2}\right)$ ifadesinin değeri kaçtır?



ÇÖZÜM

$u = \frac{16}{x+2}$ için, $x \rightarrow 6^-$ ise, $u \rightarrow 2^+$ dir.

$$\lim_{x \rightarrow 6^-} f\left(\frac{16}{x+2}\right) = \lim_{u \rightarrow 2^+} f(u) = 3 \text{ tür.}$$

ÖRNEK 5

$\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{|x-1|}{x-1}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

1. Yol:

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{|x-1|}{x-1} &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{|1-\varepsilon-1|}{1-\varepsilon-1} \\ &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{-\varepsilon}{-\varepsilon} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\varepsilon}{-\varepsilon} = -1 \text{ dir.} \end{aligned}$$

2. Yol:

$x < 1$ ise, $|x-1| = -(x-1)$,

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{|x-1|}{x-1} = \lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{-(x-1)}{x-1} = -1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 6

$\lim_{x \rightarrow 3^-} \text{sgn}(x^2 - 2x - 3)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

x	$-\infty$	-1	3	$+\infty$	
$x^2 - 2x - 3$	+	○	-	○	+
$\text{sgn}(x^2 - 2x - 3)$	1	○	-1	○	1

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} \text{sgn}(x^2 - 2x - 3) = -1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 7

$\lim_{x \rightarrow 4^+} \llbracket x+2 \rrbracket$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

1. Yol:

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 4^+} \llbracket x+2 \rrbracket &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \llbracket 4+\varepsilon+2 \rrbracket \\ &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \llbracket \varepsilon \rrbracket + 6 = 0 + 6 = 6 \text{ dir.} \end{aligned}$$

2. Yol:

$4 < x < 5$ ise, $\llbracket x \rrbracket = 4$ ve

$$\lim_{x \rightarrow 4^+} \llbracket x+2 \rrbracket = \lim_{x \rightarrow 4^+} (\llbracket x \rrbracket + 2) = 4 + 2 = 6 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 8

$\lim_{x \rightarrow 3^+} \left(\left\lfloor \frac{x}{3} \right\rfloor + \text{sgn}(3-x) \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$x \rightarrow 3^+$ için, $\left\lfloor \frac{x}{3} \right\rfloor = 1$ dir.

$x \rightarrow 3^+$ için, $\text{sgn}(3-x) = -1$ dir.

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \left(\left\lfloor \frac{x}{3} \right\rfloor + \text{sgn}(3-x) \right) = 1 - 1 = 0 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 9

$\lim_{x \rightarrow 2^-} \left(\frac{|x^2-4|}{x-2} + \llbracket x+1 \rrbracket \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$x \rightarrow 2^-$ için, $|x^2-4| = -(x^2-4)$,

$1 < x < 2$ için, $\llbracket x \rrbracket = 1$ dir.

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} \left(\frac{|x^2-4|}{x-2} + \llbracket x \rrbracket + 1 \right) = \lim_{x \rightarrow 2^-} (-(x+2) + 1 + 1) = -2 \text{ dir.}$$

MEF YAYINCILIK

ÖRNEK 10

$\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{x^2 - \llbracket x+6 \rrbracket}{x-3}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$3 < x < 4$ için, $\llbracket x \rrbracket = 3$ tür.

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{x^2 - (\llbracket x \rrbracket + 6)}{x-3} = \lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{x^2 - 9}{x-3} = \lim_{x \rightarrow 3^+} (x+3) = 6 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 11

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = \begin{cases} x^2 + mx + 4, & x < 2 \text{ ise,} \\ 6, & x = 2 \text{ ise,} \\ nx^2 + 2x - 8, & x > 2 \text{ ise,} \end{cases}$$

fonksiyonu veriliyor.

$\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 12$ olduğuna göre,

m.n çarpımı kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 12 \text{ ise, } \lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = 12 \text{ ve}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 12 \text{ olmalıdır.}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = 4 + 2m + 4 = 12, \quad m = 2 \text{ ve}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 4n + 4 - 8 = 12, \quad n = 4 \text{ olup,}$$

$$m \cdot n = 8 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 12

$$\lim_{x \rightarrow 4^-} \left(\frac{x^2 - 16}{|x - 4|} + \operatorname{sgn}(4 - x) + \llbracket x \rrbracket \right) \text{ ifadesinin değeri kaçtır?}$$

ÇÖZÜM

$$x \rightarrow 4^- \text{ için, } |x - 4| = -(x - 4)$$

$$x \rightarrow 4^- \text{ için, } \operatorname{sgn}(4 - x) = 1$$

$$3 < x < 4 \text{ için, } \llbracket x \rrbracket = 3 \text{ tür.}$$

$$\lim_{x \rightarrow 4^-} \left(\frac{(x - 4)(x + 4)}{-(x - 4)} + 1 + 3 \right) = -8 + 4 = -4 \text{ tür.}$$

ÖRNEK 13

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \left(\frac{x^3 \llbracket x \rrbracket + |x - 1| \cdot x^2}{\operatorname{sgn}(x - 1)} \right) \text{ ifadesinin değeri kaçtır?}$$

ÇÖZÜM

$$1 < x < 2 \text{ için, } \llbracket x \rrbracket = 1,$$

$$x \rightarrow 1^+ \text{ için, } |x - 1| = x - 1$$

$$x \rightarrow 1^+ \text{ için, } \operatorname{sgn}(x - 1) = 1 \text{ dir.}$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \left(\frac{x^3 \cdot 1 + (x - 1) \cdot x^2}{1} \right) = \frac{1 + 0}{1} = 1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 14

$$\lim_{x \rightarrow 2^+} (\llbracket 2x + 3 \rrbracket + \llbracket 3x - 4 \rrbracket) \text{ ifadesinin değeri kaçtır?}$$

ÇÖZÜM

$$x \rightarrow 2^+ \text{ için, } \llbracket 2x \rrbracket \rightarrow 4 \text{ ve } \llbracket 3x \rrbracket = 6 \text{ dir.}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^+} (\llbracket 2x \rrbracket + 3 + \llbracket 3x \rrbracket - 4) = 4 + 3 + 6 - 4 = 9 \text{ dur.}$$

TRİGONOMETRİK FONKSİYONLARIN LİMİTİ

$$1) \quad \lim_{x \rightarrow a} \sin x = \sin a$$

$$2) \quad \lim_{x \rightarrow a} \cos x = \cos a$$

$$3) \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\sin x} = 1$$

$$4) \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\tan x} = 1$$

ÖRNEK 15

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{6}} \frac{\cos 2x + 1}{\sin x + 1} \text{ ifadesinin değeri kaçtır?}$$

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{6}} \frac{\cos 2x + 1}{\sin x + 1} = \frac{\cos 2 \cdot \frac{\pi}{6} + 1}{\sin \frac{\pi}{6} + 1} = \frac{\frac{1}{2} + 1}{\frac{1}{2} + 1} = 1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 16

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{3}} \left(\frac{\tan x + 1}{\tan x - 1} \right) \text{ ifadesinin değeri kaçtır?}$$

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{3}} \left(\frac{\tan x + 1}{\tan x - 1} \right) = \frac{\tan \frac{\pi}{3} + 1}{\tan \frac{\pi}{3} - 1} = \frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{3} - 1} = 2 + \sqrt{3} \text{ tür.}$$

ÖRNEK 17

$$\lim_{x \rightarrow \pi^+} (\llbracket \sin x \rrbracket + \operatorname{sgn}(\cos x)) \text{ ifadesinin değeri kaçtır?}$$

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow \pi^+} (\llbracket \sin x \rrbracket + \operatorname{sgn}(\cos x)) =$$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} [\llbracket \sin(\pi + \varepsilon) \rrbracket + \operatorname{sgn}(\cos(\pi + \varepsilon))] =$$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} [\llbracket -\sin \varepsilon \rrbracket + \operatorname{sgn}(-\cos \varepsilon)] = -1 - 1 = -2 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 18

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x + \sin 3x}{x} \text{ ifadesinin değeri kaçtır?}$$

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x + \sin 3x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\sin 2x}{x} + \frac{\sin 3x}{x} \right)$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \left[2 \cdot \underbrace{\frac{\sin 2x}{2x}}_1 + 3 \cdot \underbrace{\frac{\sin 3x}{3x}}_1 \right] = 2 + 3 = 5 \text{ tir.}$$

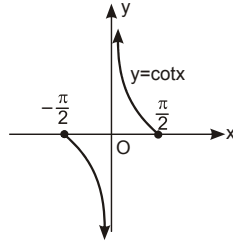
ÖRNEK 19

$\lim_{x \rightarrow 0^-} (\cot x)$ ifadesinin değeri nedir?

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \cot x = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} (\cot(0 - \varepsilon))$$

$$= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} (-\cot \varepsilon) = -\infty \text{ dur.}$$



ÖRNEK 20

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan 2x + \tan 4x + \tan 6x + \dots + \tan 20x}{x}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\tan 2x}{x} + \frac{\tan 4x}{x} + \frac{\tan 6x}{x} + \dots + \frac{\tan 20x}{x} \right)$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \left(2 \cdot \underbrace{\frac{\tan 2x}{2x}}_1 + 4 \cdot \underbrace{\frac{\tan 4x}{4x}}_1 + 6 \cdot \underbrace{\frac{\tan 6x}{6x}}_1 + \dots + 20 \cdot \frac{\tan 20x}{20x} \right)$$

$$= 2 + 4 + 6 + \dots + 20 = 2(1 + 2 + 3 + \dots + 10)$$

$$= 2 \cdot \frac{10 \cdot 11}{2} = 110 \text{ dur.}$$

ÖRNEK 21

$\lim_{x \rightarrow \pi^-} \left(\frac{|\cos x|}{\cos x} + \lfloor \cos x \rfloor \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\frac{\pi}{2} < x < \pi \text{ için, } |\cos x| = -\cos x$$

$$\lfloor \cos x \rfloor = -1 \text{ dir.}$$

$$\lim_{x \rightarrow \pi^-} \left(\frac{|\cos x|}{\cos x} - 1 \right) = \lim_{x \rightarrow \pi^-} \left(\frac{-\cos x}{\cos x} - 1 \right) = -2 \text{ dir.}$$

LİMİT HESAPLARINDA BELİRSİZLİKLER

Bir fonksiyonun limiti hesaplanırken karşılaşılan;

$\frac{0}{0}$, $\frac{\infty}{\infty}$, $\infty - \infty$, $0 \cdot \infty$, 1^∞ biçiminde çıkan ifadelerle belirsizlikler denir.

 $\frac{0}{0}$ BİÇİMİNDEKİ BELİRSİZLİKLER

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = 0$ ve $\lim_{x \rightarrow a} g(x) = 0$ ise,

$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)}$ te, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

ÖRNEK 22

$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^3 - 64}{x^2 - 16}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^3 - 64}{x^2 - 16}$ da, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{(x-4)(x^2+4x+16)}{(x-4)(x+4)} = \lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^2+4x+16}{x+4}$$

$$= \frac{16+16+16}{4+4} = 6 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 23

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{9^{x+1} - 9}{3^{x+1} - 3}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{9^{x+1} - 9}{3^{x+1} - 3}$ te, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{9(9^x - 1)}{3(3^x - 1)} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3(3^x - 1)(3^x + 1)}{3^x - 1}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} 3(3^x + 1) = 6 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 24

$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x+1-\sqrt{2x+5}}{x-2}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x+1-\sqrt{2x+5}}{x-2}$ de, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x+1-\sqrt{2x+5}}{x-2} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x+1-\sqrt{2x+5})(x+1+\sqrt{2x+5})}{(x-2)(x+1+\sqrt{2x+5})}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{(x-2)(x+1+\sqrt{2x+5})} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(x+2)}{(x-2)(x+1+\sqrt{2x+5})}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x+2}{x+1+\sqrt{2x+5}} = \frac{2+2}{3+3} = \frac{2}{3} \text{ tür.}$$

ÖRNEK 25

$\lim_{x \rightarrow a} \frac{\sin x - \sin a}{x - a}$ ifadesinin değerini bulalım.

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow a} \frac{\sin x - \sin a}{x - a}$ da, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow a} \frac{\sin x - \sin a}{x - a} &= \lim_{x \rightarrow a} \frac{2 \cos\left(\frac{x+a}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{x-a}{2}\right)}{x - a} \\ &= \lim_{x \rightarrow a} \cos\left(\frac{x+a}{2}\right) \cdot \underbrace{\frac{\sin\left(\frac{x-a}{2}\right)}{\frac{x-a}{2}}}_1 = \cos a \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 26

$\lim_{x \rightarrow a} \frac{\cos^3 x - \cos^3 a}{\cos^2 x - \cos^2 a}$ ifadesinin değerini bulalım.

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow a} \frac{\cos^3 x - \cos^3 a}{\cos^2 x - \cos^2 a}$ da, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow a} \frac{(\cos x - \cos a)(\cos^2 x + \cos x \cos a + \cos^2 a)}{(\cos x - \cos a)(\cos x + \cos a)} \\ = \lim_{x \rightarrow a} \frac{\cos^2 x + \cos x \cos a + \cos^2 a}{\cos x + \cos a} = \frac{3 \cos^2 a}{2 \cos a} = \frac{3}{2} \cos a \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 27

$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x - \sqrt{2x+m}}{x^2 - 1} = n$ ve $n \in \mathbb{R}$ olduğuna göre,

$m \cdot n$ çarpımı kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x - \sqrt{2x+m}}{x^2 - 1} = \frac{2 - \sqrt{2+m}}{0} = n \text{ den,}$$

$n \in \mathbb{R}$ ise, $2 - \sqrt{2+m} = 0$ olmalıdır.

Buradan, $m = 2$ bulunur.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x - \sqrt{2x+m}}{x^2 - 1} &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x - \sqrt{2x+2}}{x^2 - 1} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(2x - \sqrt{2x+2})(2x + \sqrt{2x+2})}{(x^2 - 1)(2x + \sqrt{2x+2})} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{4x^2 - 2x - 2}{(x^2 - 1)(2x + \sqrt{2x+2})} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2(2x+1)(x-1)}{(x-1)(x+1)(2x + \sqrt{2x+2})} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2(2x+1)}{(x+1)(2x + \sqrt{2x+2})} = \frac{3}{4} = n \text{ olup,} \end{aligned}$$

$$m \cdot n = 2 \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{2} \text{ dir.}$$

ÖRNEK 28

$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2\sqrt{x} - x}{\sqrt{x} - 2}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2\sqrt{x} - x}{\sqrt{x} - 2}$ de, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 4} \frac{2\sqrt{x} - x}{\sqrt{x} - 2} &= \lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{x}(2 - \sqrt{x})}{\sqrt{x} - 2} \\ &= \lim_{x \rightarrow 4} (-\sqrt{x}) = -2 \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 29

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin 2x - 1}{\cos 4x + 1}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin 2x - 1}{\cos 4x + 1}$ de, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin 2x - 1}{2 \cos^2 2x - 1 + 1} &= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin 2x - 1}{2 \cos^2 2x} \\ &= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin 2x - 1}{2(1 - \sin^2 2x)} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{-1 - \sin 2x}{2(1 - \sin 2x)(1 + \sin 2x)} \\ &= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{-1}{2(1 + \sin 2x)} = -\frac{1}{4} \text{ tür.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 30

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\tan x - 1}{\cot x - 1}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\tan x - 1}{\cot x - 1}$ de, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\tan x - 1}{\frac{1}{\tan x} - 1} &= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\tan x - 1}{\frac{1 - \tan x}{\tan x}} \\ &= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} (-\tan x) = -\tan \frac{\pi}{4} = -1 \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 31

$\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{x - \pi}{\sin x}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{x - \pi}{\sin x}$ te, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{x - \pi}{\sin(\pi - x)} = \lim_{x \rightarrow \pi} \left(-\frac{\pi - x}{\sin(\pi - x)} \right)$$

$\pi - x = a$ olsun. $x \rightarrow \pi$ ise, $a \rightarrow 0$ olur.

$$\lim_{a \rightarrow 0} -\frac{a}{\sin a} = -1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 32

$\lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^3 - \lfloor x \rfloor}{x^2 - \lfloor x \rfloor \operatorname{sgn} x}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^3 - \lfloor x \rfloor}{x^2 - \lfloor x \rfloor \operatorname{sgn} x}$ te, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^3 - \lfloor x \rfloor}{x^2 - \lfloor x \rfloor \operatorname{sgn} x} = \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^3 - 1}{x^2 - 1}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{(x-1)(x^2+x+1)}{(x-1)(x+1)} = \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^2+x+1}{x+1} = \frac{3}{2} \text{ dir.}$$

ÖRNEK 33

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{2 \sin x - \sqrt{2}}{2 \cos x - \sqrt{2}}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{2 \sin x - \sqrt{2}}{2 \cos x - \sqrt{2}}$ de, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin x - \frac{\sqrt{2}}{2}}{\cos x - \frac{\sqrt{2}}{2}} = \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin x - \sin \frac{\pi}{4}}{\cos x - \cos \frac{\pi}{4}}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{2 \cdot \cos \left(\frac{x + \frac{\pi}{4}}{2} \right) \cdot \sin \left(\frac{x - \frac{\pi}{4}}{2} \right)}{-2 \sin \left(\frac{x + \frac{\pi}{4}}{2} \right) \cdot \sin \left(\frac{x - \frac{\pi}{4}}{2} \right)}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} -\frac{\cos \left(\frac{4x + \pi}{8} \right)}{\sin \left(\frac{4x + \pi}{8} \right)} = -\frac{\cos \left(\frac{\pi}{4} \right)}{\sin \left(\frac{\pi}{4} \right)} = -1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 34

$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - \sqrt{x}}{x - \sqrt{x}}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - \sqrt{x}}{x - \sqrt{x}}$ te, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - \sqrt{x}}{x - \sqrt{x}} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x}(\sqrt{x^3} - 1)}{\sqrt{x}(\sqrt{x} - 1)}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(\sqrt{x} - 1)(\sqrt{x^2} + \sqrt{x} + 1)}{\sqrt{x} - 1} = \lim_{x \rightarrow 1} (x + \sqrt{x} + 1) = 1 + 1 + 1 = 3 \text{ tür.}$$

ÖRNEK 35

$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^3 - 8}{x - \sqrt{x+2}}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^3 - 8}{x - \sqrt{x+2}}$ de, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^3 - 8}{x - \sqrt{x+2}} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x^3 - 8)(x + \sqrt{x+2})}{(x - \sqrt{x+2})(x + \sqrt{x+2})}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x^3 - 8)(x + \sqrt{x+2})}{x^2 - x - 2}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(x^2 + 2x + 4)(x + \sqrt{x+2})}{(x-2)(x+1)}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x^2 + 2x + 4)(x + \sqrt{x+2})}{x+1} = \frac{12 \cdot 4}{3} = 16 \text{ dir.}$$

 $\frac{\infty}{\infty}$ BİÇİMİNDEKİ BELİRSİZLİKLER

$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = \infty$ ve $\lim_{x \rightarrow +\infty} g(x) = \infty$ ise,

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{g(x)}$ te, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

ÖRNEK 36

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \left(\frac{6x+11}{3x^2+1} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{6x+11}{3x^2+1} \right)$ de, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6x+11}{3x^2+1} &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x \left(6 + \frac{11}{x} \right)}{x^2 \left(3 + \frac{1}{x^2} \right)} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6 + \frac{11}{x}}{x \left(3 + \frac{1}{x^2} \right)} = \frac{6+0}{\infty \cdot 3+0} = 0 \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 37

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{12x^2+7x+3}{4x^2+5x+1} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{12x^2+7x+3}{4x^2+5x+1}$ de, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{12x^2+7x+3}{4x^2+5x+1} &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 \left(12 + \frac{7}{x} + \frac{3}{x^2} \right)}{x^2 \left(4 + \frac{5}{x} + \frac{1}{x^2} \right)} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{12 + \frac{7}{x} + \frac{3}{x^2}}{4 + \frac{5}{x} + \frac{1}{x^2}} = \frac{12+0+0}{4+0+0} = 3 \text{ tür.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 38

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x^2+3x+1}{4x+3} \right)$ ifadesinin eşitini bulalım.

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^2+3x+1}{4x+3}$ te, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^2+3x+1}{4x+3} &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 \left(2 + \frac{3}{x} + \frac{1}{x^2} \right)}{x \left(4 + \frac{3}{x} \right)} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x \left(2 + \frac{3}{x} + \frac{1}{x^2} \right)}{4 + \frac{3}{x}} = \frac{\infty(2+0+0)}{4+0} = \frac{\infty}{4} = \infty \text{ olur.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 39

$\lim_{x \rightarrow -\infty} \left(\frac{2x + \sqrt{2x^2+x+1}}{2x - \sqrt{2x^2+3x+2}} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x + \sqrt{2x^2+x+1}}{2x - \sqrt{2x^2+3x+2}}$ de, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x + \sqrt{2x^2+x+1}}{2x - \sqrt{2x^2+3x+2}} &= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x + |x| \sqrt{2 + \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2}}}{2x - |x| \sqrt{2 + \frac{3}{x} + \frac{2}{x^2}}} \\ &= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x - x \sqrt{2 + \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2}}}{2x + x \sqrt{2 + \frac{3}{x} + \frac{2}{x^2}}} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x \left(2 - \sqrt{2 + \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2}} \right)}{x \left(2 + \sqrt{2 + \frac{3}{x} + \frac{2}{x^2}} \right)} \\ &= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2 - \sqrt{2 + \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2}}}{2 + \sqrt{2 + \frac{3}{x} + \frac{2}{x^2}}} = \frac{2 - \sqrt{2+0+0}}{2 + \sqrt{2+0+0}} \\ &= \frac{2 - \sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}} = 3 - 2\sqrt{2} \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 40

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(a+b)x^2+6x+3}{2x^2+7x+1} = 4$ ve $2a-b=7$ olduğuna göre,

a.b çarpımı kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(a+b)x^2+6x+3}{2x^2+7x+1}$ de, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(a+b)x^2+6x+3}{2x^2+7x+1} = 4$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 \left(a + b + \frac{6}{x} + \frac{3}{x^2} \right)}{x^2 \left(2 + \frac{7}{x} + \frac{1}{x^2} \right)} = 4$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{a + b + \frac{6}{x} + \frac{3}{x^2}}{2 + \frac{7}{x} + \frac{1}{x^2}} = 4$$

$$\frac{a+b+0+0}{2+0+0} = 4 \text{ ise, } a+b=8$$

$$2a-b=7 \text{ den, } a=5 \text{ ve } b=3 \text{ olup,}$$

$$a \cdot b = 5 \cdot 3 = 15 \text{ tir.}$$

ÖRNEK 41

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{5^{x+1} + 3^x}{5^x - 3^x} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5^{x+1} + 3^x}{5^x - 3^x}$ te, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5^{x+1} + 3^x}{5^x - 3^x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5^x \left[5 + \left(\frac{3}{5} \right)^x \right]}{5^x \left[1 - \left(\frac{3}{5} \right)^x \right]}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5 + \left(\frac{3}{5} \right)^x}{1 - \left(\frac{3}{5} \right)^x} = \frac{5+0}{1-0} = 5 \text{ tir.}$$

($|a| < 1$ için, $\lim_{n \rightarrow \infty} a^n = 0$ olduğuna dikkat ediniz.)

ÖRNEK 42

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{5^x + 3^x + 2^x}{7^x + 5^x + 3^x} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5^x + 3^x + 2^x}{7^x + 5^x + 3^x}$ te, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5^x + 3^x + 2^x}{7^x + 5^x + 3^x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5^x \left[1 + \left(\frac{3}{5} \right)^x + \left(\frac{2}{5} \right)^x \right]}{7^x \left[1 + \left(\frac{5}{7} \right)^x + \left(\frac{3}{7} \right)^x \right]}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{5}{7} \right)^x \frac{1 + \left(\frac{3}{5} \right)^x + \left(\frac{2}{5} \right)^x}{1 + \left(\frac{5}{7} \right)^x + \left(\frac{3}{7} \right)^x} = 0 \cdot \frac{1+0+0}{1+0+0} = 0 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 43

$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\cos ecx}{\cot x}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\cos ecx}{\cot x}$ te, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\cos ecx}{\cot x} = \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{\frac{\sin x}{\cos x}}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{\cos x} = \frac{1}{\cos 0} = \frac{1}{1} = 1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 44

$\lim_{x \rightarrow \left(\frac{\pi}{2} \right)^+} \frac{\tan x}{\sec x}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \left(\frac{\pi}{2} \right)^+} \frac{\tan x}{\sec x}$ te, $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \left(\frac{\pi}{2} \right)^+} \frac{\tan x}{\sec x} = \lim_{x \rightarrow \left(\frac{\pi}{2} \right)^+} \frac{\frac{\sin x}{\cos x}}{\frac{1}{\cos x}}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \left(\frac{\pi}{2} \right)^+} \sin x = \sin \frac{\pi}{2} = 1 \text{ dir.}$$

MEF YAYINCILIK

$\infty - \infty$ BİÇİMİNDEKİ BELİRSİZLİKLER

$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \infty$ ve $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = \infty$ ise,

$\lim_{x \rightarrow \infty} [f(x) - g(x)]$, $\infty - \infty$ belirsizliğidir.

Bu tip belirsizlikler, $\frac{\infty}{\infty}$ veya $\frac{0}{0}$ belirsizliğine dönüştürülerek çözülür.

ÖRNEK 45

$\lim_{x \rightarrow \infty} (4x + 1 - \sqrt{16x^2 - 8x + 1})$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} (4x+1-\sqrt{16x^2-8x+1})$ de, $\infty - \infty$ belirsizliği vardır.

1. Yol:

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow \infty} (4x+1-\sqrt{16x^2-8x+1}) \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(4x+1-\sqrt{16x^2-8x+1})(4x+1+\sqrt{16x^2-8x+1})}{4x+1+\sqrt{16x^2-8x+1}} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(4x+1)^2 - (16x^2-8x+1)}{4x+1+\sqrt{16x^2-8x+1}} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{16x}{4x+1+\sqrt{16x^2-8x+1}} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{16x}{4x+1+|4x|} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{16x}{8x+1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{16x}{x(8+\frac{1}{x})} \\ &= \frac{16}{8+0} = 2 \text{ dir.} \end{aligned}$$

2. Yol:

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{ax^2+bx+c} = \left| \sqrt{ax} + \frac{b}{2\sqrt{a}} \right| \text{ dan,} \\ & \lim_{x \rightarrow \infty} (4x+1-\sqrt{16x^2-8x+1}) \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} (4x+1-|4x-1|) = \lim_{x \rightarrow \infty} (4x+1-4x+1) = 2 \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 46

$\lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{4x^2+12x+5}+2x)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{4x^2+12x+5}+2x) \text{ te, } \infty - \infty \text{ belirsizliği vardır.} \\ & \lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{4x^2+12x+5}+2x) = \lim_{x \rightarrow -\infty} (|2x+3|+2x) \\ &= \lim_{x \rightarrow -\infty} (-2x-3+2x) = -3 \text{ tür.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 47

$\lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{1}{x-3} - \frac{6}{x^2-9} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{1}{x-3} - \frac{6}{x^2-9} \right) \text{ da, } \infty - \infty \text{ belirsizliği vardır.} \\ & \lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{1}{x-3} - \frac{6}{(x-3)(x+3)} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{x+3-6}{(x-3)(x+3)} \right) = \lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{x-3}{(x-3)(x+3)} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow 3} \frac{1}{x+3} = \frac{1}{6} \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 48

$\lim_{x \rightarrow \infty} [\log_3(243x^2+4) - \log_3(9x^2+1)]$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow \infty} [\log_3(243x^2+4) - \log_3(9x^2+1)] \text{ de, } \infty - \infty \text{ belirsizliği vardır.} \\ & \lim_{x \rightarrow \infty} [\log_3(243x^2+4) - \log_3(9x^2+1)] \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\log_3 \frac{243x^2+4}{9x^2+1} \right) = \log_3 \left[\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{243x^2+4}{9x^2+1} \right] \\ &= \log_3 27 = 3 \text{ tür.} \end{aligned}$$

0 · ∞ BİÇİMİNDEKİ BELİRSİZLİKLER

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = 0$ ve $\lim_{x \rightarrow a} g(x) = \infty$ ise,
 $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)]$, $0 \cdot \infty$ belirsizliğidir.

Bu tip belirsizlikler, $\frac{0}{0}$ veya $\frac{\infty}{\infty}$ belirsizliğine dönüştürülerek çözülür.

ÖRNEK 49

$\lim_{x \rightarrow \pi} [\sin(x-\pi) \cdot \cot x]$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow \pi} [\sin(x-\pi) \cdot \cot x] \text{ te, } 0 \cdot \infty \text{ belirsizliği vardır.} \\ & \lim_{x \rightarrow \pi} \left[\sin(-(\pi-x)) \cdot \frac{\cos x}{\sin x} \right] \\ &= \lim_{x \rightarrow \pi} \frac{-\sin x \cdot \cos x}{\sin x} = \lim_{x \rightarrow \pi} (-\cos x) = 1 \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 50

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (\sin 2x \cdot \tan x)$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (\sin 2x \cdot \tan x)$ te, $0 \cdot \infty$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (\sin 2x \cdot \tan x) &= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \left(2 \sin x \cdot \cos x \cdot \frac{\sin x}{\cos x} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (2 \sin^2 x) = 2 \cdot \sin^2 \frac{\pi}{2} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ dir.} \end{aligned}$$

1[∞] BİÇİMİNDEKİ BELİRSİZLİKLER

$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 1$ ve $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = \infty$ ise,

$\lim_{x \rightarrow \infty} [f(x)]^{g(x)}$, 1[∞] belirsizliğidir.

Bu tip belirsizliklerin çözümünde, $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$ dizi limitlerinin özelliğinden faydalanırız.

ÖRNEK 51

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^{2x}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^{2x}$ te, 1[∞] belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^{2x} = \left[\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x \right]^2 = e^2 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 52

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x+3}{4x+2}^{12x+6}$ ifadesinin değeri kaçtır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{4x+3}{4x+2}\right)^{12x+6}$ da, 1[∞] belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{4x+3}{4x+2}\right)^{12x+6} = \lim_{x \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{1}{4x+2}\right)^{4x+2} \right]^3$$

$4x+2 = u$ dersek, $x \rightarrow \infty$ ise, $u \rightarrow \infty$ dur.

$$\lim_{u \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{1}{u}\right)^u \right]^3 = e^3 \text{ tür.}$$

FONKSİYONLARIN SÜREKLİLİĞİ

Tanım:

$A \subset \mathbb{R}$ ve $a \in A$ olmak üzere, $f: A \rightarrow \mathbb{R}$ fonksiyonunda;

- $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = f(a)$ ise, fonksiyon $x = a$ apsisli noktada soldan süreklidir.
- $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = f(a)$ ise, fonksiyon $x = a$ apsisli noktada sağdan süreklidir.
- $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = f(a)$ ise, fonksiyon, $x = a$ apsisli noktada süreklidir.
- Fonksiyon tanım aralığının her noktasında sürekli ise, verilen aralıkta da süreklidir.

FONKSİYONLARIN BİR NOKTADA SÜREKLİLİĞİ

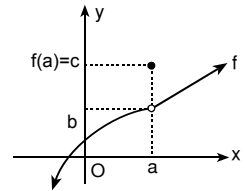
- $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b \neq f(a)$ ise,

fonksiyon $x = a$ apsisli noktada soldan **süreksizdir**.

$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b \neq f(a)$ ise,

fonksiyon $x = a$ apsisli noktada sağdan **süreksizdir**.

Fonksiyon $x = a$ apsisli noktada **süreksizdir**.



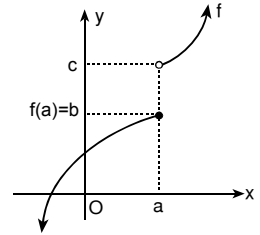
- $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b = f(a)$ ise,

fonksiyon $x = a$ apsisli noktada soldan **süreklidir**.

$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = c \neq f(a)$ ise,

fonksiyon $x = a$ apsisli noktada sağdan **süreksizdir**.

Fonksiyon $x = a$ apsisli noktada **süreksizdir**.



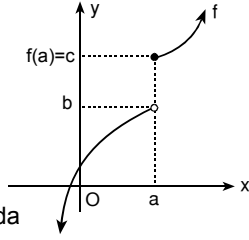
3. $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b \neq f(a)$ ise,

fonsiyon $x = a$ apsisli noktada soldan **süreksizdir**.

$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = c = f(a)$ ise,

fonsiyon $x = a$ apsisli noktada sağdan **süreklidir**.

Fonsiyon $x = a$ apsisli noktada **süreksizdir**.



4. $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b = f(a)$ ise,

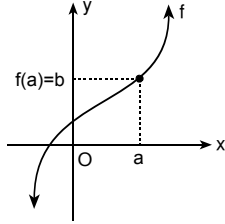
fonsiyon $x = a$ apsisli noktada soldan **süreklidir**.

$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b = f(a)$ ise,

fonsiyon $x = a$ apsisli noktada sağdan **süreklidir**.

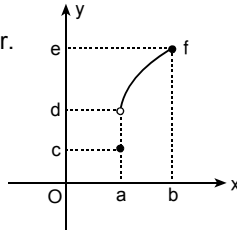
$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$ olduğundan,

fonsiyon $x = a$ apsisli noktada **süreklidir**.

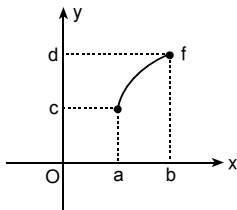


FONKSİYONLARIN BİR ARALIKTA SÜREKLİLİĞİ

1. $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$, f fonksiyonu $[a, b]$ aralığında sürekli değildir.



2. $f: [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$, f fonksiyonu $[a, b]$ aralığında sürekli değildir.



ÖRNEK 53

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = \begin{cases} x^2 + ax + 2, & x < 2 \text{ ise,} \\ 12, & x = 2 \text{ ise,} \\ bx + 4, & x > 2 \text{ ise,} \end{cases}$$

fonsiyonu $\forall x \in \mathbb{R}$ için sürekli olduğuna göre,

a.b çarpımı kaçtır?

ÇÖZÜM

$(-\infty, 2)$ aralığında, $f(x) = x^2 + ax + 2$ fonksiyonu daima süreklidir.

$(2, +\infty)$ aralığında, $f(x) = bx + 4$ fonksiyonu daima süreklidir.

Fonksiyonun $x = 2$ apsisli noktada sürekli olması için,

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = f(2) \text{ olmalıdır.}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = 4 + 2a + 2 = 2a + 6,$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 2b + 4, \quad f(2) = 12$$

$$2a + 6 = 12 \text{ den, } a = 3,$$

$$2b + 4 = 12 \text{ den, } b = 4 \text{ olup,}$$

$$a \cdot b = 3 \cdot 4 = 12 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 54

$$f(x) = \begin{cases} \frac{8}{x^2 - 9}, & x < 1 \text{ ise,} \\ \lfloor x + 1 \rfloor, & 1 \leq x < 4 \text{ ise,} \\ 5 + \text{sgn}(x - 5), & x \geq 4 \text{ ise,} \end{cases}$$

biçiminde tanımlanan f fonksiyonu kaç noktada süreksizdir?

ÇÖZÜM

$(-\infty, 1)$ aralığında, $f(x) = \frac{8}{x^2 - 9}$ fonksiyonu, $x_1 = -3$ için tanımsız ve **süreksizdir**.

$\lim_{x \rightarrow 1^-} f(x) = -1$ ve $\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = 2$ olduğundan,

$x_2 = 1$ için fonksiyon **süreksizdir**.

$[1, 4)$ aralığında, $f(x) = \lfloor x + 1 \rfloor$ fonksiyonu,

$x_3 = 2$ ve $x_4 = 3$ için süreksizdir.

$\lim_{x \rightarrow 4^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 4^+} f(x) = f(4) = 4$ olduğundan,

fonsiyon $x = 4$ için süreklidir.

$[4, +\infty)$ aralığında, $f(x) = 5 + \text{sgn}(x - 5)$ fonksiyonu $x_5 = 5$ için **süreksizdir**.

Fonksiyon 5 noktada süreksizdir.

ÖRNEK 55

$f(x) = \sqrt{x^2 - (m+2)x + 4m - 7}$ fonksiyonu $\forall x \in \mathbb{R}$ için sürekli olduğuna göre,

m hangi aralıkta bulunur?

ÇÖZÜM

$f(x) = \sqrt{g(x)}$ fonksiyonu $\forall x \in \mathbb{R}$ için sürekli ise, $g(x) \geq 0$ olmalıdır.

$f(x) = \sqrt{x^2 - (m+2)x + 4m - 7}$ fonksiyonunda,

$x^2 - (m+2)x + 4m - 7 \geq 0$ ise, $a > 0$ ve $\Delta \leq 0$ olmalıdır.

$a = 1 > 0$ dir. $\Delta = (m+2)^2 - 4(4m-7) \leq 0$

$m^2 - 12m + 32 \leq 0$ ise, $m \in [4, 8]$ dir.

ÖRNEK 56

$f(x) = \log_3(-x^2 + 2x + 15)$ fonksiyonunun tanım kümesini bulalım.

ÇÖZÜM

$f(x) = \log_a g(x)$ fonksiyonu, $a \in \mathbb{R}^+ - \{1\}$ ve $g(x) > 0$ için tanımlıdır.

O halde, $f(x) = \log_3(-x^2 + 2x + 15)$ fonksiyonunda,

$-x^2 + 2x + 15 > 0$ olmalıdır.

Fonksiyonun tanım kümesi,

$T = \{x \mid -3 < x < 5, x \in \mathbb{R}\}$ dir.

ÖRNEK 57

$f(x) = \frac{6}{\lfloor x-3 \rfloor}$ fonksiyonunun sürekli olduğu kümeyi bulalım.

ÇÖZÜM

$g(x) = \lfloor x \rfloor$ fonksiyonu \mathbb{Z} de süreksizdir.

$\lfloor x-3 \rfloor = 0$ için $f(x)$ fonksiyonu süreksizdir.

$0 \leq x-3 < 1$ ise, $3 \leq x < 4$ için $f(x)$ süreksizdir.

$f(x) = \frac{6}{\lfloor x-3 \rfloor}$ fonksiyonu, $\mathbb{R} - [Z \cup (3,4)]$ kümesinde süreklidir.

BİR NOKTADA SÜREKLİ FONKSİYONLARIN ÖZELLİKLERİ

f ve g fonksiyonları $x = a$ apsisli noktada sürekli fonksiyonlar ise;

- 1) $f + g$ fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada süreklidir.
- 2) $f - g$ fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada süreklidir.
- 3) $f.g$ fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada süreklidir.
- 4) $g(a) \neq 0$ olmak üzere, $\frac{f}{g}$ fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada süreklidir.
- 5) $k \in \mathbb{R}$ olmak üzere, $k.f$ fonksiyonu, $x = a$ apsisli noktada süreklidir.

ÖRNEK 58

$f(x) = \frac{|x-1|}{x-1} + \text{sgn}(x^2-9) + x^3$ fonksiyonunun sürekli olduğu noktalardaki x değerlerinin toplamı kaçtır?

ÇÖZÜM

$y = \frac{|x-1|}{x-1}$ fonksiyonu, $x = 1$ için süreksizdir.

$y = \text{sgn}(x^2-9)$ fonksiyonu, $x^2-9=0$, $x = -3$ ve $x = 3$ için süreksizdir.

$y = x^3$ fonksiyonu daima süreklidir. O halde, fonksiyonun süreksiz olduğu noktalardaki x değerlerinin toplamı 1 dir.

ÖRNEK 59

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2}{x^2-a}, & x \leq 0 \text{ ise,} \\ \frac{2x-a}{x+8}, & x > 0 \text{ ise,} \end{cases}$$

fonksiyonunun daima sürekli olması için a kaç olmalıdır?

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 0^+} f(x) = f(0)$ olmalıdır.

$\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x) = -\frac{2}{a}$, $\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x) = -\frac{a}{8}$, $f(0) = -\frac{2}{a}$ dir.

$-\frac{2}{a} = -\frac{a}{8}$ dan, $a_1 = 4$ ve $a_2 = -4$ olur.

$a = 4$ ise, $x \leq 0$ iken, $f(x) = \frac{2}{x^2-4}$ olup,

fonksiyon $x = -2$ apsisli noktada süreksizdir.

O halde, $a = -4$ olmalıdır.

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\tan^2 x + 1}{\sin^2 x - 1}$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) 4 B) 2 C) 0 D) -2 E) -4

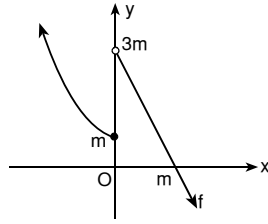
ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\tan^2 x + 1}{\sin^2 x - 1} = \frac{\tan^2 \frac{\pi}{4} + 1}{\sin^2 \frac{\pi}{4} - 1} = \frac{1 + 1}{\frac{1}{2} - 1} = -4 \text{ tür.}$$

Yanıt: E

2. Şekilde f fonksiyonunun grafiği verilmiştir. $\lim_{x \rightarrow m^+} (f \circ f)(x) = 2m - 1$ ise,

$\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x)$ kaçtır?



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

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow m^+} (f \circ f)(x) = 2m - 1, \quad \lim_{x \rightarrow m^+} f(f(x)) = 2m - 1$$

$$\lim_{x \rightarrow m^+} f(0^-) = 2m - 1, \quad m = 2m - 1, \quad m = 1 \text{ dir.}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x) = 3m = 3 \text{ tür.}$$

Yanıt: C

3. $f(x) = \begin{cases} ax^2 - 5, & x \geq 2 \text{ ise,} \\ x^2 + a, & x < 2 \text{ ise,} \end{cases}$ fonksiyonu veriliyor.

Bu fonksiyonun $\forall x \in \mathbb{R}$ de limitinin olması için, a kaç olmalıdır?

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

ÇÖZÜM

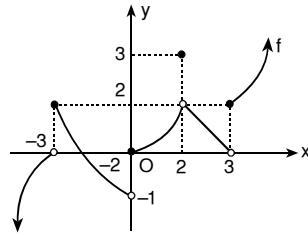
$$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = f(2) \text{ olmalıdır.}$$

$$4 + a = 4a - 5 \text{ ten, } a = 3 \text{ tür.}$$

Yanıt: C

4. Grafik, f fonksiyonuna aittir.

Buna göre, f fonksiyonunun limitinin olmadığı kaç nokta vardır?



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

ÇÖZÜM

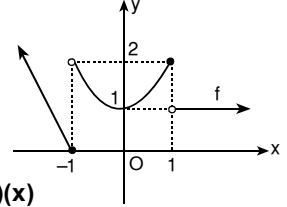
$$\lim_{x \rightarrow (-3)^-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow (-3)^+} f(x), \quad 0 \neq 2,$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow 0^+} f(x), \quad -1 \neq 0,$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow 3^+} f(x), \quad 0 \neq 2 \text{ olduğundan, 3 noktada limiti yoktur.}$$

Yanıt: C

5. Şekilde, f fonksiyonunun grafiği verilmiştir.



Buna göre,

$\lim_{x \rightarrow 1^-} (f \circ f)(x) + \lim_{x \rightarrow (-1)^+} (f \circ f)(x)$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) 2 B) 1 C) 0 D) -1 E) -2

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} (f \circ f)(x) + \lim_{x \rightarrow (-1)^+} (f \circ f)(x) =$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} f(f(x)) + \lim_{x \rightarrow (-1)^+} f(f(x)) =$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} f(2^-) + \lim_{x \rightarrow (-1)^+} f(2^-) = 1 + 1 = 2 \text{ dir.}$$

Yanıt: A

6. $\lim_{x \rightarrow a} \frac{\sin(x-a)}{x^2 - a^2}$ ifadesinin değeri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{1}{2a}$ B) $\frac{2}{a}$ C) $\frac{1}{a}$ D) $\frac{a}{2}$ E) $\frac{1}{4a}$

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{\sin(x-a)}{x^2 - a^2} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{1}{x+a} \cdot \frac{\sin(x-a)}{x-a}$$

$$= \lim_{x \rightarrow a} \frac{1}{x+a} = \frac{1}{a+a} = \frac{1}{2a} \text{ dir.}$$

Yanıt: A

7. $\lim_{x \rightarrow \pi^+} \frac{\text{sgn}(\sin x) + \lfloor \cos x \rfloor}{\lfloor x + \pi \rfloor}$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) $-\frac{1}{3}$ B) -1 C) 0 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

ÇÖZÜM

$$x \rightarrow \pi^+ \text{ için, } \text{sgn}(\sin x) = -1, \quad \lfloor \cos x \rfloor = -1 \text{ ve}$$

$$\lfloor x + \pi \rfloor = \lfloor 2\pi \rfloor = 6 \text{ dir.}$$

$$\lim_{x \rightarrow \pi^+} \frac{\text{sgn}(\sin x) + \lfloor \cos x \rfloor}{\lfloor x + \pi \rfloor} = \frac{-1 - 1}{6} = -\frac{1}{3} \text{ tür.}$$

Yanıt: A

8. $m \in \mathbb{Z}$ olmak üzere,

$$\lim_{x \rightarrow m^+} \lfloor 3x - \lfloor 2m - x \rfloor \rfloor = 5 \text{ olduğuna göre,}$$

m kaçtır?

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

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow m^+} \lfloor 3x - \lfloor 2m - x \rfloor \rfloor = 5, \quad \lim_{x \rightarrow m^+} (\lfloor 3x \rfloor - \lfloor 2m - x \rfloor) = 5$$

$$3m - (\lfloor 2m - (m + \varepsilon) \rfloor) = 5, \quad 3m - (\lfloor m - \varepsilon \rfloor) = 5$$

$$3m - (m - 1) = 5 \text{ ten, } m = 2 \text{ dir.}$$

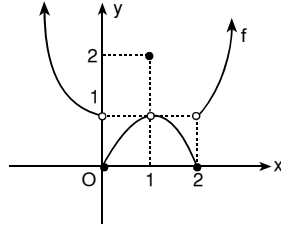
Yanıt: E

9. Şekilde, f fonksiyonunun grafiği verilmiştir.

Buna göre,

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3^{f(x)} + \operatorname{sgn}(f(x))}{\lfloor f(x) + 2 \rfloor}$$

ifadesinin değeri kaçtır?



- A) 1 B) 2 C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{2}{3}$

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3^{f(x)} + \operatorname{sgn}(f(x))}{\lfloor f(x) + 2 \rfloor} = \frac{3^1 + 1}{0 + 2} = 2 \text{ dir.}$$

($\lim_{x \rightarrow 1^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = 1$ ve $x < 1$ veya $x > 1$ için,

$0 < f(x) < 1$, $\lfloor f(x) \rfloor = 0$ olduğuna dikkat ediniz.)

Yanıt: B

10. $n \in \mathbb{Z}^+$ olmak üzere,

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \left(\frac{n(x-1)}{|x-1|} + \operatorname{sgn}(x-1) - \lfloor x-n \rfloor \right) = 6 \text{ olduğuna göre,}$$

re,

n kaçtır?

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

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \left(\frac{n(x-1)}{|x-1|} + \operatorname{sgn}(x-1) - \lfloor x-n \rfloor \right) = 6$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \left(\frac{n(x-1)}{x-1} + 1 - \lfloor x \rfloor + n \right) = 6$$

$$n + 1 - 1 + n = 6, \quad n = 3 \text{ tür.}$$

Yanıt: C

11. $\lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^3 - \operatorname{sgn}(x-1)}{x^2 - \lfloor 2x - 1 \rfloor}$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) $\frac{5}{2}$

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^3 - \operatorname{sgn}(x-1)}{x^2 - \lfloor 2x - 1 \rfloor} &= \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^3 - 1}{x^2 - 1} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{(x-1)(x^2+x+1)}{(x-1)(x+1)} = \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{x^2+x+1}{x+1} \\ &= \frac{1+1+1}{1+1} = \frac{3}{2} \text{ dir.} \end{aligned}$$

Yanıt: C

12. $\left(\frac{1+3+5+\dots+(2n-1)}{2+4+6+\dots+2n} \right)$ dizisinin limiti kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) $\frac{5}{2}$

ÇÖZÜM

$$(a_n) = \left(\frac{1+3+5+\dots+(2n-1)}{2+4+6+\dots+2n} \right) = \left(\frac{n^2}{n(n+1)} \right) \text{ olup,}$$

$$\lim(a_n) = 1 \text{ dir.}$$

Yanıt: B

13. $\lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{4x^2+6x+1} - \sqrt{4x^2+4x-1})$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) 0 D) -1 E) $-\frac{1}{2}$

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{4x^2+6x+1} - \sqrt{4x^2+4x-1})$ de, $\infty - \infty$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{(\sqrt{4x^2+6x+1} - \sqrt{4x^2+4x-1})(\sqrt{4x^2+6x+1} + \sqrt{4x^2+4x-1})}{\sqrt{4x^2+6x+1} + \sqrt{4x^2+4x-1}} \\ = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{4x^2+6x+1 - (4x^2+4x-1)}{2x + \frac{3}{2} + |2x+1|} = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x+2}{-4x - \frac{5}{2}} = -\frac{1}{2} \text{ dir.} \end{aligned}$$

Yanıt: E

14. $\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{x-1} - \frac{4}{x^2+2x-3} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) 2 B) 1 C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{4}$

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{x-1} - \frac{4}{x^2+2x-3} \right)$ te, $\infty - \infty$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{x-1} - \frac{4}{x^2+2x-3} \right) = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x+3-4}{(x-1)(x+3)} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{1}{x+3} = \frac{1}{4} \text{ tür.}$$

Yanıt: E

15. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(3x \cdot \sin \frac{a}{x} \right) = a + 1$ olduğuna göre,

a kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{1}{6}$

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(3x \cdot \sin \frac{a}{x} \right)$ te, $\infty \cdot 0$ belirsizliği vardır.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(3 \cdot a \cdot \frac{\sin \frac{a}{x}}{\frac{a}{x}} \right) = 3a = a + 1 \text{ den, } a = \frac{1}{2} \text{ dir.}$$

Yanıt: A

16. $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3x - \sqrt{x+8}}{x - \sqrt{x}}$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) $\frac{17}{2}$ B) $\frac{17}{3}$ C) $\frac{17}{4}$ D) $\frac{17}{5}$ E) $\frac{17}{6}$

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3x - \sqrt{x+8}}{x - \sqrt{x}}$ te, $\frac{0}{0}$ belirsizliği vardır.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(3x - \sqrt{x+8})(3x + \sqrt{x+8})(x + \sqrt{x})}{(x - \sqrt{x})(x + \sqrt{x})(3x + \sqrt{x+8})} \\ = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(9x^2 - x - 8)(x + \sqrt{x})}{(x^2 - x)(3x + \sqrt{x+8})} \\ = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-1)(9x+8)(x + \sqrt{x})}{x(x-1)(3x + \sqrt{x+8})} \\ = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(9x+8)(x + \sqrt{x})}{x(3x + \sqrt{x+8})} = \frac{17}{3} \text{ tür.} \end{aligned}$$

Yanıt: B

17. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{\sum_{k=1}^x (2k-1)}{\sum_{k=1}^x k} \right)$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

ÇÖZÜM

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{\sum_{k=1}^x (2k-1)}{\sum_{k=1}^x k} \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2}{x(x+1)} = 2 \text{ dir.}$$

Yanıt: A

18. $f(x) = \begin{cases} \frac{a}{x} & , x \geq 2 \text{ ise,} \\ \frac{4}{x+a} & , x < 2 \text{ ise,} \end{cases}$

fonsiyonu, $\forall x \in \mathbb{R}$ için sürekli olduğuna göre,

a kaçtır?

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

ÇÖZÜM

Fonksiyon $\forall x \in \mathbb{R}$ de sürekli ise,

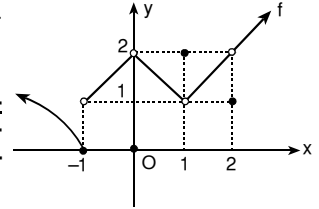
$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = f(2)$ dir.

$$\frac{a}{2} = \frac{4}{2+a} \text{ , } a^2 + 2a - 8 = 0 \text{ , } a_1 = -4 \text{ tür.}$$

$a_2 = 2$ olamaz.

Yanıt: D

19. Şekilde, f fonksiyonunun grafiği verilmiştir.



Bu fonksiyonun sürekli olduğu noktaların kaç tanesinde limiti vardır?

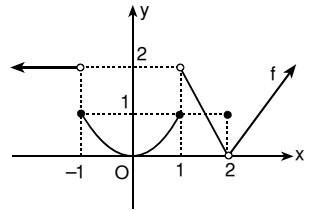
- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

ÇÖZÜM

Fonksiyon, $x_1 = 0$, $x_2 = 1$ ve $x_3 = 2$ de süreksiz olduğu halde, limiti vardır.

Yanıt: C

20. Grafiği verilen f fonksiyonu için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?



- A) f fonksiyonu, $x = -1$ apsisli noktada soldan sürekli sızdır.
 B) f fonksiyonu, $x = 1$ apsisli noktada soldan süreklidir.
 C) f fonksiyonu, $x = 0$ apsisli noktada süreklidir.
 D) f fonksiyonunun, $x = 2$ apsisli noktasında limiti vardır.
 E) f fonksiyonu, $x = 2$ apsisli noktada süreklidir.

ÇÖZÜM

$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 0 \neq f(2)$ olduğundan, $x=2$ apsisli noktada fonksiyon süreksizdir.

Yanıt: E

KONU TESTİ

1. $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{[x + [x]] + x}{x^2 - 1}$ ifadesinin değeri kaçtır?

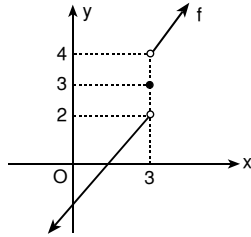
- A) 2 B) 1 C) 0 D) -1 E) -2

2. $f(x) = \frac{\text{sgn}(x-3)}{|x-2|}$ fonksiyonunun sürekli olduğu noktaların apsisi toplamı kaçtır?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

3. Grafik, f fonksiyonuna aittir.

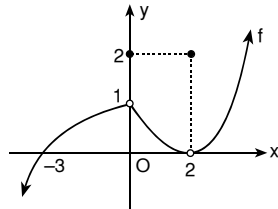
$\lim_{x \rightarrow 3^+} f(x) + \lim_{x \rightarrow 3^-} f(x) + f(3)$ ifadesinin değeri kaçtır?



- A) 5 B) 6 C) 7 D) 8 E) 9

4. Grafiği verilen f fonksiyonu için, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) $\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 0$
 B) $\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1^-} f(x)$
 C) $\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = f(2)$
 D) $\lim_{x \rightarrow -3} f(x) = f(-3)$
 E) $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = 1$

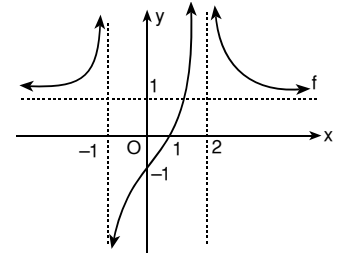


5. $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - a}{x - 3} = 6$ ise,

a kaçtır?

- A) 9 B) 8 C) 6 D) 3 E) 2

6. Grafiği verilen f fonksiyonu için, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?



- A) $\lim_{x \rightarrow (-1)^+} f(x) = -\infty$
 B) $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 1$
 C) $\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = +\infty$
 D) $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = -1$
 E) $\lim_{x \rightarrow -1} f(x) = +\infty$

7. $\lim_{x \rightarrow -\infty} (3x + \sqrt{9x^2 - x + 1})$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{5}$ D) $\frac{1}{6}$ E) $\frac{1}{7}$

8. $f(x) = \begin{cases} x + \text{sgn}(x-3), & x < 3 \text{ ise,} \\ ax + 1, & x \geq 3 \text{ ise,} \end{cases}$

biçiminde tanımlı f fonksiyonu, x = 3 apsisli noktada sürekli olduğuna göre,

a kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{1}{6}$

9. $\lim_{x \rightarrow (\frac{2}{3})^+} ([x + 2] \cdot [3 - x])$ ifadesinin değeri kaçtır?

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

10. $\lim_{x \rightarrow 2^+} \frac{|4 - x^2|}{x^2 + x - 6}$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{4}{5}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{7}{3}$ E) $\frac{5}{2}$

MEF YAYINCILIK

11. $\lim_{x \rightarrow \pi^-} \frac{\text{sgn}(\sin x)}{\sin x}$ ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $-\infty$ B) -1 C) 0 D) 1 E) ∞

12. $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{3^x - 3^{-x}}{3^x + 3^{-x} + 1}$ ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $-\infty$ B) $-\frac{1}{3}$ C) -1 D) 1 E) $\frac{1}{3}$

13. $f(x) = \frac{x^2 - 4}{x^2 + ax + b}$ fonksiyonu veriliyor.

$\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = \frac{4}{7}$ olduğuna göre,

ab çarpımı kaçtır?

- A) -9 B) -12 C) -18 D) -21 E) -30

14. $\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{\sqrt{ax} - \sqrt{b}}{x \cdot \lfloor x \rfloor - 9} = \frac{1}{2}$ olduğuna göre,

a+b toplamı kaçtır?

- A) 82 B) 90 C) 102 D) 108 E) 112

15. $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x+a} - a + 1}{x-1}$ ifadesi bir reel sayıya eşit olduğuna göre, bu sayı kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{1}{6}$

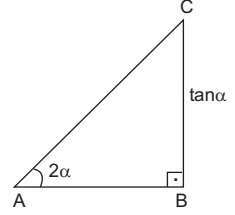
16. $f(x) = \begin{cases} \frac{x^2 + 2x + a}{x-1}, & x < 1 \text{ ise,} \\ 2ax + b, & x \geq 1 \text{ ise,} \end{cases}$

biçiminde tanımlı f fonksiyonunun daima sürekli olabilmesi için,

a+b toplamı kaç olmalıdır?

- A) 7 B) 6 C) 5 D) 4 E) 3

17. Şekildeki ABC dik üçgeninde, $|BC| = \tan \alpha$ ve $m(\widehat{CAB}) = 2\alpha$ olduğuna göre, $\left(0 < \alpha < \frac{\pi}{4}\right)$



$\lim_{\alpha \rightarrow 0} |AC|$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

18. $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$ olduğuna göre,

$\left(\left(1 - \frac{3}{n}\right)^{\frac{n}{3}}\right)$ dizisinin limiti kaçtır?

- A) $\frac{1}{e^3}$ B) $\frac{1}{e^2}$ C) $\frac{1}{e}$ D) e E) e^2

19. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{\sin x \cdot \sin 2x}$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{8}$

20. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{2}{x} \cdot \cos \frac{2}{x}}{\frac{6}{x}}$ ifadesinin değeri kaçtır?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{1}{6}$

SANAL SAYILAR

Tanım: $\sqrt{-1}$ sayısına sanal sayı birimi denir ve $i = \sqrt{-1}$ veya $i^2 = -1$ şeklinde gösterilir.

sanal birimin kuvvetleri

$$i = \sqrt{-1}, \quad i^2 = -1$$

$$i^3 = i^2 \cdot i = -i$$

$$i^4 = i^2 \cdot i^2 = (-1)(-1) = 1$$

sanal sayı biriminin kuvveti 4 ile bölündüğünde

kalan 0 ise, değeri 1 $i^{4n} = 1 \quad (n \in \mathbb{N})$

kalan 1 ise, değeri i $i^{4n+1} = i$

kalan 2 ise, değeri -1 $i^{4n+2} = -1$

kalan 3 ise, değeri $-i$ $i^{4n+3} = -i$ olur.

ÖRNEK 1

i^{114} sayısının değerini bulalım.

ÇÖZÜM

$$i^{114} = i^{112} \cdot i^2 = i^{4 \cdot 28} \cdot i^2 = -1 \text{ dir.}$$

ÖRNEK 2

i^{3003} sayısının değerini bulalım.

ÇÖZÜM

$$i^{3003} = i^{3000} \cdot i^3 = i^{4 \cdot 750} \cdot i^3 = -i \text{ olur.}$$

KARMAŞIK SAYILAR

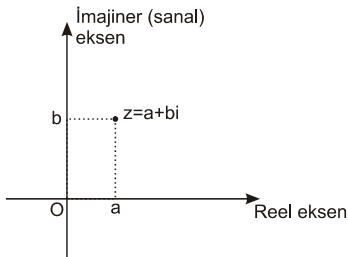
Tanım: $a, b \in \mathbb{R}$, $z = a + bi$, $i^2 = -1$ biçimindeki sayılara **karmaşık sayı** denir.

a ya reel kısım, b ye sanal (imajiner) kısım denir. Karmaşık sayılar kümesi \mathbb{C} ile gösterilir.

$$\mathbb{C} = \{z \mid z = a + bi, a, b \in \mathbb{R}, i^2 = -1\}$$

KARMAŞIK SAYILARIN ANALİTİK DÜZLEMDE BELİRTİLMESİ

$z = a + bi$ karmaşık sayısı analitik düzlemde (a, b) sıralı ikilisine karşılık gelir. (a, b) sıralı ikilisine karşılık gelen nokta karmaşık sayının düzlemdeki görüntüsüdür. (a, b) sıralı ikilileri ile $z = a + bi$ karmaşık sayıları eşlendiğinde oluşan düzlem **karmaşık düzlem** denir.



İKİ KARMAŞIK SAYININ EŞİTLİĞİ

$$z_1 = a + bi \quad z_2 = c + di \text{ sayıları verilsin.}$$

$a = c$ ve $b = d$ ise, bu karmaşık sayılara eşittir denir.

$$z_1 = z_2 \Leftrightarrow a = c \text{ ve } b = d \text{ dir.}$$

ÖRNEK 3

$$z_1 = 3x - 2y - i$$

$$z_2 = 12 - (2x + y)i \text{ ve } z_1 = z_2 \text{ ise,}$$

(x, y) sıralı ikilisini bulalım.

ÇÖZÜM

$$\begin{cases} 3x - 2y = 12 & 3x - 2y = 12 \\ -(2x + y) = -1 & 2x + y = 1 \end{cases} \text{ sistemi çözümlerse}$$

$$x = 2, \quad y = -3 \text{ bulunur.}$$

$$(x, y) = (2, -3) \text{ tür.}$$

KARMAŞIK SAYLARIN EŞLENİĞİ

Tanım: $z = a + bi$ karmaşık sayısı verilsin

$a + (-bi)$ sayısına z nin eşleniği denir ve \bar{z} ile gösterilir.

$$z = a + bi \text{ ise } \bar{z} = a - bi \text{ dir.}$$

ÖRNEK 4

$4i - 3z + 10 = 2z - \bar{z}i$ eşitliğini sağlayan z karmaşık sayısını bulalım

ÇÖZÜM

$$z = a + bi \text{ ise, } \bar{z} = a - bi \text{ dir.}$$

$$4i - 3(a - bi) + 10 = 2(a + bi) - (a - bi)i$$

$$4i - 3a + 3bi + 10 = 2a + 2bi - ai + bi^2$$

$$-3a + 10 + i(3b + 4) = 2a - b + i(2b - a)$$

$$\begin{cases} -3a + 10 = 2a - b \Rightarrow 5a - b = 10 \\ 3b + 4 = 2b - a \Rightarrow a + b = -4 \end{cases} \text{ sistemi çözümlerse,}$$

$$a = 1, \quad b = -5 \text{ bulunur.}$$

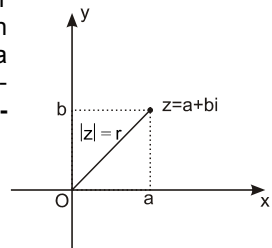
$$z = 1 - 5i \text{ dir.}$$

KARMAŞIK SAYILARIN MUTLAK DEĞERİ (MODÜLÜ)

Tanım: karmaşık düzlemde bir karmaşık sayıya karşılık gelen noktanın başlangıç noktasına olan uzaklığına bu karmaşık sayının **mutlak değeri** veya **modülü** denir. $|z|$ ile gösterilir.

$$z = a + bi \text{ ise } |z| = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ dir.}$$

$$\forall z \in \mathbb{C} \text{ için } |z| \geq 0 \text{ dir.}$$



ÖRNEK 5

$z = 5 - 12i$ sayısının mutlak değerini bulalım.

ÇÖZÜM

$$|z| = \sqrt{5^2 + (-12)^2} = 13 \text{ tür.}$$

KARMAŞIK SAYILARDA DÖRT İŞLEM

$z_1 = a + bi$, $z_2 = c + di$, $z_2 \neq 0$ olmak üzere,

1. $z_1 + z_2 = a + c + (b + d)i$
2. $z_1 - z_2 = a - c + (b - d)i$
3. $z_1 \cdot z_2 = (a + bi)(c + di) = (ac - bd) + (ad + bc)i$
4. $\frac{z_1}{z_2} = z_1 \cdot z_2^{-1}$ dir.

ÖRNEK 6

$z_1 = 3 - 2i$, $z_2 = 1 + i$ ise,

$z_1 \cdot z_2$ çarpımını bulalım.

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} z_1 \cdot z_2 &= (3 - 2i)(1 + i) \\ &= 3 + 3i - 2i - 2i^2 = 3 + i - 2(-1) \\ &= 3 + i + 2 \\ &= 5 + i \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 7

$(1 - i)^{19}$ işleminin sonucunu bulalım.

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} (1 - i)^2 &= 1 - 2i + i^2 = -2i \\ (1 - i)^{19} &= (1 - i)^{18} \cdot (1 - i) = ((1 - i)^2)^9 \cdot (1 - i) \\ &= (-2i)^9 \cdot (1 - i) = -2^9 i^9 (1 - i) = -2^9 i(1 - i) = -2^9 (i - i^2) \\ &= -2^9 (1 + i) \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 8

$(1 - i)(1 - i^{11})(1 - i^{21})(1 - i^{31})$ çarpımının sonucunu bulalım.

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} (1 - i)(1 - i^3)(1 - i)(1 - i^3) \\ &= (1 - i)(1 + i)(1 - i)(1 + i) \\ &= (1 - i^2)(1 - i^2) = 2 \cdot 2 = 4 \text{ tür.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 9

$\bar{z}z + 3i - 3 = (1 + i)^6$.z eşitliğini sağlayan z sayısını bulalım.

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} z &= a + bi \text{ ise, } \bar{z} = a - bi \text{ dir.} \\ (1 + i)^2 &= 1 + 2i + i^2 = 2i \\ (1 + i)^6 &= ((1 + i)^2)^3 = (2i)^3 = 2^3 i^3 = -2^3 i = -8i \\ 2(a - bi) + 3i - 3 &= -8i(a + bi) \\ 2a - 2bi + 3i - 3 &= -8ai - 8bi^2 \\ 2a - 3 + i(3 - 2b) &= 8b - 8ai \\ 2a - 3 = 8b &\Rightarrow 2a - 8b = 3 \quad \text{sistemi} \\ 3 - 2b = -8a &\Rightarrow \underline{8a - 2b = -3} \quad \text{çözülürse} \\ a = -\frac{1}{2}, b = -\frac{1}{2} &\text{ bulunur.} \\ z = -\frac{1}{2} - \frac{1}{2}i &\text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 10

$z = \frac{i}{2 - 3i} + \frac{2}{1 + i}$ ise,

Re(z) kaçtır?

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} z &= \frac{i(1 + i) + 2(2 - 3i)}{(2 - 3i)(1 + i)} = \frac{i + i^2 + 4 - 6i}{2 + 2i - 3i - 3i^2} \\ &= \frac{3 - 5i}{5 - i} = \frac{(3 - 5i)(5 + i)}{(5 - i)(5 + i)} = \frac{15 + 3i - 25i - 5i^2}{25 - i^2} \\ &= \frac{20 - 22i}{26} = \frac{10}{13} - \frac{11}{13}i \\ \text{Re}(z) &= \frac{10}{13} \text{ tür.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 11

$z = \frac{1}{i} - \frac{1}{1 - i} - \frac{1}{1 - 2i}$ ise,

İm(z) kaçtır?

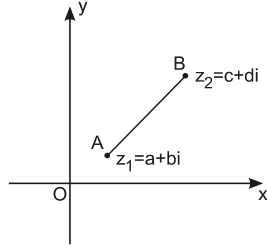
ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} z &= \frac{(1 - i)(1 - 2i) - i(1 - 2i) - i(1 - i)}{i(1 - i)(1 - 2i)} \\ &= \frac{1 - 2i - i + 2i^2 - i + 2i^2 - i + i^2}{i(-1 - 3i)} \\ &= \frac{-4 - 5i}{3 - i} = \frac{(-4 - 5i)(3 + i)}{(3 - i)(3 + i)} \\ &= \frac{-12 - 4i - 15i - 5i^2}{9 - i^2} = \frac{-7 - 19i}{10} \\ &= -\frac{7}{10} - \frac{19}{10}i \\ \text{İm}(z) &= -\frac{19}{10} \text{ dur.} \end{aligned}$$

MEF YAYINCILIK

KARMAŞIK DÜZLEMDE İKİ NOKTA ARASINDAKİ UZAKLIK

$z_1 = a + bi$ ve $z_2 = c + di$ sayıları verilsin.
 $|z_1 - z_2|$ nin değerine z_1 ile z_2 karmaşık sayıları arasındaki uzaklık denir.



$$|AB| = |z_1 - z_2| = |a - c + i(b - d)| = \sqrt{(a - c)^2 + (b - d)^2}$$

ÖRNEK 12

$z_1 = 5 + 12i$ ile $z_2 = -1 + 4i$ sayıları arasındaki uzaklığı bulalım.

ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} |z_1 - z_2| &= |5 + 12i - (-1 + 4i)| \\ &= |6 - 8i| \\ &= \sqrt{6^2 + (-8)^2} = 10 \text{ dur.} \end{aligned}$$

ÖRNEK 13

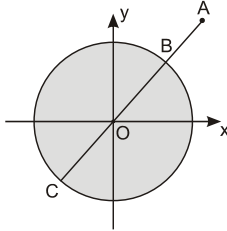
$|z| \leq 3$ ise,

$|z - 5 - 12i|$ ifadesinin en küçük değeri ile en büyük değerinin toplamı kaçtır?

ÇÖZÜM

$|z| \leq 3$ eşitliğinde z sayılarının görüntüleri yarıçapı 3 birim olan merkezli çember ile iç bölgesidir.

$|z - 5 - 12i| = |z - (5 + 12i)|$ ifadesi z sayıları ile görüntüsü şekildeki A olan $5 + 12i$ sayısı arasındaki uzaklığı gösterir.



$$|OA|^2 = 5^2 + 12^2, |OA| = 13 \text{ birimdir.}$$

en küçük değer $|AB| = |OA| - |OB| = 13 - 3 = 10$ birim

en büyük değer $|AC| = |OA| + |OC| = 13 + 3 = 16$ birim

Toplam = $10 + 16 = 26$ birimdir.

EŞLENİK VE MUTLAK DEĞER İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER

z_1 ve z_2 iki karmaşık sayı

1. $\overline{\overline{z}} = z$
2. $\overline{z_1 + z_2} = \overline{z_1} + \overline{z_2}$
3. $\overline{z_1 \cdot z_2} = \overline{z_1} \cdot \overline{z_2}$
4. $\overline{\left(\frac{z_1}{z_2}\right)} = \frac{\overline{z_1}}{\overline{z_2}}$
5. $|z| = |\overline{z}| = |-z| = |-\overline{z}|$
6. $z \cdot \overline{z} = |z|^2$
7. $|z_1 \cdot z_2| = |z_1| \cdot |z_2|$
8. $\left|\frac{z_1}{z_2}\right| = \frac{|z_1|}{|z_2|} \quad (z_2 \neq 0)$
9. $|z^n| = |z|^n$
10. $\left|\frac{1}{z}\right| = \frac{1}{|z|} \quad (z \neq 0)$
11. $||z_1| - |z_2|| \leq |z_1 + z_2| \leq |z_1| + |z_2|$

KONU TESTİ

1. $\frac{1}{i} + \left(\frac{1}{i}\right)^2 + \left(\frac{1}{i}\right)^3 + \dots + \left(\frac{1}{i}\right)^{11}$ ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $-i$ B) -1 C) 0 D) 1 E) i

2. $P(x) = 2x^2 + 5x - 3$ ise,

$P(1+i)$ aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $1+3i$ B) $3-i$ C) $2-5i$ D) $2+9i$ E) $1-9i$

3. $\frac{2-i}{1+3i} + \frac{2+i}{1-3i}$ toplamı aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $-i$ B) $-\frac{1}{2}$ C) $-\frac{1}{5}$ D) i E) $\frac{1}{3}$

4. $z = x + yi$ olmak üzere ($i^2 = -1$)
 $z(1+i) - 2\overline{z}(3-i) = -7 + 27i$ ise,

z sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $2+3i$ B) $3+2i$ C) $2+2i$ D) $2-i$ E) $1-3i$

5. $z = x + iy$ olmak üzere, ($i^2 = -1$)

$|z+1| = |z+2i|$ ve $|z+3| = |z+i|$ doğruları arasındaki açının tanjantı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{11}$ D) $\frac{2}{11}$ E) 1

6. $z = x + yi$ olmak üzere ($i^2 = -1$)
 $(2-i) \cdot \overline{z} = 8 - z$ ise,

z^{-1} aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{1}{4} - \frac{1}{4}i$ B) $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}i$ C) $\frac{1}{8} + \frac{1}{8}i$
 D) $\frac{1}{4} + \frac{1}{2}i$ E) $\frac{1}{8} + \frac{1}{4}i$

7. $z = (x+1) + xi$
 $|z + \bar{z} - 6i| = 10$ ise,
x in alabileceği değerlerin çarpımı kaçtır?
 A) -20 B) -18 C) -15 D) -10 E) -4

8. $z_1 = 5 - i$ ve $z_2 = 3 + 2i$ karmaşık sayıları veriliyor.

$$\left| \frac{(\bar{z}_1)^2 \cdot z_2}{z_2 - z_1} \right| \text{ kaçtır?}$$

- A) $\sqrt{13}$ B) $\sqrt{26}$ C) $2\sqrt{13}$ D) 13 E) 26

9. $P(x+1) = x^{2006}$ polinomu veriliyor.

P(x) polinomunun x-i ile bölümünden kalan aşağıdakilerden hangisidir?

- A) -1 B) 1 C) $2^{1003}i$ D) $-2^{1003}i$ E) $2^{2006}i$

10. $\frac{1+i^{10}}{(1+i^3)^2} + \frac{1+i}{1-i} = x + iy$ eşitliği veriliyor.

$|3x - iy|$ ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) 5 B) 2 C) $\sqrt{3}$ D) $\sqrt{2}$ E) 1

11. $z = x + iy$ olmak üzere ($i^2 = -1$)
 $2z - i\bar{z} = (1+i)z$ olduğuna göre,

aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) $\text{Re}(z) = 0$ B) $\text{Im}(z) = -1$ C) $\text{Re}(z) = 1$
 D) $\text{Im}(z) = 1$ E) z tanımsızdır

12. $z = -\sqrt{3} - \sqrt{3}i$ olmak üzere

z^{12} aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) -6^6i B) -6^6 C) 6^6 D) 6^6i E) 6^3i

13. $z = x + yi$ olmak üzere ($i^2 = -1$)

$$zi + \frac{1}{1+i} = 2\bar{z} - \frac{5}{2-i} \text{ ise,}$$

$\text{Im}(z)$ aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $-\frac{1}{2}$ B) -1 C) $-\frac{7}{6}$ D) $-\frac{3}{2}$ E) -2

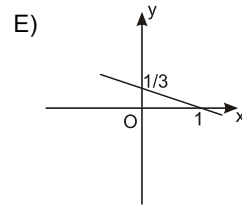
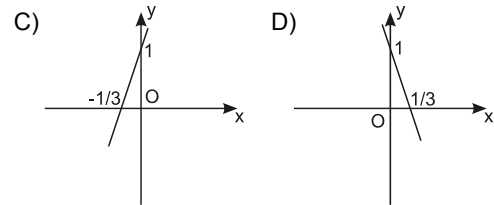
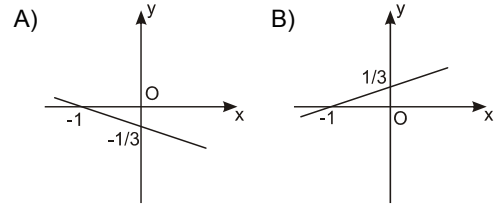
14. $z = \frac{1+2i}{3+4i}$ karmaşık sayısı veriliyor.

$z\bar{z}$ ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $\frac{1}{5}$ B) $\frac{3}{5}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

15. $z = x + iy$ ise,

$|z - 2i| = |z - 1 + i|$ eşitliğini sağlayan z sayılarının kümesinin grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



16. $z = x + iy$ ise, ($i^2 = -1$)

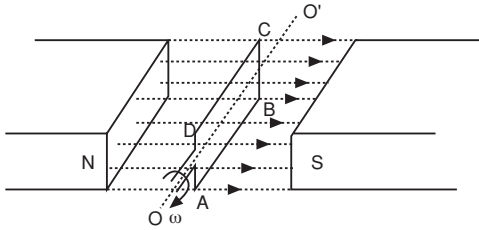
$|z| \leq 2$ olduğuna göre,

$|z - 5 + 12i|$ ifadesinin alabileceği en büyük ve en küçük değerlerin toplamı kaçtır?

- A) 13 B) 17 C) 24 D) 26 E) 32

ALTERNATİF AKIM

1. ALTERNATİF AKIMIN ELDE EDİLMESİ

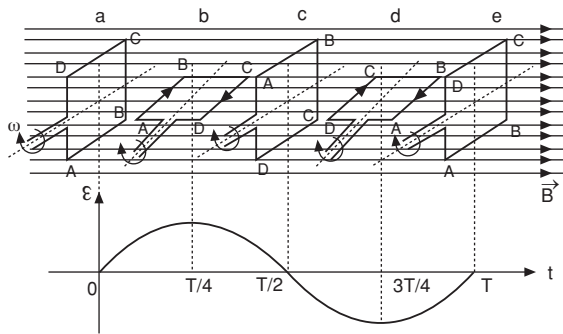


Şekil 1 : Alternatif akımın elde edilmesi

Dikdörtgen şeklinde iletken tel çerçeveyi şekildeki mıknatısın N ve S kutupları arasındaki düzgün \vec{B} magnetik alanı içinde OO' eksenini etrafında Şekil 1 deki gibi sabit f frekansıyla (sabit ω açısal hızıyla) döndürelim. Bu sırada tel çerçeve içinde kalan yüzeyden geçen magnetik akı sürekli değişir. Dolayısıyla tel çerçevenin uçları arasında bir indüksiyon emk i oluşur.

İndüksiyon e.m.k nin herhangi bir t anındaki değeri $\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \cdot \sin \omega t$ bağıntısı ile bulunur.

Bu bağıntıdaki \mathcal{E}_m , indüksiyon e.m.k nin maksimum değeridir. Bu şekilde zamanla sinüs fonksiyonu olarak değişen ve periyodik olarak sürekli oluşturulan indüksiyon e.m.k lere alternatif e.m.k ler, bu e.m.k lerin oluşturduğu akımlara da **alternatif akımlar** denir.



Şekil 2 : Alternatif akımın oluşumu

Tel çerçevede oluşan indüksiyon e.m.k α açısına dolayısıyla ($\alpha = \omega \cdot t = 2\pi f \cdot t$) zamana (t) bağlı olarak değişir. İndüksiyon e.m.k (\mathcal{E}) nin zamanla (t) değişimi Şekil 2 deki gibi olur.

Tel çerçeve magnetik alan içinde dönerken bir tam devrlik süre içinde oluşan e.m.k nin değeri sürekli değişerek iki kere yön değiştirmiş olur.

Bu tür e.m.k leri üreten kaynaklara **alternatör** denir.

Elektromotor kuvveti \mathcal{E} olan bir alternatif akım kaynağı, direnci R olan devreye akım verirse akım şiddeti;

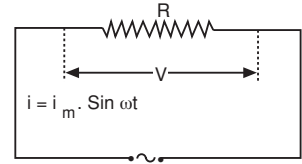
$$i = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$i = \frac{\mathcal{E}_m \cdot \sin \omega t}{R}$$

$$\frac{\mathcal{E}_m}{R} = i_m$$

$i = i_m \cdot \sin \omega t$ şeklinde olur. Bu bağıntıdaki i_m indüksiyon akımının maksimum değeridir.

Üzerinden $i = i_m \cdot \sin \omega t$ alternatif akım geçen Şekil 3 teki R direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı,



Şekil 3

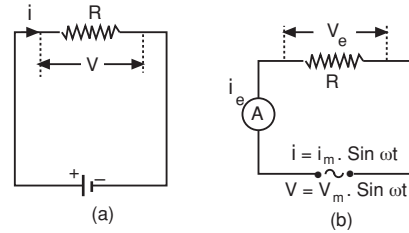
$$V = R \cdot i = R \cdot i_m \cdot \sin \omega t$$

$$R \cdot i_m = V_m$$

$$V = V_m \cdot \sin \omega t \text{ olur.}$$

MEF YAYINCILIK

2. ALTERNATİF AKIMIN ETKİN DEĞERİ



Şekil 4

Bir R direncinden doğru akım geçtiğinde ısı şeklinde harcanan güç $P = i^2 \cdot R$ dir. Bir R direncinin uçlarına alternatif gerilim uygulandığında yönü ve büyüklüğü değişen akım geçerken direnç üzerinde ısı meydana getirir. Bu ısının hesaplanması için akımın sabit bir değerini kullanmak gerekir.

Bir alternatif akım devresindeki bir dirençte aynı sürede eşit miktarda ısı açığa çıkaran doğru akım değerlerine alternatif akımın etkin değerleri denir.

Şekil 4 teki R direncinden;

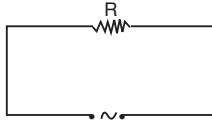
$$i = i_m \cdot \sin \omega t \text{ gibi alternatif akım geçerken potansiyel farkı}$$

$$V = V_m \cdot \sin \omega t \text{ ise akımın ve gerilimin etkin değerleri,}$$

$$i_e = \frac{i_m}{\sqrt{2}} \text{ , } V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \text{ dir.}$$

ÖRNEK 1

Şekildeki alternatif akım devresinde R direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı denklemini, $V = 60\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (SI) dir.



Buna göre, alternatif akımın;

- I. Etkin potansiyel farkı 60 Volt tur.
- II. Açılmalı hızı 100π rad/s dir.
- III. Frekansı 50 s^{-1} dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÇÖZÜM

$V = V_m \sin \omega t$ olduğundan, $V = 60\sqrt{2} \sin 100\pi t$ denkleminde görüldüğü gibi, maksimum potansiyel farkı; $V_m = 60\sqrt{2}$ volt tur.

Etkin potansiyel farkı; $V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{60\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 60$ volt tur.

Açılmalı hızı; $\omega = 100\pi$ rad/s dir.

Frekansı; $\omega = 2\pi f$ ise $100\pi = 2\pi f$ ise $f = 50\text{ s}^{-1}$ dir.

Yanıt: E

3. ALTERNATİF AKIMIN ETKİLERİ

a. Isı Etkisi

Üzerinden alternatif akım geçen bir iletken ısınır. İletkenin direnci R ise, t sürede dirençten açığa çıkan ısı;

$W = i_e^2 \cdot R \cdot t$ bağıntısıyla bulunur. Üzerinden alternatif

akım geçen R direncinin gücü ise, $P = i_e^2 \cdot R$ bağıntısıyla bulunur.

ÖRNEK 2

Şekildeki alternatif akım devresinde R direncinden t sürede açığa çıkan ısının hesaplanabilmesi için;

R, direnci

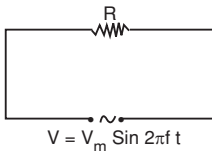
t, akımın geçme süresi

V_m , maksimum potansiyel farkı

f, alternatif akımın frekansı

niceliklerinden hangilerinin bilinmesi gerekli ve yeterlidir?

- A) V_m ve R B) R ve f C) R, t ve f
D) V_m , f ve t E) V_m , R ve t



ÇÖZÜM

Etkin potansiyel farkı $V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$ bağıntısı ile bulunduktan

sonra etkin akım şiddeti $i_e = \frac{V_e}{R}$ bağıntısından bulunur.

R direncinden açığa çıkan ısı i_e , R ve t değerleri bilindiğinden, $W = i_e^2 \cdot R \cdot t$ bağıntısıyla bulunur.

Bu nedenle V_m , R ve t nin bilinmesi gerekir.

Yanıt: E

b. Kimyasal Etkisi

Alternatif akım iki yönlü bir akım olduğundan bu akımla elektroliz yapılamaz ve aküler doldurulamaz.

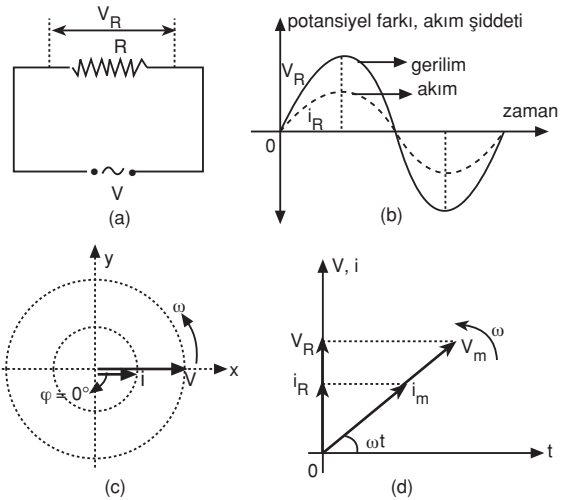
c. Magnetik Etkisi

Magnetik alan içerisindeki gergin ince bir telden alternatif akım geçerse, tele etkileyen magnetik kuvvetin yönü ve şiddeti akıma bağlı olarak sürekli değişir. Bu da telin titreşmesine neden olur.

MEF YAYINCILIK

4. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİ

a) Sadece R Dirençli Devre



Şekil 5: Sadece R devresindeki alternatif akım

Sadece R direnci bulunan Şekil 5 (a) daki devreye alternatif gerilim uygulanırsa direncin uçları arasındaki gerilim, $V = V_m \cdot \sin \omega t$ ve dirençten geçen alternatif akımın anlık şiddeti, $i = i_m \cdot \sin \omega t$ bağıntısıyla bulunur.

Akım ve gerilimin zamanla değişimi Şekil 5 (b) deki gibi olur. Bu grafikte de görüldüğü gibi akım ve gerilim aynı anda en büyük değerleri alır ve aynı anda sıfıra düşer.

Buradan R devresinde akımla gerilimin aynı fazda oldukları sonucuna varılır.

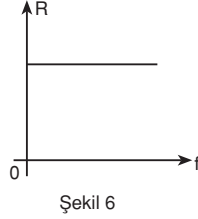
R devresinde dirence uygulanan gerilimin etkin değeri; $V_e = i_e \cdot R$ bağıntısıyla bulunur.

Gerilimin maksimum değeri ise, $V_m = i_m \cdot R$ bağıntısıyla bulunur.

Akımla gerilim arasındaki faz açısı, $\varphi = 0^\circ$ dir (Şekil 5 (c)).

Akım ve gerilim faz vektörü modeli ise Şekil 5 (d) deki gibidir.

Alternatif akım kaynağının f frekansı değiştiğinde R direncinin değeri Şekil 6 daki gibi değişmez.



ÖRNEK 3

Direnci 20Ω olan bir telden geçen alternatif akım şiddetinin denklemini $i = 5\sqrt{2} \cdot \sin 100\pi t$ dir.

Buna göre alternatif akıma ait,

- T : Periyot
 i_m : Akım şiddetinin maksimum değeri
 V_m : Direncin uçları arasındaki maksimum potansiyel farkı

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

- A) Yalnız T B) Yalnız V_m C) i_m ve V_m
 D) T ve V_m E) T, i_m ve V_m

ÇÖZÜM

$R = 20 \Omega$ luk dirençten geçen akım şiddetinin denklemini;

$i = 5\sqrt{2} \cdot \sin 100\pi t$ ise akım denklemini;

$i = i_m \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t$ ye göre,

$$i_m = 5\sqrt{2} ; \frac{2\pi}{T} = 100\pi \text{ den } T = \frac{1}{50} \text{ s}$$

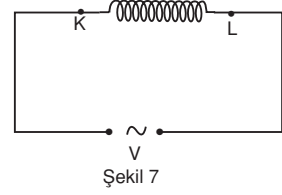
$$V_m = R \cdot i_m = 20 \cdot 5\sqrt{2} = 100\sqrt{2} \text{ volt tur.}$$

T, i_m ve V_m niceliklerinin üçü de bulunur.

Yanıt : E

b) Sadece Selfli (İndüktörlü) Devre

Ohmik direnci önemsenmeyen bir indüktöre bir alternatif e.m.k Şekil 7 deki gibi uygulanırsa, indüktörde akımın değişmesi nedeniyle bir öz indüksiyon e.m.k i oluşur. Bu durumda KL uçları arasındaki potansiyel farkı;



$$V_{KL} = V_m \cdot \sin \omega t = \frac{\Delta i}{\Delta t} L \text{ olur.}$$

İndüktörden geçen akımın şiddeti ise;

$$i = -\frac{V_m}{\omega L} \cos \omega t, i = -i_m \cdot \cos \omega t, i = i_m \cdot \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ olur.}$$

Akım şiddetinin maksimum değerinin; $i_m = \frac{V_m}{\omega L}$ olduğu görülür.

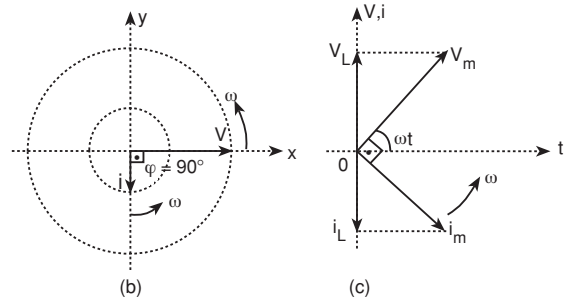
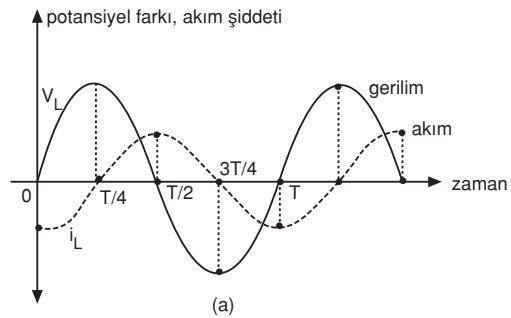
İndüktörden geçen alternatif akımın etkin değeri ise,

$$i_e = \frac{V_e}{\omega L} \text{ dir. Buradan; } \omega L = \frac{V_e}{i_e} \text{ yazıldığında } \omega L \text{ nin}$$

değerinin $\frac{\text{volt}}{\text{amper}} = \text{ohm}$ olduğu, buradan indüktörün al-

ternatif akıma karşı ωL büyüklüğünde bir direnç gösterdiği anlaşılır. İndüktörün bu direncine **indüktans** denir. İndüktans ;

$$X_L = \omega L, X_L = 2\pi f \cdot L \text{ bağıntısıyla bulunur.}$$



Şekil 8: Sadece indüktörlü devrede alternatif akım

Sadece selfli (indüktörlü) alternatif akım devresinde akım ile gerilim grafikleri Şekil 8 (a) daki gibidir. Şekil 8 (b) de görüldüğü gibi akım 90° ya da $\frac{\pi}{2}$ radyan gerilimin gerisinde kalmaktadır. Bu açığa **faz açısı** denir.

O halde akımla gerilim arasındaki faz açısı 90° dir. Alternatif potansiyel farkı, akım şiddeti,
 $V = V_m \cdot \sin \omega t$

$$i = i_m \cdot \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \text{ dir.}$$

Akımla gerilim arasındaki faz açısı $\varphi = 90^\circ$ olduğundan akımın şiddeti;

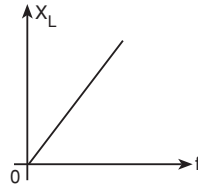
$i = i_m \cdot \sin(\omega t - \varphi)$ şeklinde yazılabilir. Bu devre için

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \text{ radyandır.}$$

Akım ve gerilim faz vektörü modeli Şekil 8 (c) deki gibidir.

Bobinli alternatif akım devresinde X_L indüktansı alternatif akım kaynağının f frekansı ile doğru orantılıdır.

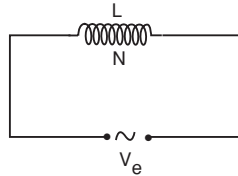
Çünkü $X_L = 2\pi f \cdot L$ dir (Şekil 9).



Şekil 9

ÖRNEK 4

Şekildeki ohmik direnci önemsenmeyen akım makarasının uçlarına alternatif gerilim uygulanıyor.



Buna göre;

N , makaranın sarım sayısı

V_e , etkin potansiyel farkı

L , makaranın öz indüksiyon katsayısı

niceliklerinden hangileri artırılınca makaradan geçen akımın etkin değeri artar?

- A) Yalnız N B) Yalnız V_e C) Yalnız L
 D) N ya da V_e E) N ya da L

ÇÖZÜM

Devreden geçen etkin akım şiddeti;

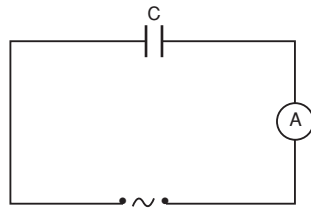
$$i_e = \frac{V_e}{X_L} = \frac{V_e}{L \cdot \omega} = \frac{V_e}{L \cdot 2\pi f} \text{ dir.}$$

Buna göre, makaradan geçen etkin akım şiddetinin artması için yalnız V_e artırılmalıdır.

Yanıt : B

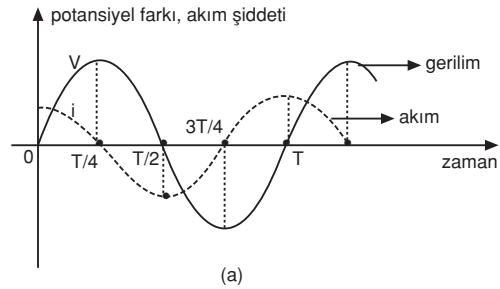
c) Sadece Kondansatörlü Devre

Bir kondansatörün uçları doğru akım kaynağına bağlandığında devreden akım geçmez, sadece kondansatör şarj olur. Aynı kondansatör alternatif akım kaynağına bağlandığında ise devreden akımın geçtiği görülür.

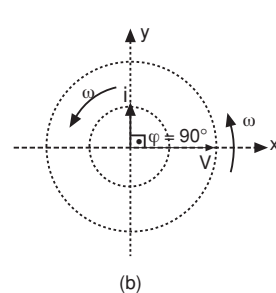


Şekil 10

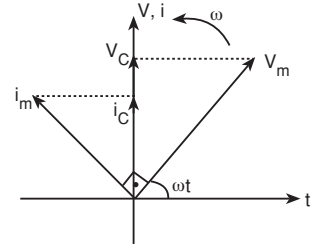
Şekil 10 daki gibi kondansatöre alternatif gerilim uygulandığında gerilim artarak maksimum olurken, akımın şiddeti azalarak sıfır olur. Bu durumda kondansatör yüklenmiş olur. Gerilim azalınca kondansatör devreye akım verir. Gerilimin değeri sıfır değerine ulaştığı anda akımın şiddeti en büyük değerini alır.



(a)



(b)



(c)

Şekil 11: Sadece kondansatörün alternatif akım devresi

Şekil 11 (a) ve (b) de görüleceği gibi sadece kondansatör bulunan devrede akım 90° potansiyelin ilerisindedir.

Akımla gerilim arasındaki faz açısı $\varphi = 90^\circ$ olup akım $\frac{\pi}{2}$ radyan gerilimin ilerisindedir. Sığası C olan kondansatörün uçları arasındaki alternatif potansiyel farkı;

$$V = V_m \cdot \sin \omega t = \frac{q}{C} \text{ dir.}$$

Devrenin akım şiddeti; $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ dir.

Akımla gerilim arasındaki faz farkı dikkate alındığında akım şiddeti;

$i = i_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ olur. Akımın şiddetinin etkin değeri;

$$i_e = \frac{V_e}{1/\omega C} \text{ olur.}$$

Bu bağıntıda yer alan ve direnç gibi davranan $\frac{1}{\omega C}$ değerine kondansatörün **kapasitansı** denir.

Kondansatörün kapasitansı X_C ile gösterilir.

$X_C = \frac{1}{\omega C}$ olup, akımın şiddetinin etkin ve maksimum değerleri;

$$i_e = \frac{V_e}{X_C}$$

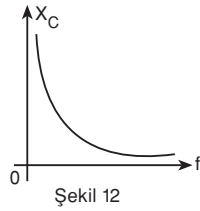
$$i_m = \frac{V_m}{X_C}$$

bağıntısıyla bulunur.

Bir devrede akım ve gerilim faz vektörü modeli Şekil 11 (c) deki gibidir.

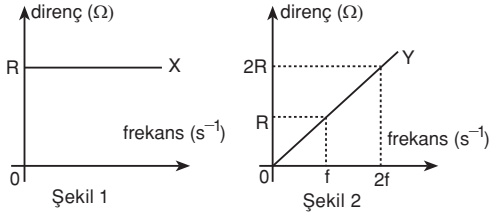
Kondansatörlü alternatif akım devresinde X_C kapasitansı alternatif akımın frekansı ile ters orantılıdır.

Çünkü, $X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$ dir (Şekil 12).



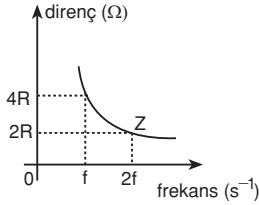
Şekil 12

ÖRNEK 5



Şekil 1

Şekil 2



Şekil 3

X, Y, Z elemanlarının uçlarına ayrı ayrı alternatif potansiyel farkı uygulanmıştır. Alternatif akımın frekansı artırıldığında elemanların direnci Şekil 1, 2, 3 teki gibidir.

Buna göre,

- I. X ohmik dirençtir.
- II. Y ohmik direnci önemsenmeyen bobindir.
- III. Z kondansatördür.

yargılarından hangileri doğrudur?

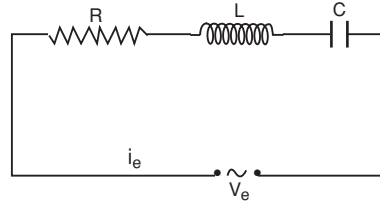
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

ÇÖZÜM

Sadece R direncinin bulunduğu devrede alternatif akımın frekansı değiştirildiğinde direncin R değeri değişmez. Bu nedenle X bir dirençtir. Sadece bobinin bulunduğu devrede alternatif akımın frekansı arttığında X_L indüktansı frekansla doğru orantılı olarak artar. Bu nedenle Y bir bobindir. Sadece kondansatörün bulunduğu alternatif akımın frekansı arttığında X_C kapasitansı frekansla ters orantılı olarak azalır. Bu nedenle Z bir kondansatördür.

Yanıt: E

d) Direnç, Self ve Kondansatörlü Devre (RLC Devresi)



Şekil 13

Bir direnç, ohmik direnci önemsenmeyen bir akım makarası ve bir kondansatör Şekil 13 teki gibi seri bağlanmıştır. Devrenin uçları arasında V_e etkin alternatif potansiyel farkını uygulayalım.

Böyle bir devrede gerilim denklemi;

$V = V_m \cdot \sin \omega t$ dir.

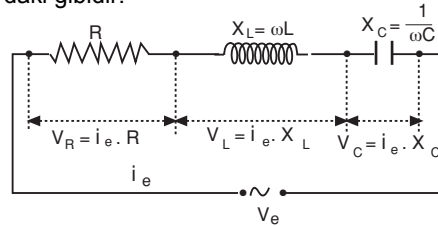
Akım denklemi ise,

$i = i_m \cdot \sin (\omega t \pm \varphi)$ dir.

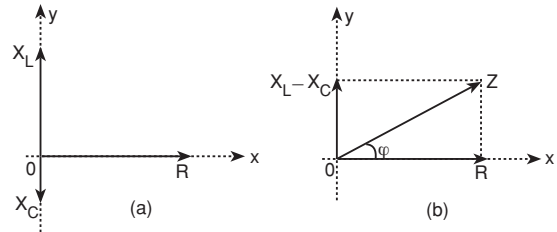
Devrenin alternatif akıma gösterdiği toplam direnç olan **empedans** ise R, X_L ve X_C değerlerine bağlıdır.

Empedans Z sembolüyle gösterilir.

I. $X_L > X_C$ ise; devre elemanlarının empedans ve gerilimlerin etkin değerlerinin faz vektörleriyle gösterilişi Şekil 15 ve 16 daki gibidir.

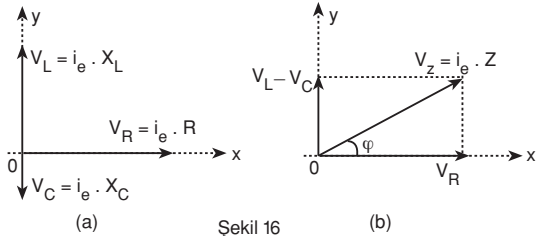


Şekil 14



Şekil 15

Şekil 15: RLC devresinde R, Z ve (X_L, X_C) arasındaki faz açlarına göre faz vektörlerinin gösterilişi.



Şekil 16

Şekil 16 : RLC devresinde $X_L > X_C$ iken gerilimlerin etkin değerlerinin faz vektörleriyle gösterilişi.

MEF YAYINCILIK

Devrenin empedansı, $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$ bağıntısıyla bulunur.

$X_L > X_C$ ise akım φ faz açısı kadar gerilimin gerisindedir.

Devrenin gerilim ve akım denklemleri;

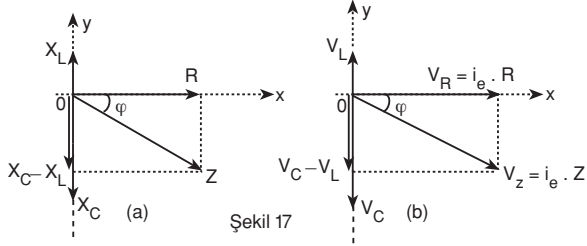
$$V = V_m \cdot \sin \omega t$$

$$i = i_m \cdot \sin (\omega t - \varphi) \text{ dir.}$$

Güç çarpanı;

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{V_R}{V_Z} \text{ bağıntısıyla bulunur.}$$

II. $X_L < X_C$ ise; devre elemanlarının empedans ve gerilimlerinin etkin değerlerinin faz vektörleriyle gösterilişi Şekil 17 (a) ve (b) deki gibidir.



Şekil 17 : RLC devresinde $X_L < X_C$ iken faz açılarına göre faz vektörlerinin gösterilişi.

Gerilim denklemleri;

$$V = V_m \cdot \sin \omega t \text{ dir.}$$

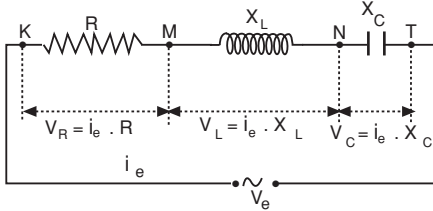
Akım denklemleri;

$$i = i_m \cdot \sin (\omega t + \varphi) \text{ dir.}$$

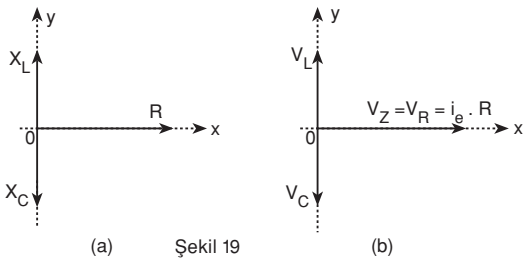
Akım gerilimden φ açısı kadar öndedir. Devrenin empedansı,

$$Z^2 = R^2 + (X_C - X_L)^2$$

III. $X_L = X_C$ ise; devre elemanlarının direnç ve geriliminin etkin değerlerinin faz vektörleriyle gösterilişi Şekil 19 (a) ve (b) deki gibidir.



Şekil 18



(a) Şekil 19

(b)

Şekil 19 : RLC devresinde $X_L = X_C$ iken faz açılarına göre faz vektörlerinin gösterilişi.

Devrenin akım ve gerilimi aynı fazda olup faz farkı sıfırdır. Devrenin akım ve gerilim denklemleri;

$$V = V_m \cdot \sin \omega t$$

$$i = i_m \cdot \sin \omega t \text{ dir.}$$

Devrenin empedansı;

$$Z_{KM} = Z_{KT} = R \text{ dir.}$$

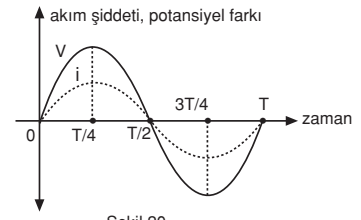
$$V_R = V_Z = V_e$$

$$V_L = V_C \text{ dir.}$$

Akım ve gerilim aynı fazda olduğundan devre rezonans halindedir. Akım ve gerilim grafikleri Şekil 20 deki gibidir.

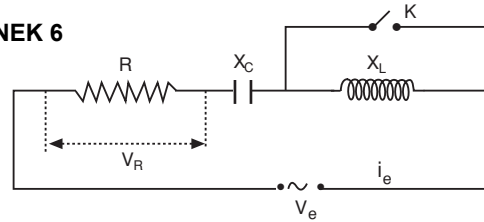
Devrenin φ faz açısı sıfır olduğundan güç çarpanı en büyüktür. $\cos 0^\circ = 1$ dir.

Devrenin gücü bu nedenle maksimumdur.



Şekil 20

ÖRNEK 6



Şekildeki alternatif akım devresi rezonans halindedir.

K anahtarı kapatılırsa,

I. Devrenin empedansı (Z) azalır.

II. Devrenin etkin akım şiddeti (i_e) azalır.

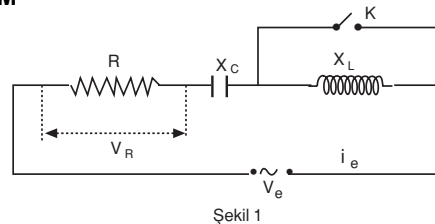
III. Direncin uçları arasındaki etkin potansiyel farkı (V_R) artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

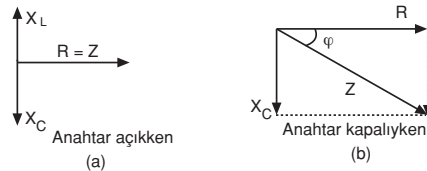
(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

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

ÇÖZÜM



Şekil 1



Şekil 2

K anahtarı açıkken devre rezonans halinde olup $X_L = X_C$ dir. Empedans $Z = R$ olur (Şekil 2 (a)).

K anahtarı kapatılırsa bobin devreden çıkar $X_L = 0$ olur (Şekil 2 (b)). Devrenin empedansı;

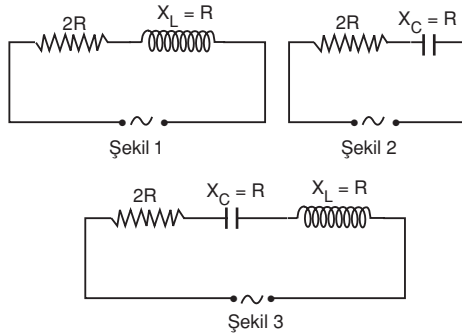
$Z' = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ olup $Z' > Z$ olur (I. yargı yanlıştır).

Etkin akım şiddeti $i_e = \frac{V_e}{Z}$ olup V_e sabit ve Z artarken i_e azalır (II. yargı doğrudur).

$V_R = i_e \cdot R$ dir. i_e azalınca V_R de azalır (III. yargı yanlıştır).

Yanıt : B

ÖRNEK 7



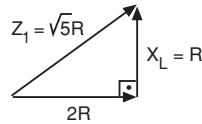
Şekil 1, 2, 3 teki alternatif akım devrelerinin empedansları sırasıyla Z_1, Z_2, Z_3 tür.

Buna göre, bu empedansların arasındaki ilişki nedir? (Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

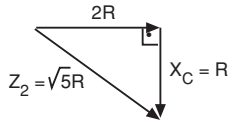
- A) $Z_1 = Z_2 = Z_3$ B) $Z_1 > Z_2 > Z_3$
 C) $Z_1 = Z_2 > Z_3$ D) $Z_2 > Z_1 > Z_3$
 E) $Z_3 > Z_1 > Z_2$

ÇÖZÜM

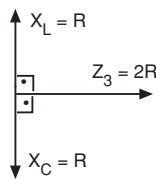
Şekil 1 deki $2R$ ve X_L nin empedansı yandaki şekilden de görüldüğü gibi $Z_1 = \sqrt{5} R$ dir.



Şekil 2 deki $2R$ ve X_C nin empedansı yandaki şekilden de görüldüğü gibi $Z_2 = \sqrt{5} R$ dir.



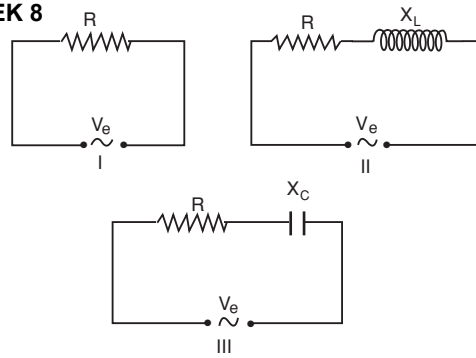
Şekil 3 teki $2R, X_L$ ve X_C nin empedansı yandaki şekilden de görüldüğü gibi $Z_3 = 2R$ dir.



Bu nedenle, $Z_1 = Z_2 > Z_3$ tür.

Yanıt : C

ÖRNEK 8



Şekildeki alternatif akım devrelerinin hangilerinde akım potansiyelin ilerisindedir? (Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

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

ÇÖZÜM

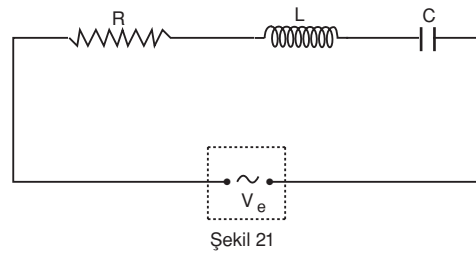
I devresinde sadece R direnci bulunduğundan akım ile potansiyel aynı fazdadır.

II devresinde akım potansiyelin gerisindedir.

III devresinde akım potansiyelin ilerisindedir.

Yanıt : C

5. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİNİN GÜCÜ



Şekil 21 deki devrede alternatif akım üretici devreye akım verirken enerji de vermiş olur. Bu enerji R direnci üzerinde ısı olarak çevreye yayılır. Bobin, alternatif akım maksimum değere çıkana kadar enerjiyi depolar. Akım azalırken devreye bu enerjiyi tekrar verir. Kondansatör bobin gibi önce enerji depo eder. Devrenin uçları arasındaki gerilim azalırken devreye bu enerjiyi geri verir. Dolayısıyla devrede enerji harcayan tek eleman R direncidir.

L ve C devrenin akım şiddetini ve empedansını etkileyerek güç oluşumuna katkıda bulunur. Devrede (ani) anlık güç;

$P = i \cdot V = i_{\max} \cdot \sin(\omega t \pm \varphi) \cdot V_{\max} \cdot \sin \omega t$ olur.

Anlık güç değişken bir kavram olduğu için (zamana bağlı) ortalama güç kullanılır. Buna göre, ortalama güç;

$P_{\text{ort}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{i_{\max}}{\sqrt{2}} \cdot \cos \varphi = \frac{V_m \cdot i_m}{2} \cdot \cos \varphi$

$P_{\text{ort}} = V_e \cdot i_e \cdot \cos \varphi$

$P_{\text{ort}} = i_e^2 \cdot Z \cdot \cos \varphi$

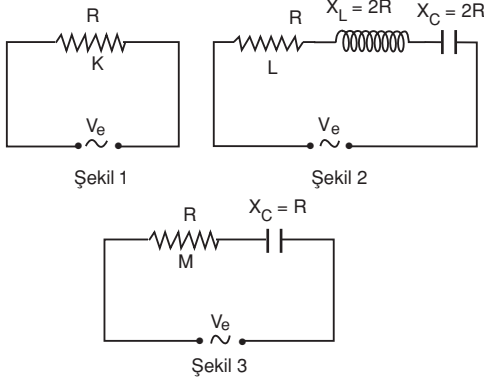
$P_{\text{ort}} = i_e^2 \cdot R$

bağıntılarından biriyle bulunabilir.

$\cos \varphi$ ye güç çarpanı denir.

$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{V_R}{V_Z}$ dir.

ÖRNEK 9



Şekillerdeki alternatif akım devrelerindeki V_e etkin potansiyel farkı birbirine eşittir.

Buna göre; K, L, M dirençlerinin P_K, P_L, P_M güçleri arasındaki ilişki nedir?
(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

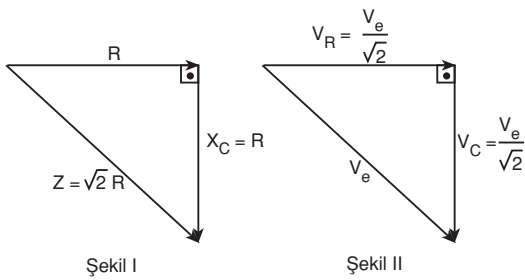
- A) $P_K = P_L = P_M$ B) $P_K = P_L > P_M$
C) $P_M > P_L > P_K$ D) $P_K > P_L > P_M$
E) $P_K > P_L = P_M$

ÇÖZÜM

Şekil 1 deki devrede K direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı V_e , direncin gücü, $P_K = \frac{V_e^2}{R}$ dir.

Şekil 2 de $X_L = X_C$ olduğundan devre rezonans halinde olup L direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı V_e , direncin gücü, $P_L = \frac{V_e^2}{R}$ dir.

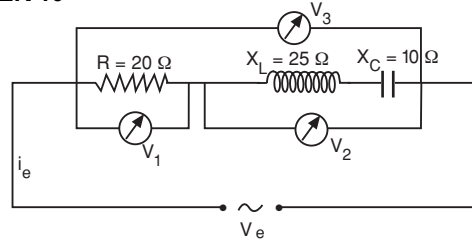
Şekil 3 teki faz vektörleri grafikleri Şekil I ve Şekil II deki gibidir.



Bu nedenle M direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı $\frac{V_e}{\sqrt{2}}$ olup direncin gücü $P_M = \frac{V_e^2}{2.R}$ dir.

Yanıt: B

ÖRNEK 10



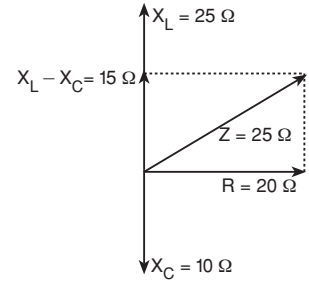
Şekildeki devreden etkin şiddeti i_e olan alternatif akım geçmektedir.

Buna göre, V_1, V_2, V_3 etkin potansiyel farkları arasındaki ilişki nasıldır?
(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) $V_3 > V_2 > V_1$ B) $V_2 > V_1 > V_3$ C) $V_1 > V_2 > V_3$
D) $V_3 > V_1 > V_2$ E) $V_2 > V_3 > V_1$

ÇÖZÜM

Devrenin direnç diyagramı şekildeki gibidir. Şekildeki faz vektörlerinden de görüleceği gibi;



$R = 20 \Omega$
 $X_L - X_C = 25 - 10 = 15 \Omega$
 $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$
 $Z^2 = 20^2 + 15^2$
 $Z = 25 \Omega$ dur.

Bu nedenle, devredeki voltmetrelerin gösterdiği değerler,

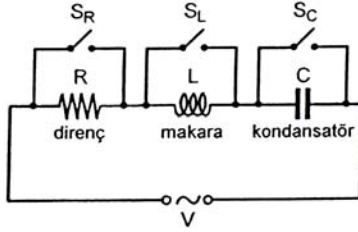
$V_1 = i_e \cdot R = i_e \cdot 20$
 $V_2 = i_e (X_L - X_C) = i_e \cdot 15$
 $V_3 = i_e \cdot Z = i_e \cdot 25$ tir.

Devrenin potansiyel farkları arasındaki ilişki ise , $V_3 > V_1 > V_2$ dir.

Yanıt: D

ÇÖZÜMLÜ TEST

1.



S_R, S_L, S_C anahtarları açık olan şekildeki RLC devresinden sabit frekanslı alternatif akım geçiyor.

Aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılırsa devreden geçen alternatif akımın etkin değeri kesinlikle artar?

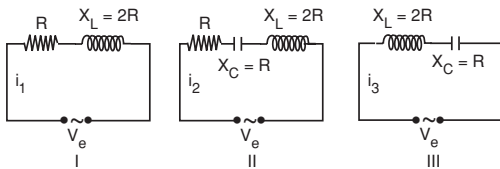
- A) Yalnız S_R yi kapatmak
- B) Yalnız S_L yi kapatmak
- C) Yalnız S_C yi kapatmak
- D) S_R ve S_L yi birlikte kapatmak
- E) S_R ve S_C yi birlikte kapatmak

ÇÖZÜM

Şekildeki RLC devresinin direnç diyagramı yandaki gibidir. Devrede makaranın direnci X_L kondansatörün direnci X_C den büyük, küçük ya da X_C ye eşit olabilir. Bu nedenle tek başına S_L ve S_C anahtarları kapatıldığında devrenin empedansı artabilir ya da azalabilir. S_R ve S_L birlikte ya da S_R ve S_C birlikte kapatılırsa devrenin empedansı artabilir ya da azalabilir. Devrede yalnızca S_R anahtarı kapatılırsa R direncinin uçları arasında kısa devre olduğundan devrenin empedansı azalır. Devreden geçen alternatif akımın etkin şiddeti artar.

Yanıt: A

2.



Şekildeki I, II, III alternatif akım devrelerinde V_e etkin potansiyel farkları birbirine eşittir. Bu devrelerden geçen etkin akım şiddetleri sırasıyla i_1, i_2, i_3 oluyor.

Buna göre, i_1, i_2, i_3 arasındaki ilişki nedir?

(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

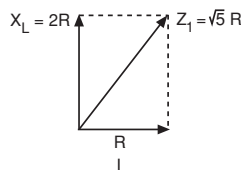
- A) $i_1 = i_2 = i_3$
- B) $i_3 > i_2 > i_1$
- C) $i_3 > i_1 > i_2$
- D) $i_2 > i_3 = i_1$
- E) $i_2 = i_3 > i_1$

ÇÖZÜM

I, II, III devrelerinin direnç diyagramları şekillerdeki gibidir.

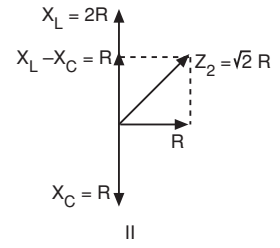
I devresinde empedansı $Z_1 = \sqrt{5} R$ olduğundan bu devreden geçen

akım şiddeti $i_1 = \frac{V_e}{\sqrt{5} R}$ dir.

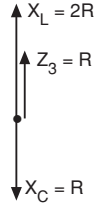


II devresinden geçen etkin akım

şiddeti $i_2 = \frac{V_e}{\sqrt{2} R}$ dir.



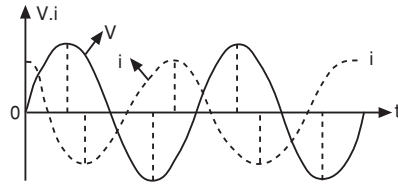
III devresinden geçen etkin akım şiddeti $i_3 = \frac{V_e}{R}$ dir.



Bu akımlar arasındaki ilişki $i_3 > i_2 > i_1$ dir.

Yanıt: B

3.



Bir alternatif akım devresinde ($i-t$) ve ($V-t$) grafikleri şekildedeki gibidir.

Buna göre,

- I. Devrede yalnız bobin ve ohmik direnç vardır.
- II. Devrede yalnız kondansatör ve ohmik direnç vardır.
- III. Akım gerilime göre ileri fazdadır.

yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ya da III
- E) II ya da III

ÇÖZÜM

Şekildeki devrede akım, gerilime göre ileri fazdadır. Akım ile gerilim arasındaki faz açısı $\phi, 90^\circ$ den küçüktür.

Buna göre,

- I. Devre RL devresi olamaz. RL devrelerinde akım, gerilime göre geri fazdadır.
- II. Devre RC devresi olabilir.
- III. Devredeki akım gerilime göre ileri fazdadır.

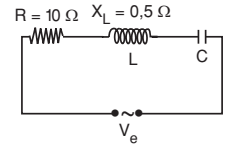
Yanıt: E

4. Şekildeki RLC devresinde

rezonans frekansı $\frac{100}{\pi} s^{-1}$

ve makaranın indüktif direnci $X_L = 0,5 \Omega$ ise, kondansatörün C sığası kaç Farad tır?

(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)



- A) $2 \cdot 10^{-5}$
- B) $4 \cdot 10^{-5}$
- C) $5 \cdot 10^{-5}$
- D) 10^{-2}
- E) $6 \cdot 10^{-6}$

ÇÖZÜM

RCL devresinde

$X_L = X_C$ ise devre rezonans durumdadır.

$$L \cdot \omega = \frac{1}{C \cdot \omega}$$

$$L \cdot 2\pi f = \frac{1}{C \cdot 2\pi f} \text{ olduğundan devrenin rezonans frekansı}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ dir.}$$

Makaranın indüktif direnci $X_L = L \cdot 2\pi f$ olduğundan

$$0,5 = L \cdot 2\pi \frac{100}{\pi}$$

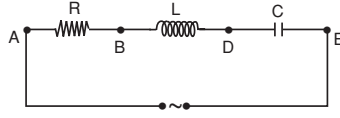
Makaranın öz indüksiyon katsayısı $L = 2,5 \cdot 10^{-3}$ henry dir.

$$\frac{100}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2,5 \cdot 10^{-3} C}}$$

$C = 10^{-2}$ Farad dir.

Yanıt: D

5. Direnç, akım makarası, kondansatör şeklindeki gibi seri olarak bağlanmıştır.



Devre rezonans durumunda olduğuna göre, devredeki etkin potansiyel farkları ile ilgili,

- I. $V_{AE} = V_{AB}$
- II. $V_{BD} = V_{DE}$
- III. $V_{AB} = V_{BD}$

eşitliklerinden hangileri kesinlikle doğrudur? (Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

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

ÇÖZÜM

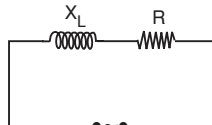
Şekildeki RLC devresi rezonans durumunda ise, $X_L = X_C$, devrenin empedansı $Z = R$ dir.

- I. $V_{AE} = i_e \cdot Z$
 $V_{AB} = i_e \cdot R$ olduğuna göre, $Z = R$ olduğundan $V_{AE} = V_{AB}$ dir.
- II. $V_{BD} = i_e \cdot X_L$
 $V_{DE} = i_e \cdot X_C$
 $V_{BD} = V_{DE}$ dir.
- III. $V_{AB} = i_e \cdot R$
 $V_{BD} = i_e \cdot X_L$ dir.
R ve X_L arasındaki ilişki bilinmediğinden V_{AB} ve V_{BD} eşit ya da farklı olabilir.

Yanıt: C

6. Şekildeki RL devresinden geçen akım şiddetinin denklemi

$$i = 2 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{3} \right) \text{ (SI) dir.}$$



$$V = 20 \sin \omega t \text{ (SI)}$$

Buna göre, R direnci kaç Ω dur?

(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.
 $\cos 60^\circ = 1/2$)

- A) 5 B) 6 C) 8 D) 10 E) $10\sqrt{2}$

ÇÖZÜM

Devrenin uçlarına uygulanan alternatif gerilimin denklemi $V = 20 \sin \omega t$

Devreden geçen akım denklemi

$$i = 2 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{3} \right) \text{ tür.}$$

Devrenin empedansı

$$Z = \frac{V_m}{i_m} = \frac{V_e}{i_e} \text{ olduğundan } Z = \frac{20}{2} = 10 \Omega \text{ dur.}$$

Devrede akım ile gerilim arasındaki faz açısı $\varphi = \frac{\pi}{3} = 60^\circ$ dir.

Devrenin güç çarpanı

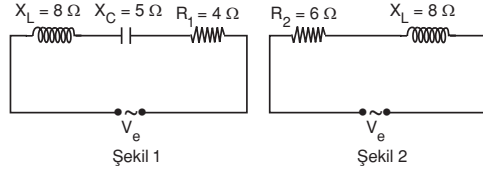
$$\cos \varphi = \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \text{ dir.}$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{2} = \frac{R}{Z}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{R}{10}, \quad R = 5 \Omega \text{ dur.}$$

Yanıt: A

- 7.



Şekil 1 deki devrenin güç çarpanı x, Şekil 2 deki devrenin güç çarpanı y dir.

Buna göre, $\frac{x}{y}$ oranı kaçtır?

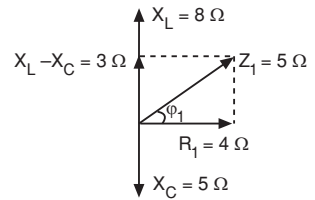
(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) 2 B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{5}{3}$ D) $\frac{5}{4}$ E) $\frac{4}{3}$

ÇÖZÜM

Şekil 1 deki devrenin direnç diyagramı yandaki gibidir. Bu devrenin güç çarpanı

$$\cos \varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ dir.}$$

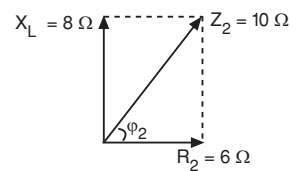


Şekil 2 deki devrenin direnç diyagramı yandaki gibidir.

$$\cos \varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ dir.}$$

Buna göre,

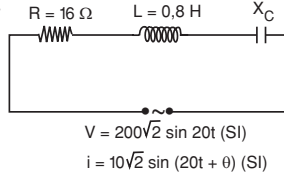
$$\frac{x}{y} = \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3} \text{ tür.}$$



Yanıt: E

KONU TESTİ

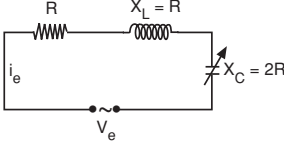
1. Şekildeki RLC alternatif akım devresinde kondansatörün kapasitansı X_C kaç ohm dur?



($X_C > X_L$ dir. Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) 12 B) 16 C) 24 D) 26 E) 28

2. Şekildeki RLC devresinde direnç R, indüktif direnç $X_L = R$, başlangıçta kapasitif direnç $X_C = 2R$ dir. Devreye V_e etkin gerilimi uygulanınca devrenin etkin akım şiddeti i_e oluyor.

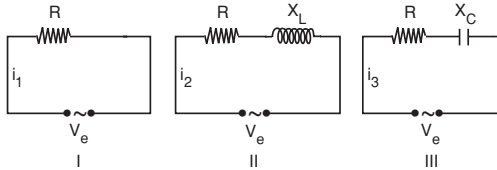


Buna göre, değişken kondansatörün sığası sürekli artırılırsa etkin akım şiddeti i_e önceki göre, nasıl değişir?

(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) Önce artar, sonra azalır.
B) Sürekli azalır.
C) Sürekli artar.
D) Önce azalır, sonra artar.
E) Değişmez.

- 3.

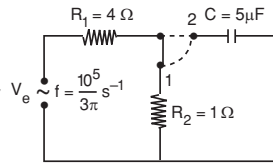


Şekildeki I, II, III alternatif akım devrelerinde devreye uygulanan potansiyel farklarının V_e etkin değerleri sabit tutulup akımın f frekansı artırılırsa devrelerdeki i_1, i_2, i_3 etkin akım şiddetleri önceki göre nasıl değişir?

(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

- | | | |
|-------------|----------|----------|
| i_1 | i_2 | i_3 |
| A) Artar | Artar | Artar |
| B) Azalır | Azalır | Azalır |
| C) Değişmez | Değişmez | Değişmez |
| D) Değişmez | Azalır | Artar |
| E) Artar | Artar | Azalır |

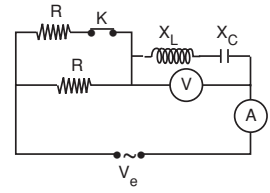
4. Şekildeki alternatif akım devresinde anahtar 1 konumundayken akım şiddetinin etkin değeri 2 amper olmaktadır. Alternatif akımın frekansı



$f = \frac{10^5}{3\pi} \text{ s}^{-1}$ olduğuna göre, anahtar 2 konumuna getirilirse devrenin etkin akım şiddeti kaç amper olur?

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

5. Şekildeki alternatif akım devresinde K anahtarı açıldığında,



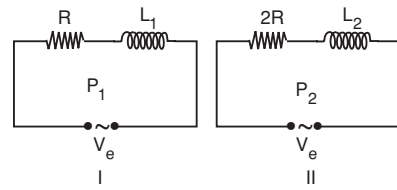
- I. A ampermetresinin gösterdiği değer azalır.
II. Devrenin güç çarpanı büyür.
III. V voltmetesinin gösterdiği değer artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

($X_L \neq X_C$, makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

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

- 6.



Şekildeki I ve II devrelerinde aynı V_e etkin gerilimi uygulandığında her iki devrede akımla gerilim arasındaki faz açıları eşit oluyor.

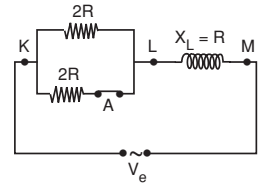
Buna göre, I ve II devrelerinin ortalama güçlerinin

$\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) 2 B) $\sqrt{2}$ C) 1 D) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ E) $\frac{1}{2}$

7. Şekildeki alternatif akım devresinde A anahtarı açılırsa,



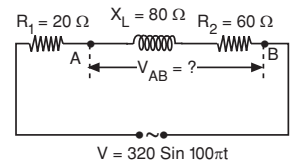
- I. Devreden geçen etkin akım şiddeti azalır.
II. V_{LM} etkin potansiyel farkı azalır.
III. V_{KL} etkin potansiyel farkı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

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

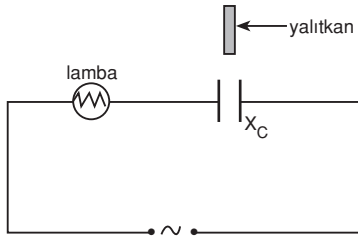
8. Şekildeki alternatif akım devresinde V_{AB} etkin potansiyel farkı kaç volt tur?



(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) 100 B) 140 C) 200 D) 240 E) 300

9.



Levhalarının arasında yalıtkan bulunan, direnci (kapasitansı) X_C olan bir kondansatör ile direnci R olan bir lamba alternatif potansiyel farkına şekildeki gibi bağlanıyor.

Kondansatörün levhaları arasındaki yalıtkanı çıkarıp dielektrik katsayısı daha büyük olan bir yalıtkan cisim konursa,

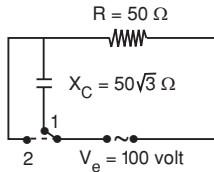
- I. Lambanın ışık şiddeti artar.
- II. X_C azalır.

III. Devrenin empedansı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

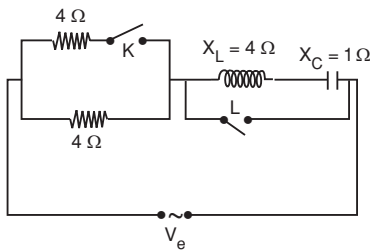
10. Şekildeki alternatif akım devresinde anahtar 1 konumundayken devrenin gücü P_1 , 2 konumundayken P_2 dir.



Buna göre, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

- A) 4
- B) $\sqrt{3}$
- C) 1
- D) $\frac{1}{\sqrt{3}}$
- E) $\frac{1}{4}$

11.



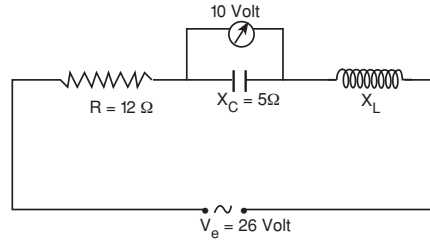
Şekildeki devrede K ve L anahtarları açık iken devrenin gücü P dir.

K ve L anahtarları birlikte kapatılırsa devrenin gücü kaç P olur?

(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) $\frac{25}{8}$
- B) $\frac{15}{4}$
- C) $\frac{9}{8}$
- D) $\frac{3}{8}$
- E) $\frac{4}{9}$

12.

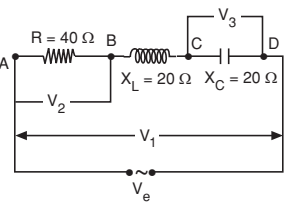


Şekildeki alternatif akım devresinde voltmetre 10 volt gösterdiğine göre, bobinin indüktansı (X_L) kaç Ω dur?

(Bobinin ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) 5
- B) 6
- C) 10
- D) 13
- E) 15

13. Direnci $R = 40 \Omega$, indüktif direnci $X_L = 20 \Omega$ kapasitif direnci $X_C = 20 \Omega$ olan alternatif akım devresine V_e etkin gerilimi uygulanıyor. Devredeki AD, AB ve CD noktaları arasındaki etkin potansiyel farkları sırasıyla V_1 , V_2 ve V_3 oluyor.

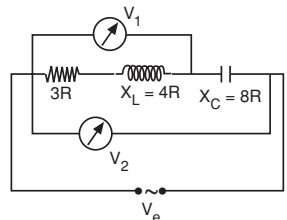


Buna göre, V_1 , V_2 , V_3 arasındaki ilişki nedir?

(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) $V_1 = V_2 = V_3$
- B) $V_1 > V_2 = V_3$
- C) $V_1 > V_2 > V_3$
- D) $V_1 = V_2 > V_3$
- E) $V_2 > V_1 = V_3$

14. İndüktif direnci $X_L = 4R$, kapasitif direnci $X_C = 8R$, ohmik direnci $3R$ olarak verilen alternatif akım devresine V_e etkin gerilimi uygulanıyor.

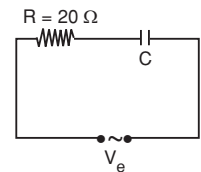


Buna göre, voltmetrelerin gösterdiği değerlerin $\frac{V_1}{V_2}$ oranı kaçtır?

(Makaranın ohmik direnci önemsenmiyor.)

- A) 1
- B) $\frac{1}{2}$
- C) $\sqrt{2}$
- D) $\frac{1}{\sqrt{2}}$
- E) 2

15. Şekildeki devrenin direnci $R = 20 \Omega$ ohmik direncin gücü 180 Watt olup, devrenin güç çarpanı 0,6 dir.



Buna göre, kondansatörün uçları arasındaki etkin potansiyel farkı kaç volt tur?

- A) 30
- B) 40
- C) 50
- D) 60
- E) 80

1.E 2.A 3.D 4.B 5.E 6.A 7.E 8.C 9.C 10.E 11.A 12.C 13.D 14.A 15.E

ELEKTROKİMYA – II

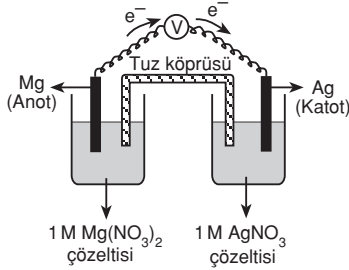
ELEKTROKİMYASAL PİLLER

Kendiliğinden gerçekleşen redoks tepkimelerinde elektron alışverişinden yararlanılarak, kimyasal bağ enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Kimyasal enerjiyi, elektrik enerjisine dönüştüren aygıtlara **elektrokimyasal pil** adı verilir. Bu olayı açıklayabilmek için elektrolit ve elektrot kavramlarını tanımlayalım.

Elektrolit : Elektrik akımını, negatif (–) ve pozitif (+) iyonları aracılığıyla iletebilen sıvılara elektrolit denir.

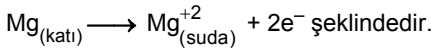
Elektrot : Pillerde, yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimelerinin gerçekleştiği, elektrik akımını iletebilen uçlara elektrot denir. Elektrotlar, genellikle metaldir, karbonun bir allotropu olan grafit de elektrot olarak kullanılabilir.

Yükseltgenmenin gerçekleştiği elektrotta **anot**, indirgenmenin gerçekleştiği elektrotta **katot** denir.

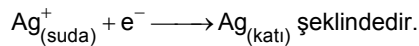


Şekilde bir elektrokimyasal pil görülmektedir. Mg ve Ag elektrotlar birer molar Mg^{+2} ve Ag^+ iyonu içeren çözeltilere daldırılmış ve dıştan iletken bir telle bağlanmışlardır. Elektrolitler de birbirine **tuz köprüsü** ile bağlanmıştır.

Mg metalinin elektron verme eğilimi, Ag metalinin elektron verme eğiliminden fazladır. Bu sistemde, Mg atomları elektron vererek yükseltgenir. Yükseltgenme yarı tepkimesinin denklemi :

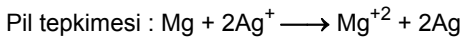
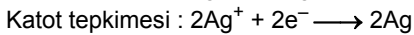
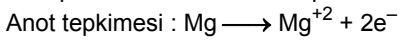


Açığa çıkan elektronlar, iletken telden Ag çubuğa akar ve çubuk ile temasta olan Ag^+ iyonlarını indirger. İndirgenme yarı tepkimesinin denklemi :



Mg çubukta yükseltgenme olduğu için, Mg elektrot anot, Ag çubukta indirgenme olduğu için, Ag elektrot katottur.

Pil tepkimesi anot ve katot tepkimelerinin toplamına eşittir.



Pil çalışırken, tepkimenin girenler yönündeki tanecik miktarları azalır, ürünler yönündeki tanecik miktarları artar. Bu nedenle, Mg çubuk aşınır, Ag^+ iyonları derişimi azalır, Mg^{+2} iyonları derişimi artar, Ag çubuk kütlesi artar. Elektronlar Mg elektrottan (anottan), Ag elektrotta (katota) doğru akar. Elektrokimyasal pil şemalarında, anot negatif (–), katot ise pozitif (+) olarak gösterilir.

TUZ KÖPRÜSÜ

Tuz köprüsü, katot ve anot çözeltilerinde elektriksel yükün nötr kalmasını sağlar. Anot çözeltilerinde yükseltgenme yarı tepkimesi nedeniyle (+) yük fazlalığı, katot çözeltilerinde indirgenme yarı tepkimesi nedeniyle (+) yük eksikliği oluşur. Bu yük dengesizliği giderilmezse, zıt elektriksel gerilimler nedeniyle pilin çalışması durur. Bu olumsuzluk, tuz köprüsü kullanılarak giderilir. Tuz köprüsündeki (–) yüklü iyonlar (anyonlar) anot bölgesine, (+) yüklü iyonlar (katyonlar) katot bölgesine göç ederek elektriksel açıdan yüksüzlüğün sürekliliğini sağlar.

YARI PİL GERİLİMLERİ

Bir elektrotun bir elektrolit içine daldırılması ile oluşan sisteme **yarı pil**, bu sistemin oluşturduğu elektriksel gerilime ise **yarı pil gerilimi** denir.

Yarı pil gerilimi, elektrot ve elektrolitin türüne, sıcaklığa, elektrolitin derişimine ve yarı pil tepkimesinde gaz varsa, bu gazın basıncına bağlıdır.

PİL GERİLİMİ

Elektrokimyasal piller, iki yarı pilden oluşur. Bu nedenle pil gerilimi, elektrot ve elektrolitlerin türüne, elektrolit derişimine, sıcaklığa ve gaz basıncına bağlıdır. 25°C sıcaklık, 1 atmosfer basınç, 1 molarlık elektrolit derişimi standart koşullar olarak kabul edilir.

Yarı pil gerilimleri, standart koşullarda hidrojen yarı pilinin gerilimine göre saptanır. Standart koşullarda hidrojen yarı pilinin gerilimi (E^0), sıfır kabul edilmiş ve diğer yarı pillerin gerilimleri, bu standarta göre deneysel olarak hesaplanmıştır.

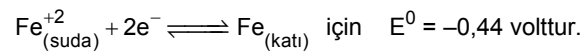
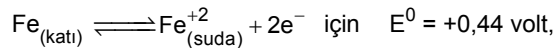
Standart yükseltgenme gerilimi, standart koşullarda yükseltgenme yarı tepkimelerinin gerilimine verilen addır.

Standart indirgenme gerilimi, standart koşullarda indirgenme yarı tepkimelerinin gerilimine verilen addır.

Bir yarı tepkimede;

$$\left(\text{standart yükseltgenme gerilimi} \right) = - \left(\text{standart indirgenme gerilimi} \right) \text{ dir.}$$

Örneğin;

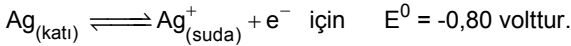
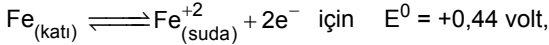


Bir tepkimenin standart gerilimi, tepkimeyi oluşturan yarı tepkimelerin standart gerilimleri toplamına eşittir.

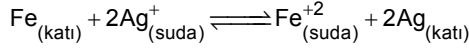
Not : Bir elektrokimyasal pilde,

- Dış devrede elektronların aktığı yön katottur.
- Tuz köprüsünde, anyonlar anota, katyonlar katota doğru akar.
- Kütlesi azalan (aşınan) elektrot anottur.
- Kütlesi artan elektrot katottur.
- Yükseltgenmenin olduğu elektrot anot, indirgenmenin olduğu elektrot katottur.

ÖRNEK 1



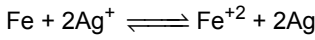
Fe – Ag pilinde,



tepkimesi gerçekleştiğine göre, bu pilin standart pil gerilimi kaç voltur?

ÇÖZÜM

Pil tepkimesi, Fe nin yükseltgenme yarı tepkimesi ile Ag⁺ nın indirgenme yarı tepkimesinin toplanmasıyla oluşmuştur.



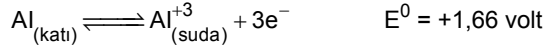
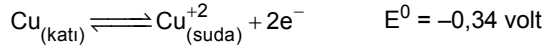
$$E_{\text{pil}}^0 = E_1^0 + E_2^0 \text{ dir.}$$

$$E_{\text{pil}}^0 = (+0,44) + (+0,80) = +1,24 \text{ voltur.}$$

Yanıt : +1,24 volt

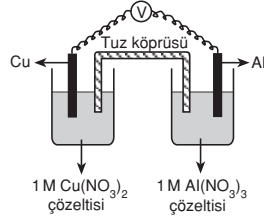
Not : Yarı tepkimenin katsayılarının değişmesi, yarı tepkimenin gerilimini değiştirmez.

ÖRNEK 2



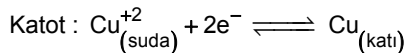
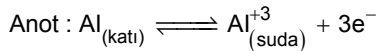
olduğuna göre, şekildeki pilde,

1. Hangi elektrot anot, hangi elektrot katottur?
2. Dış devrede elektronların akış yönü nedir?
3. Tuz köprüsünde anyonlar hangi bölme doğru akar?
4. Anot ve katot tepkimesi nedir?
5. Pil tepkimesi nedir?
6. Standart pil gerilimi kaç voltur?
7. Pil çalışırken, elektrot kütleleri nasıl değişir?
8. Pil çalışırken, çözelti derişimleri nasıl değişir?

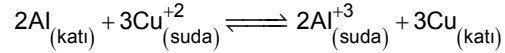
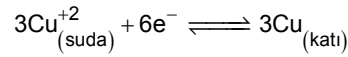
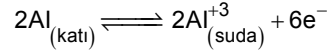


ÇÖZÜM

1. Yükseltgenme gerilimi daha büyük olan Al elektrot anot, Cu elektrot ise katottur.
2. Dış devrede elektronlar anottan (Al elektrottan), katota (Cu elektrota) doğru akar.
3. Tuz köprüsünde, anyonlar (– yüklü iyonlar) anot bölgesine (Al elektrota) doğru akar.
4. Anotta Al yükseltgenir, katotta Cu⁺² indirgenir.



5. Pil tepkimesi, anot ve katot tepkimelerinin toplamıdır.



6. Pil gerilimi anot ve katot tepkimelerinin gerilimleri toplamına eşittir.

$$E_{\text{pil}}^0 = E_{\text{Al, Al}^{+3}}^0 + E_{\text{Cu}^{+2}, \text{Cu}}^0$$

$$E_{\text{pil}}^0 = (+1,66) + (+0,34) = +2,00 \text{ voltur.}$$

7. Pil denklemine göre, pil çalışırken Al elektrotun kütlesi azalır, Cu elektrotun kütlesi artar.
8. Pil çalışırken, pil tepkimesinde girenler yönünde bulunan Cu⁺² iyonu derişimi azalır, ürünler yönünde bulunan Al⁺³ iyonu derişimi artar.

ÖRNEK 3

Al – Fe pilinde Al elektrot anot, Fe – Ag pilinde Fe elektrot anottur.

Al – Fe pilinin standart gerilimi 1,22 volt, Fe–Ag pilinin standart gerilimi 1,24 voltur.

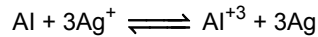
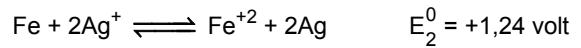
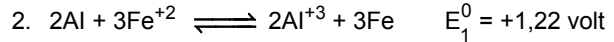
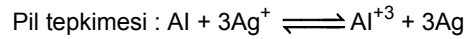
Buna göre, Al – Ag pilinin

1. Pil tepkimesi nedir?
2. Standart gerilimi kaç voltur?

ÇÖZÜM

Elektrokimyasal pillerde yükseltgenme gerilimi büyük olan elektrot anottur. Bu nedenle, metallerin yükseltgenme gerilimleri Al > Fe > Ag dir.

1. Al – Ag pilinde Al anottur, yarı pil tepkimeleri ve pil tepkimesi aşağıdaki gibidir.



$$E^0 = E_1 + E_2 = +1,22 + 1,24 \quad E^0 = 2,46 \text{ voltur.}$$

PİL GERİLİMİNE ETKİ EDEN ETMENLER

Elektrokimyasal bir pil çalıştıkça anotun yükseltgenme gerilimi küçülürken, katotun yükseltgenme gerilimi büyür, pil gerilimi küçülür ve sonuçta 0,00 volt olur (pil biter).

Bir pilin gerilimi,

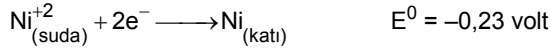
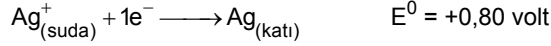
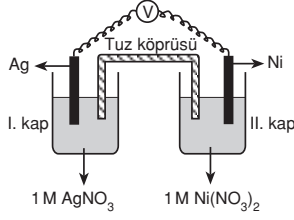
- I. Elektrolitlerin derişimine
- II. Sıcaklığa
- III. Basınca
- IV. Elektrotların cinsine bağlıdır.

25°C sıcaklık, 1 atmosfer basınç ve 1 molar elektrolit derişiminde pil gerilimine **standart pil gerilimi** denir. Sıcaklık, basınç ve derişimler deriştiğinde, pilin gerilimi de derişir.

Elektrot yüzeylerinin büyüklüğü, elektrolitlerin miktarı pil gerilimine etki etmez.

Sıcaklık ve derişimlerdeki değişmelerin pil gerilimine etkisini, pilin tepkime denklemini bir denge tepkimesi gibi düşünerek anlayabiliriz. Uygulanan işlem sonucunda denge, ürünler yönünde bozulursa pilin gerilimi artar, girenler yönünde bozulursa pilin gerilimi azalır.

ÖRNEK 4

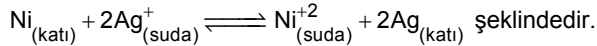


olduğuna göre, aşağıdaki işlemler ayrı ayrı uygulanırsa, şekildeki pilin gerilimi nasıl değişir?

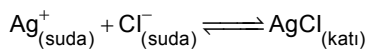
1. Sıcaklığı düşürmek
2. I. kaba su eklemek
3. II. kaba su eklemek
4. I. kapta AgNO_3 katısı çözmek
5. II. kapta $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ katısı çözmek
6. I. kaba NaCl katısı eklemek (AgCl suda çok az çözüdür.)
7. I. kaba 1 M AgNO_3 çözeltisi eklemek

ÇÖZÜM

İndirgenme gerilimi daha büyük olan I. bölme katot, II. bölme ise anotdur. Bu nedenle, pil tepkimesi,



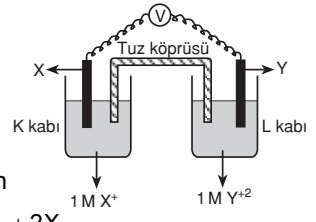
1. Pil tepkimeleri, ekzotermiktir. Bu nedenle ısı, tepkimenin ürünler yönündedir. Sıcaklık düşürülürse, denge ürünler yönünde bozulur, pil gerilimi artar.
2. I. kaba su eklenirse Ag^+ iyonu derişimi azalır, denge girenler yönünde bozulur, pil gerilimi azalır.
3. II. kaba su eklenirse Ni^{+2} iyonu derişimi azalır, denge ürünler yönünde bozulur, pil gerilimi artar.
4. I. kapta AgNO_3 katısı çözüldürse, Ag^+ iyonu derişimi artar, denge ürünler yönünde bozulur, pil gerilimi artar.
5. II. kapta $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ katısı çözüldürse, Ni^{+2} iyonu derişimi artar, denge girenler yönünde bozulur, pil gerilimi azalır.
6. I. kaba NaCl eklenirse, sudaki çözünlüğü az olan AgCl tuzu,



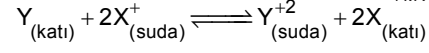
tepkimesi gereğince çöker. Ag^+ iyonları derişimi azalır, denge girenler yönünde bozulur, pil gerilimi azalır.

7. I. kaba 1 M AgNO_3 çözeltisi eklenirse, Ag^+ iyonları derişimi değişmez, denge bozulmaz, pil gerilimi değişmez.

ÖRNEK 5



şekildeki pil sistemi çalışırken



tepkimesi gerçekteşmektedir.

Buna göre, bu pil sistemine,

- I. K kabına su eklemek
- II. L kabına $\text{Y}(\text{NO}_3)_2$ tuzu ekleyip çözmek
- III. Ortamın sıcaklığını artırmak

işlemlerinden hangileri uygulanırsa pil gerilimi azalır?

ÇÖZÜM

K kabına su eklenirse X^+ iyonları derişimi azalır, denge girenler yönüne bozulur, pil gerilimi azalır.

L kabında $\text{Y}(\text{NO}_3)_2$ tuzu çözüldürse, Y^{+2} iyonları derişimi artar, denge girenler yönüne bozulur, pil gerilimi azalır. Sıcaklık artışı, elektrokimyasal pillerin gerilimini azaltır.

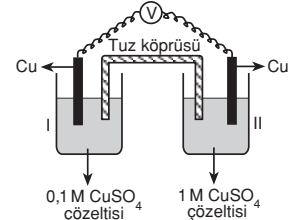
Buna göre, üç işlemden de pil gerilimi azalır.

Yanıt : I, II ve III

MEF YAYINCILIK

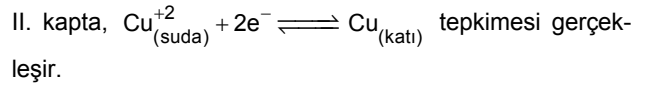
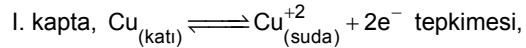
DERİŞİM PİLLERİ

şekildeki sistemde, I. ve II. bölmelerde elektrot ve elektrolit türleri aynıdır. Ancak elektrolit derişimleri farklıdır. Derişim farklılığı, yarı pil gerilimini değiştirir.



Bu nedenle, I. ve II. elektrotlar arasında bir gerilim farkı vardır ve bu sistem, bir pil olarak çalışır. Bu tür pillere **derişim pili** denir.

şekildeki pil, elektrolit derişimleri eşitleninceye kadar elektrik enerjisi üretir. Pil çalışırken, elektrolit derişimlerinin farkı giderek azalır. Öyleyse,

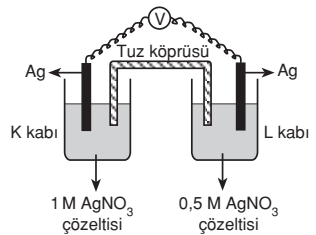


I. kapta yükseltgenme olduğundan bu bölme anot, II. kapta indirgenme olduğundan bu bölme katottur. Elektronlar, dış devrede I. bölmeden, II. bölmeye doğru akar.

ÖRNEK 6

şekildeki derişim pili ile ilgili,

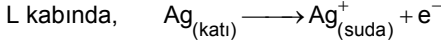
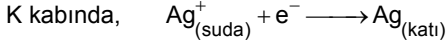
- I. K bölgesi anotdur.
- II. Dış devrede elektronlar L bölgesinden, K bölgesine doğru akar.
- III. L kabına su eklenirse, pil gerilimi azalır.



açıklamalarından hangileri doğrudur?

ÇÖZÜM

Pil, AgNO_3 çözeltilerinin derişimleri eşitleninceye kadar enerji üretir. AgNO_3 derişimlerinin eşitlenebilmesi için K kabında derişimin azalması, L kabında derişimin artması gerekir. Bu nedenle,



tepkimleri gerçekleşir.

K kabında indirgenme olduğu için, K bölgesi katot; L kabında yükseltgenme olduğu için, L bölgesi anottur.

Dış devrede, elektronlar anottan katota (L bölgesinden K bölgesine) doğru akar.

L kabına su eklenirse, bölmeler arasındaki derişim farkı artar, pil gerilimi artar.

Öyleyse, I. ve III. açıklamalar yanlış, II. açıklama doğrudur.

Yanıt : Yalnız II

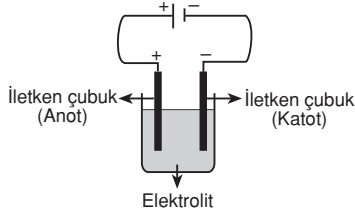
Not : Derişim pillerinde genellikle, derişimi az olan bölme anot, derişimi çok olan bölme katottur.

ELEKTROLİZ

Kendiliğinden gerçekleşemeyen indirgenme–yükseltgenme tepkimelerinin elektrik enerjisi kullanarak gerçekleştirilmesi olayına **elektroliz** denir.

Elektroliz olayında alternatif akım kullanılmaz, doğru akım kullanılır.

Elektroliz olayı tuz köprüsü ile bağlanmış iki ayrı bölmede ya da tek kaptaki gerçekleştirilebilir.



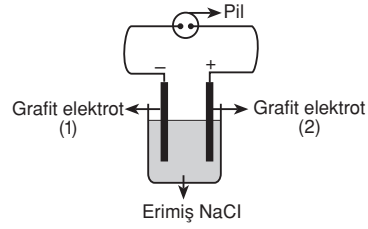
Şekilde bir elektroliz devresi görülüyor. Elektrolit, elektroliz edilecek iyonik bileşimin eritilerek sıvılaştırılmış hali ya da sudaki çözeltisidir. İyonik bileşik sıvı ortamda iyonlarına ayrılmış durumdadır.

Devreden akım geçtiğinde, (+) yüklenmiş elektrot çevresinde (-) yüklü iyonlar (anyonlar), (-) yüklenmiş elektrotun çevresinde (+) yüklü iyonlar (katyonlar) toplanır. Elektroliz devresinde anot ve katotun işaretleri, pil devresindeki tersidir.

Pozitif (+) yüklü elektrot anottur. Anotta, ya anot metali ya da negatif (-) yüklü iyonlardan yükseltgenme gerilimi büyük olan yükseltgenir.

Negatif (-) yüklü elektrot katottur. Katotta, pozitif (+) yüklü iyonlardan indirgenme gerilimi büyük olan iyon indirgenir.

Şimdi, erimiş tuzların ve tuzların sulu çözeltilerinin elektrolizini örneklerle inceleyelim.

ÖRNEK 7

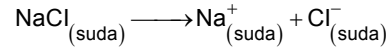
Şekildeki elektroliz devresinden akım geçtiğinde,

- I. 1. elektrotta indirgenme olur.
- II. 2. elektrotta Cl_2 gazı oluşur.
- III. 2. elektrot anottur.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

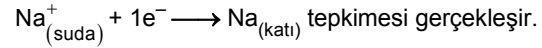
ÇÖZÜM

Erimiş NaCl,



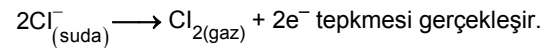
tepkimesine göre, iyonlaşmış durumdadır.

Devreden akım geçince Na^+ iyonları, negatif (-) yüklü birinci elektrota göçer bu elektrotta



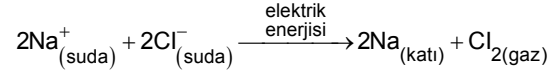
Öyleyse, 1. elektrotta indirgenme olur ve 1. elektrot katottur.

Cl^- iyonları ise, pozitif (+) yüklü ikinci elektrota göçer, bu elektrotta,



Öyleyse, 2. elektrotta yükseltgenme olur ve 2. elektrot anottur.

Elektroliz tepkimesinin denklemi şöyledir:



Yanıt : I, II ve III

Not : Elektrolit birden çok anyon ve katyon içeriyorsa; katota göç eden katyonlardan indirgenme gerilimi en büyük olan iyon önce indirgenir, anota göç eden anyonlardan ve elektrotun yapıldığı metalden yükseltgenme gerilimi en büyük olan önce yükseltgenir.

ÖRNEK 8

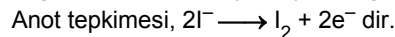
MgCl_2 , ZnBr_2 ve FeI_2 tuzlarının karışımı eritilip Ag elektrotlar kullanılarak elektroliz ediliyor.

Ametal atomlarının ve metal iyonlarının indirgenme eğilimleri sırası $\text{Cl} > \text{Br} > \text{Ag}^+ > \text{I} > \text{Fe}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Mg}^{+2}$ dir.

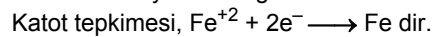
Buna göre, anot ve katot tepkimeleri nedir?

ÇÖZÜM

Cl^- , Br^- ve I^- iyonları anota gider. Ag metali ve bu iyonların içinde, yükseltgenme eğilimi en büyük olan I^- iyonu olduğundan, anotta I^- iyonu yükseltgenir.

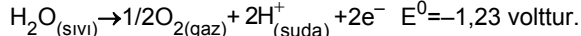


Mg^{+2} , Zn^{+2} ve Fe^{+2} iyonları katota gider. Bu iyonlardan indirgenme eğilimi en büyük olan Fe^{+2} iyonu olduğundan, katotta Fe^{+2} iyonu indirgenir.

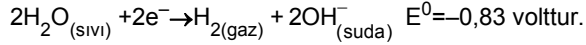


Not : Sulu çözeltilerde elektroliz yapılırken, ortamda bulunan H_2O nun yükseltgenme ve indirgenme gerilimleri de dikkate alınır.

Suyun yükseltgenme tepkimesinin denklemi ve standart gerilimi,

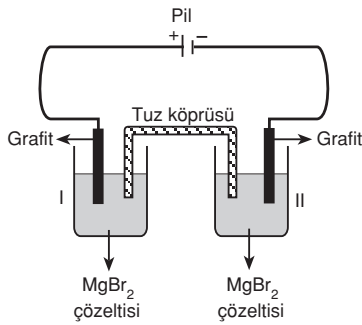


Suyun indirgenme tepkimesinin denklemi ve standart gerilimi,



Sulu çözeltilerde; H_2O yükseltgenirse, O_2 gazı ve H^+ iyonları oluşur, ortam asit özelliği kazanır, H_2O indirgenirse, H_2 gazı ve OH^- iyonları oluşur, ortam baz özelliği kazanır.

ÖRNEK 9



Şekildeki sistemde, $MgBr_2$ çözeltileri elektroliz edilmektedir.



Suyun indirgenme gerilimi, $-0,83$ volt,

Suyun yükseltgenme gerilimi, $-1,23$ volt.

Buna göre,

- I. ve II. bölmelerdeki elektroliz ürünleri nedir?
- I. ve II. bölmelerde çözeltilerin pH değeri değişir mi?

ÇÖZÜM

1. I. bölme anot bölgesidir. Bu bölmede elektrot çevresindeki H_2O ve Br^- den, yükseltgenme gerilimi daha büyük olan Br^- yükseltgenir. Anot ürünü Br_2 dir.

Anot tepkimesi : $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$ şeklindedir.

II. bölme katot bölgesidir. Bu bölmede elektrot çevresindeki H_2O ve Mg^{+2} den indirgenme gerilimi daha büyük olan H_2O indirgenir. Katot ürünü H_2 gazıdır.

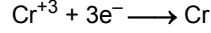
Katot tepkimesi : $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ şeklindedir.

2. Anot bölgesinde (I. bölmede), Br^- iyonu derişimi azalmıştır. H^+ ya da OH^- iyonlarının derişimi değişmediği için, çözeltilerin pH değeri değişmez. Katot bölgesinde (II. bölmede), OH^- iyonu derişimi artmıştır. Bu nedenle, ortam, baz özelliği kazanır ($pH > 7$) ve çözeltilerin pH değeri yükselir.

ELEKTROLİZDE AYRIŞAN MADDE MİKTARLARININ HESAPLANMASI

Elektroliz olayında ayrışan elementlerin kütlesi, devreden geçen elektrik yükü ve elementin mol kütlesi ile doğru orantılı, element iyonunun değeriği ile ters orantılıdır. Devreden geçen elektronların mol sayısı (1 mol elektron = 1 faraday elektriksel yük) bilinirse, anot ve katotta oluşun elementin mol sayısı hesaplanabilir.

Örneğin, devreden 1 mol elektron geçtiğinde, Cr^{+3} iyonlarından kaç mol ve kaç gram Cr oluşabileceği hesaplanabilir ($Cr = 51$).



3 mol elektron 1 mol Cr = 51 gram Cr ayrıştırırsa,

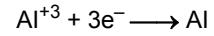
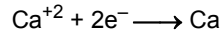
1 mol elektron 1/3 mol Cr ve 51/3 = 17 gram Cr ayrıştırır.

ÖRNEK 10

Seri bağılı bir elektroliz devresinde erimiş $CaBr_2$ ve erimiş $AlBr_3$ tuzları aynı süre elektroliz ediliyor.

Ayrışan Ca kütlesi 4 gram olduğuna göre, kaç gram Al oluşmuştur? ($Ca = 40$, $Al = 27$)

ÇÖZÜM



Devreden 6 mol elektron geçerse 3 mol Ca ve 2 mol Al oluşur.

3 mol Ca = 3.40 = 120 gram, 2 mol Al = 2.27 = 54 gram

120 gram Ca ayrıştığıında 54 gram Al oluşuyorsa,
4 gram Ca ayrıştığıında X gram Al oluşur.

$$X = \frac{4.54}{120} = 1,8 \text{ gram Al oluşur.}$$

Yanıt : 1,8 gram Al

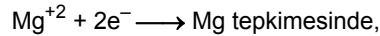
ÖRNEK 11

Seri bağılı iki elektroliz kabında X^{+n} ve Mg^{+2} iyonlarını içeren erimiş tuzlar elektroliz edilmektedir.

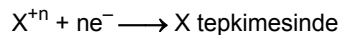
Aynı süre sonunda 0,4 mol X ve 4,8 gram Mg oluşduğuna göre, n değeri kaçtır? ($Mg = 24$)

ÇÖZÜM

4,8 gram Mg, $4,8/24 = 0,2$ moldür.



2 mol elektron 1 mol Mg ayrıştırdığına göre, 0,2 mol Mg ayrışması için devreden 0,4 mol elektron geçmiştir.



0,4 mol X oluşurken 0,4 mol elektron kullanılmışsa,

1 mol X oluşurken n mol elektron kullanılır.

$$n = 1 \text{ dir.}$$

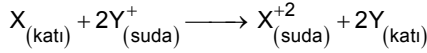
Yanıt : n = 1

ÇÖZÜMLÜ TEST

1.

Yarı tepkime	Standart gerilim
$X_{(kati)} \rightleftharpoons X_{(suda)}^{+2} + 2e^{-}$	E_1 volt
$Y_{(kati)} \rightleftharpoons Y_{(suda)}^{+} + e^{-}$	E_2 volt

X / Y pili çalışırken,



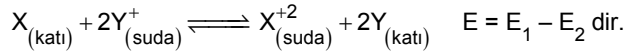
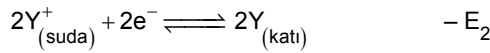
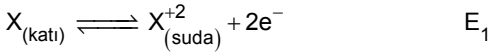
tepkimesi gerçekleştiğine göre, bu pilin standart geriliminin volt türünden değeri, aşağıdakilerden hangisi ile hesaplanır?

- A) $E_1 + E_2$ B) $E_1 + 2E_2$ C) $E_1 - 2E_2$
D) $E_1 - E_2$ E) $2E_2 - E_1$

ÇÖZÜM

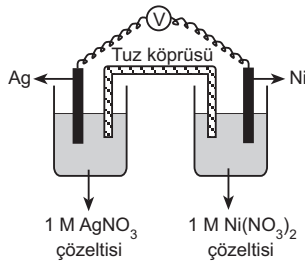
X / Y pilinin tepkimesi, X in yükseltgenme yarı tepkimesi ile Y^{+} nın indirgenme yarı tepkimesinin 2 ile çarpılmasından elde edilen tepkimelerin toplanmasıyla oluşmuştur. Yarı pil tepkimesi ters çevrilirse, standart pil geriliminin (E^0) işareti değişir.

Yarı pil tepkimesi herhangi bir sayı ile çarpılır ya da bölünürse, standart pil gerilimi (E^0) değişmez.



Yanıt : D

2.



Şekildeki pil sisteminin, yarı pil tepkimeleri ve bu tepkimelerin yarı pil gerilimleri aşağıda verilmiştir.

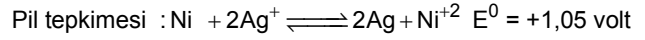
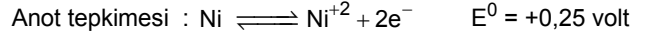
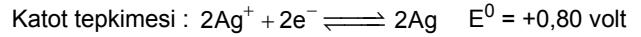


Buna göre, bu pil sistemi ile ilgili, aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

- A) Standart pil gerilimi +1,05 voltur.
B) Ag^{+} iyonlarının derişimi zamanla azalır.
C) Ni elektrot, anottur.
D) Katot tepkimesi, $Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$ dir.
E) Pil çalışırken, Ni elektrotun kütlesi artar.

ÇÖZÜM

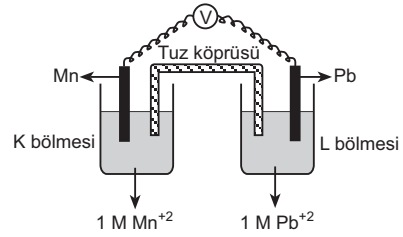
İndirgenme gerilimi büyük olan Ag elektrot katot, Ni elektrot anottur.



Ni – Ag pil sistemi çalışırken, Ni elektrotun kütlesi azalır, Ag elektrotun kütlesi artar. Ag^{+} iyonlarının derişimi azalır, Ni^{+2} iyonlarının derişimi artar.

Yanıt : E

3.



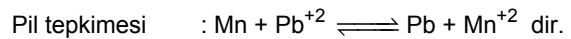
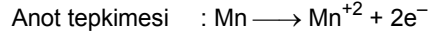
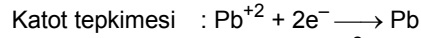
Şekildeki pil sistemi çalışırken tuz köprüsünde pozitif (+) yüklü iyonlar, L bölgesine doğru akmaktadır.

Buna göre, bu pil sistemi ile ilgili, aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?
($PbSO_4$ suda çözünmez.)

- A) L bölgesine katı K_2SO_4 tuzu eklenirse, pil gerilimi artar.
B) Sıcaklık artırılırsa, pil gerilimi azalır.
C) Mn elektrotun yüzeyi artırılırsa, pil gerilimi değişmez.
D) Pil çalışırken dış devrede elektronlar Mn elektrottan, Pb elektrota doğru akar.
E) Pil çalışırken Mn^{+2} iyonu derişimi artar, Pb^{+2} iyonu derişimi azalır.

ÇÖZÜM

Tuz köprüsünde, pozitif (+) yüklü iyonlar katot bölgesine doğru akarlar. Öyleyse, Pb elektrotta (L bölgesi) indirgenme tepkimesi, Mn elektrotta (K bölgesi) yükseltgenme tepkimesi gerçekleşir.



Pil çalışırken Mn^{+2} iyonlarının derişimi artar, Pb^{+2} iyonlarının derişimi azalır.

Pil tepkimeleri, ekzotermiktir. Sıcaklık artırılırsa, denge girenler yönünde bozulur ve pil gerilimi azalır.

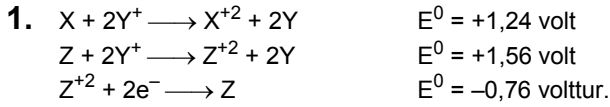
Elektrot yüzeylerinin büyüklüğü, pil gerilimini değiştirmez. Pil çalışırken dış devrede elektronlar Mn elektrottan (anottan), Pb elektrota (katota) doğru akar.

L bölgesine katı K_2SO_4 tuzu eklenirse, $PbSO_4$ çöker,

Pb^{+2} iyonlarının derişimi azalır, denge girenler yönünde bozulur ve pil gerilimi azalır.

Yanıt : A

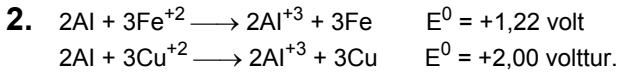
KONU TESTİ



Yukarıda bazı tepkimelerin standart gerilimleri verilmiştir.

Buna göre, X^{+2} nin standart indirgenme gerilimi kaç voltur?

- A) -0,50 D) +0,30 B) -0,44 E) +0,44 C) -0,30



Yukarıda iki pil tepkimesinin standart gerilimleri verilmiştir.

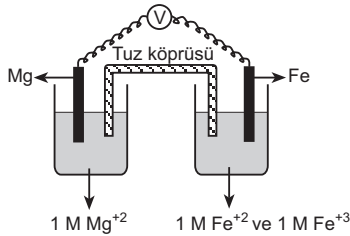
Bu pillerde Al elektrot anot olduğuna göre, Fe / Cu standart pili ile ilgili,

- I. Standart pil gerilimi +0,78 voltur.
 II. Fe elektrotu katottur.
 III. Pil çalışırken Cu elektrot aşınır.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

3.



Yukarıda bir pil şeması ve indirgenme yarı tepkimele-
 rinin standart gerilimleri verilmiştir.

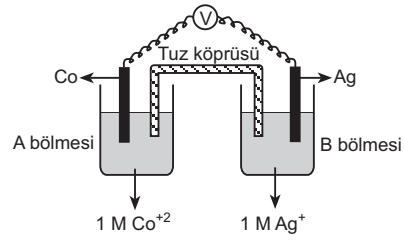
$a > b > c$ olduğuna göre, bu pil sistemi ile ilgili,

- I. Mg elektrot anot, Fe elektrot katottur.
 II. Tuz köprüsünde anyonlar, Mg bölgesine doğru akar.
 III. Pil çalışırken, Fe elektrotun kütlesi değişmez.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

4.



Şekildeki pil sistemi çalışırken Co^{+2} iyonu derişimi artar, Ag^{+} iyonu derişimi azalır.

Buna göre, bu pile,

- I. A bölgesine $Co(NO_3)_2$ tuzu ekleyip çözme
 II. B bölgesine su ekleme

işlemleri uygulandığında, pil geriliminin derişimi için, aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

I. işlem

II. işlem

- A) Azalır Azalır
 B) Azalır Artar
 C) Artar Azalır
 D) Artar Değişmez
 E) Değişmez Artar

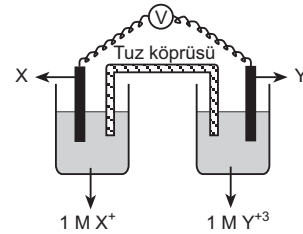
5. Elektrokimyasal bir pilin gerilimi,

- I. Sistemin sıcaklığı
 II. Elektrot yüzeylerinin büyüklüğü
 III. Elektrolitlerin molar derişimi

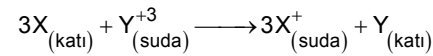
niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

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

6.



Şekildeki pil sistemi çalışırken,



tepkimesi gerçekleşmektedir.

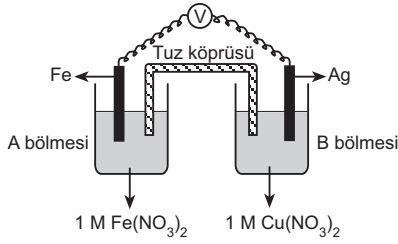
Buna göre, bu pil sistemi ile ilgili,

- I. Elektronlar dış devrede X elektrottan, Y elektrota doğru akar.
 II. Y^{+3} iyonunun indirgenme gerilimi, X^{+} iyonunun indirgenme geriliminden küçüktür.
 III. X yarı piline su eklenecek, X^{+} iyonu derişimi azaltılırsa, pil gerilimi artar.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

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

7.



Şekildeki pil sistemi çalışırken,

- I. Fe elektrotun kütlelerinde azalma
- II. Cu^{+2} iyonunun derişiminde azalma
- III. B bölümündeki çözeltide Ag^+ iyonlarının oluşması

olaylarından hangileri gerçekleşir?

(Elektron verme eğilimleri = $\text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag}$ dir.)

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

8. Erimiş XCl_2 tuzu ve iletken duruma getirilmiş H_2O seri bağlı iki kapta aynı süre elektroliz ediliyor.

0,4 mol X metali biriktiği anda, H_2O bulunan kabın anotunda ayrılmış olan gazın türü ve mol sayısı için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) 0,4 mol H_2 B) 0,4 mol O_2 C) 0,2 mol H_2
D) 0,2 mol O_2 E) 0,1 mol H_2

9. Elektrokimyasal piller ile ilgili, aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

- A) Anotta yükseltgenme olur.
- B) Dış devrede elektronlar katottan anota doğru akar.
- C) Tuz köprüsü, elektrolitlerin elektriksel olarak nötr kalmasını sağlar.
- D) Sıcaklık artışı, pil gerilimini azaltır.
- E) Yükseltgenme gerilimi küçük olan yarı pil, katottur.

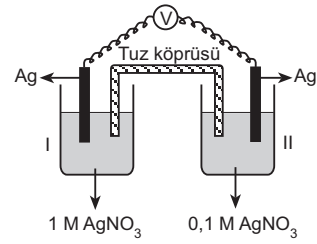
10. Pt elektrotlarla NaNO_3 ve MgBr_2 tuzlarının sulu çözeltisi elektroliz edilmektedir.

Bu olayda, anotta ve katotta başlangıçta oluşan ürünler aşağıdakilerden hangisidir?

(İndirgenme gerilimleri : $\text{NO}_3^- > \text{O}_2 > \text{Br}_2 > \text{H}^+ > \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^+$ dir.)

	Anot ürünü	Katot ürünü
A)	NO_2	Na
B)	O_2	Mg
C)	Br_2	H_2
D)	Na	O_2
E)	H_2	Br_2

11.



Şekildeki pil sistemi ile ilgili, aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?

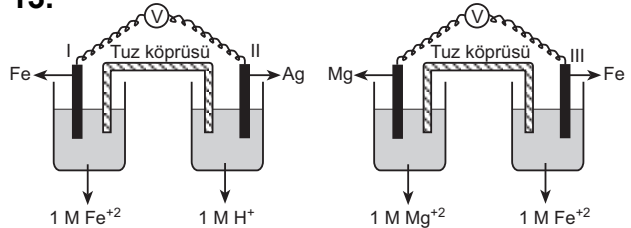
- A) Pil sistemi çalışırken dış devrede elektronlar, I. elektrottan, II. elektrota doğru akar.
- B) Zamanla I. elektrotun kütlesi artar.
- C) II. bölmeye su eklenirse, pil gerilimi azalır.
- D) Tuz köprüsünde pozitif (+) iyonlar II. bölmeye akar.
- E) I. bölmede AgNO_3 tuzu çözülürse, pil gerilimi azalır.

12. Seri bağlı kaplarda erimiş AlCl_3 ve CaCl_2 tuzları elektroliz edilmektedir.

45 gram Al oluştuğu anda kaç gram Ca oluşur?
(Al = 27, Ca = 40)

- A) 10 B) 20 C) 50 D) 60 E) 100

13.



Şekildeki pil sistemleri çalışırken I, II ve III numaralı elektrotların kütlelerindeki değişme ile ilgili, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

(İndirgenme gerilimleri : $\text{Ag}^+ > \text{H}^+ > \text{Fe}^{+2} > \text{Mg}^{+2}$ dir.)

	I. elektrot	II. elektrot	III. elektrot
A)	Azalır	Artar	Azalır
B)	Artar	Değişmez	Artar
C)	Artar	Artar	Azalır
D)	Azalır	Değişmez	Artar
E)	Azalır	Değişmez	Azalır

1.B

2.A

3.E

4.A

5.E

6.C

7.C

8.D

9.B

10.C

11.B

12.E

13.D

SİNİR SİSTEMİ VE DUYU ORGANLARI (Sinir hücreleri, Sinirsel İletim)

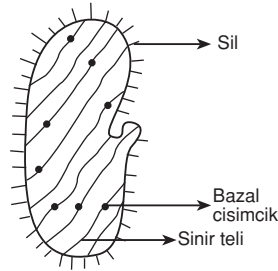
Gelişmiş hayvansal organizmalarda bütün sistemlerin bir-biriyle uyumlu ve işbirliği içinde çalışması (koordinasyon) sinir sistemi ve endokrin sistem tarafından gerçekleştirilir. Bu nedenle bu sistemler **denetleyici ve düzenleyici** sistemdir ve canlıda homeostazinin (kararlı iç dengenin) sağlanmasında etkilidir.

Sinirsel düzenleme, yalnız hayvanlarda görülür. Sinir sistemi, duyu organları (reseptör organlar) yardımıyla çevreden gelen uyarıların canlı tarafından algılanmasını, değerlendirilmesini ve gerekli bilgilerin yanıt oluşturacak organlara (efektör organlara) iletilmesini sağlar.

Hayvansal organizmalarda sinirsel yapı, birhücrelilerden memelilere doğru gittikçe büyük bir gelişme gösterir.

Birhücrelilerde Sinirsel Düzenleme

Birhücrelilerde özelleşmiş sinir hücresi (nöron) ve sinir sistemi yoktur. Hücrelerin yüzeyinde, uyarıları alan protein yapıda almaçlar (reseptör moleküller) ve sitoplazmada mesaj taşıyıcı özel moleküller bulunur. Örneğin amipte besine yaklaşma, kimyasal maddeden uzaklaşma gibi tepkiler gözlenir. Paramesyumda bulunan ve hareketi sağlayan siller, sitoplazmadaki sinir telcikleri ile birbirine bağlantılıdır. Bu sinir telcikleri (**nöromotor**), sillerin düzenli bir şekilde hareketini sağlar (Şekil 1).



Şekil 1: Paramesyumda sinir telcikleri

Omurgasız Hayvanlarda Sinir Sistemi

Basit yapıli omurgasız hayvanlardan süngerlerde, dıştan gelen uyarıları iletebilecek özelleşmiş sinir hücreleri yoktur. Bir sünger hücresi, uyarının etkisini bitişik olduğu hücreye kimyasal olarak iletebilmektedir.

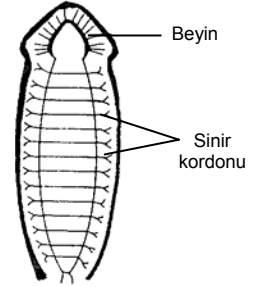
Özelleşmiş sinir hücrelerine (nöron) ilk kez sölenterelerde (hidra, medüz, mercan vb.) rastlanır. Nöronlar birbirleriyle bağlanarak bütün vücutta bir sinir ağı oluştururlar. Nöronlar bir merkez (beyin) halinde organize olmamışlardır. Bir bölgede oluşan impulslar azalarak vücudun her tarafına yayılır ve tüm vücudun tepki vermesine neden olur.

Uyarının vücuda dağılımı yavaştır. Bu sinir sistemine **ağ sinir sistemi (diffüz sinir sistemi)** denir (Şekil 2).



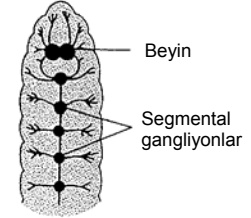
Şekil 2: Hidra

Solucanlardan itibaren sinir sisteminde merkezileşme başlar. Yassı solucanlardan planaryada, vücudun ön ucuna yakın bir çift gangliyon (beyin) bulunur. Baş gangliyonlarından çıkan birkaç kısa uzantı öne doğru, bir çift uzun uzantı (sinir kordonu) arkaya doğru uzanır. Sinir kordonları enine bağlarla birbirine bağlıdır (Şekil 3).



Şekil 3: Planarya

Halkalı solucanlarda ayrıca vücut gangliyonları gelişmiştir (Şekil 4). Bu tip sinir sistemine, **ip merdiven sinir sistemi** denir. Baştaki büyük gangliyon, merkezi sinir sistemini; halkalardaki gangliyonlardan çıkan sinirler ise çevresel sinir sistemini oluşturur.



Şekil 4: Halkalı solucan

Eklembacaklılarda da ip merdiven sinir sistemi vardır.

ÖRNEK 1

Aşağıda verilen,

- I. halkalı solucan
- II. hidra
- III. arı

gibi hayvansal organizmalardan hangilerinde öğrenme ve öğrenileni uygulama davranışı gözlemlenebilir?

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

ÇÖZÜM

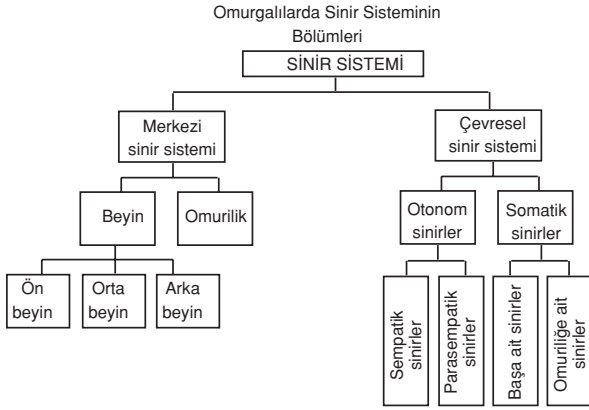
Öğrenme ve öğrenileni uygulama davranışı ile sinir sisteminde merkezileşme (beyin oluşumu) arasında yakın ilişki vardır. Verilen canlılardan halkalı solucan ve arıda baş gangliyonu ile sinir kordonu bulunur (ip merdiven sinir sistemi). Bu canlılarda öğrenme davranışı gözlemlenebilir. Hidrada ise nöronlar bir merkez halinde organize olmamışlardır.

Yanıt: E

Omurgalı Hayvanlarda Sinir Sistemi

Omurgalı hayvanlarda sinir sistemi embriyonun ektoderm tabakasından oluşur. Beyin, sinir kordonunun baş kısmında (ucunda) üç ayrı bölge halinde (ön beyin, orta beyin, arka beyin) yer alır. Beyin ve omurilik, merkezi sinir sistemini oluşturur ve balıklardan memelilere doğru gelişme gösterir.

Balıklarda beyin yarımkürelere belirgin olarak ayrılmamıştır. Kurbağadan itibaren beyin, iki yarımküre şeklindedir ve memelilere doğru gittikçe büyür. Memelilerin beyin kıvrımları, diğer omurgalılarından fazladır. Ön beyindeki koku alma lopu, balıklardan memelilere doğru gidildikçe küçülür. Arka beyinde bulunan beyincığın büyüklüğü ise, canlılık kas etkinliğiyle ilişkilidir. Beyincik, sürüngenlerde küçük olmasına karşılık diğer omurgalılarıda büyüktür.



Sinir Hücresi (Nöron)

Sinir sisteminin yapısını oluşturan sinir dokuda, uyarıları; alma, değerlendirme, kas veya bezlere iletme özelliğindeki **sinir hücreleri (nöron)** ile sinir hücrelerini destekleyen, besleyen ve koruyucu kılıflarını oluşturan **glia hücreleri** bulunur.

Ergin bireyde nöronlar, bir hücre gövdesi ile bu gövdeden çıkan uzantılardan oluşur.

Hücre gövdesi; çekirdek ve sitoplazmadan oluşur. Sitoplazmada; mitokondri, golgi cisimi, nissl tanecikleri bulunur. Nissl tanecikleri, çok miktarda ribozom taşıyan endoplazmik retikulumdur.

Nissl taneciklerinin sayısı sinirler çok çalıştığında azalır; dinlenirken çoğalır. Sitoplazmada ayrıca ince sinir telcikleri (nörofibril) bulunur.

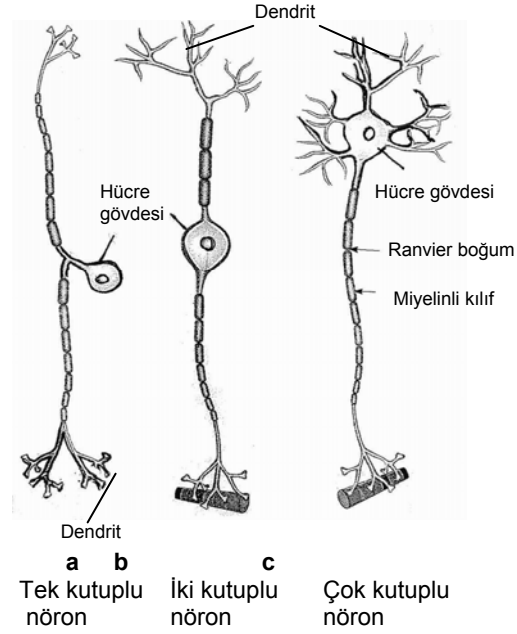
Nöron uzantıları: Nöronun kısa, dallanmış ve ince yapıda olan uzantılarına **dendrit**, uzun ve daha kalın yapıda olan uzantısına ise **akson** denir.

Dendritler, uyarıları ya başka bir nöronun aksonundan ya da doğrudan reseptörlerden alıp hücre gövdesine iletirler.

Aksonlar uyarıları hücre gövdesinden alarak diğer hücrelere taşır. Akson uzunluğu nöronun fonksiyonuna göre birkaç mikrometre olabildiği gibi bir metre ya da daha uzun olabilir.

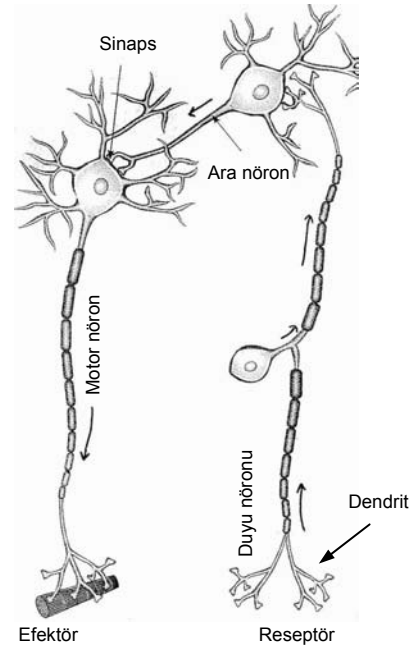
Her aksonun dışı, Schwann hücreleriyle sarıdır. Bazı nöronlarda Schwann hücrelerinin oluşturduğu ve yalıtım görevi yapan **miyelin kılıf** bulunur. Miyelin kılıfın akson üzerinde kesintiye uğradığı bölgelere **Ranvier boğumu** denir. Miyelin kılıf ve Ranvier boğumları, uyarıların hızlı iletilmesini sağlar. Uyarıların iletim hızı miyelinli sinirlerde 120 m/s, miyelinli sinirlerde 12 m/s dir. Beyin ve omurilik sinirleri ile iskelet kaslarına ve deriye giden sinirler miyelinlidir. İç organlara giden sinirler miyelinlidir.

İnsanda nöronların sayısı, anne karnında 4. aya kadar artış gösterir. Küre şeklindeki bu ilk nöronların uzantıları yoktur. Uzantılar oluşmaya başladığında (4.ayda) sentrozomlar kaybolur. Bu nedenle farklılaşmasını tamamlamış nöronlar bölünemez, ölen nöronlar yenilenemez. Aksonun beslenmesi ve normal yapısının korunması, hücre gövdesi ile bağlantısının sürmesi ile mümkündür.



Şekil 5: Uzantılarına göre nöron çeşitleri

Nöronlar, gövdeden çıkan uzantıların sayısı ve şekline göre; tek kutuplu (gövdeden tek uzantı çıkar) (Şekil 5a), iki kutuplu (gövdeden karşılıklı iki uzantı çıkar) (Şekil 5b), çok kutuplu (gövdeden ikiden fazla uzantı çıkar) (Şekil 5c) olmak üzere üçe ayrılır.



Şekil 6: Görevlerine göre nöron çeşitleri

Nöronlar görev ve işleyişe göre de üçe ayrılırlar:

- 1. Duyu nöronları;** duyu reseptörlerinden aldığı uyarıları merkezi sinir sistemine taşırlar.
- 2. Ara nöronlar;** merkezi sinir sisteminde bulunurlar ve gelen uyarıları değerlendirirler.
- 3. Motor nöronlar;** merkezi sinir sisteminden (beyin, omurilik) aldığı uyarıları kas ve salgı bezi gibi efektör organlara taşırlar (Şekil 6).

ÖRNEK 2**Sinir hücreleri işlevleri bakımından,**

- I. duyu
- II. ara
- III. motor

olmak üzere üç çeşittir.

Bunlardan hangileri, merkezi sinir sistemine taşınan bir uyarıya yanıt verilmesinde görev alır?

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

ÇÖZÜM

Duyu nöronları, duyu reseptörlerinden aldıkları uyarıtı merkezi sinir sistemine taşırlar. Merkezi sinir sisteminde bulunan ara nöronlar uyarıtıyı değerlendirir ve yanıtı motor nörona iletir. Motor nöronlar da, ara nöronlardan aldığı komutu (uyarıtıyı) efektör organa taşır. Bu durumda bir uyarıtıya yanıt verme işleminde ara ve motor nöronlar görevlidir.

Yanıt: E

İmpuls Oluşumu ve İletimi

Canlının iç ve dış çevresindeki değişmelere **uyarı (uyaran)** denir. Örneğin, ışık, ses, sıcaklık vb. Uyarıların canlıda oluşturduğu etkiye **uyarıtı** denir. Uyarıtının nöronlarda oluşturduğu elektriksel ve kimyasal değişiklikler ise **impuls** adını alır.

İmpulsların duyu almaçlarından tepki organına kadar izlediği yol şöyledir:

Uyaran → Duyu almaç → İmpuls → Duyu nöronu → Merkezi sinir sistemi → Motor nöron → Tepki organı

Uyarılan bir nöronda, oluşan impulsun iletim yönü şöyledir: **Dendrit → Hücre gövdesi → Akson**

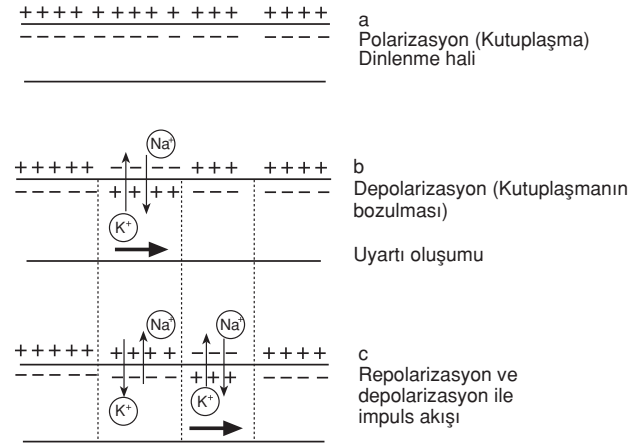
Sinir hücrelerini uyarabilen en az uyarı şiddetine **eşik değer (eşik şiddeti)** denir. Uyarı şiddeti, eşik değerinin altındaysa nöronda impuls (uyarıtı) oluşmaz. Uyarı şiddeti eşik değerinde veya üzerindeyse impulsun hızı veya özelliği değişmez. Buna **ya hep ya hiç yasası** denir.

Bir impuls, sinir hücrelerinde aynı hız ve şiddetle iletilir. Çünkü uyarıtının iletilmesi için gerekli enerji uyarıdan sağlanmaz, nöronun kendisinden sağlanır.

Uyarıtının sıklığı (frekansı), uygulanma süresi ve şiddeti artarsa; sinir hücrelerinde iletilen impuls sayısı artar, fakat impulsun hızı değişmez. İmpuls sayısının çok olması, tepkinin şiddetli olmasına yol açar.

Nöronların sayısı, dizilişi, nöronlar arasındaki bağlantılar da tepkinin derecesini belirler.

Dinlenme durumundaki bir sinir hücresinde, zarın dış kısmı (+), iç kısmı (-) yüklüdür. Na^+ iyonları içten dışa, K^+ iyonları ise dıştan içe doğru aktif taşıma ile yer değiştirir (Sodyum-potasyum pompası). Nöron zarının bu iyonlara karşı geçirgenliği farklı olduğu için dışarı pompalanan Na^+ iyonları, içeri pompalanan K^+ iyonlarından fazladır. (-) yüklü iyonların miktarı ise zarın dışında az, içinde fazladır. Bu durum, nöronun dışının (+), içinin (-) yüklü olmasına neden olur. Buna **polarizasyon** (kutuplaşma) denir (Şekil 7a).



Şekil 7: Aksonda impuls (uyarıtı) akışı

Kutuplaşma, hücrenin içi ve dışında potansiyel fark oluşturduğu için, sinir hücresinin kolayca uyarılmasını sağlar.

Sinir hücresi uyarılınca, uyarılan bölgede zarın geçirgenliğinde değişme olur. Na^+ ve K^+ iyonlarının geçişi ters yönde olur. Difüzyonla Na^+ iyonları içeri, K^+ iyonları dışarı geçer. Bu geçiş için enerji harcanmaz. Bu nedenle **uyarıtının geçtiği yerlerde dış kısım (-), iç kısım (+) hale gelir.** Kutuplaşmanın bozulmasına **depolarizasyon** denir (Şekil 7b). Zar potansiyelinin eski haline dönmesi, iyon hareketlerinin enerji (ATP) kullanılarak tersine dönmesiyle sağlanır. İyonlar aktif taşınmayla eski yerlerine geçerse, hücre yeniden dinlenme durumuna geçer. Kutuplaşmanın yeniden oluşmasına **repolarizasyon** denir (Şekil 7c). Böylece uyarılan bölge, yeni bir impulsun geçmesine hazır hale gelir.

Akson üzerinde impulsun olduğu bölge (depolarize olan bölge), bitişiğindeki bölgeyi etkileyerek burada kutuplaşmayı bozar. İmpuls akışı bu şekilde sağlanır. Uyarılan bölge eski durumuna dönmeden tekrar uyarılırsa, nöron yeni uyarıtıya yanıt veremez.

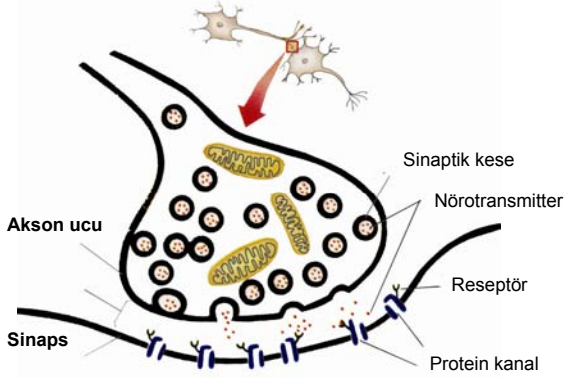
Uyarıtı akışı sırasında; glikoz, O_2 ve ATP harcanır, CO_2 oluşur, sıcaklık artar.

Uyarıtının çeşidi ne olursa olsun, sinir telinde (nöronda) yanıt aynı olur (impuls oluşumu).

Uyarıtının Bir Nörondan Diğerine Geçiş

Bir nöronun aksonu ile diğer nöronun dendritinin karşılaştığı küçük aralıklara **sinaps** denir. Sinapslarda akson ve dendrit, birbirine değmez. **Bu bölgelerde uyarıtı iletimi, bazı kimyasal maddelerle sağlanır.** Bu maddeler akson

ucundaki sinaptik yumrulara sentezlenir. Uyarı akson ucuna ulaştığında, sinaptik keselerden impuls iletilir (**nörotransmitter**) maddeler salgılanır (Ekzositoz). Bunların en önemlileri; asetilkolin, noradrenalin, dopamin, histamin ve serotonindir. Sinapsa yayılan nörotransmitterler, diğer nöronun dendritlerinde uyarı oluşturur (Şekil 8).



Şekil 8: Sinapslarda uyarı iletimi

Dendritlere iletilen uyarının özelliği değişmez. İmpuls sinapsa geldiğinde seçici dirençle karşılaşır. İmpulsu; sadece ilgili nörona ileten sinapslara **kolaylaştırıcı sinaps**, ilgili olmayan nöronlara iletilmesini engelleyen sinapslara **durdurucu sinaps** denir. **İmpulsun seçilerek iletilmesi, sadece ilgili kas veya bezlerin uyarılmasını sağlar.** Böylece vücudun diğer kısımları, gereksiz yere uyarılmaz.

Sinapslar merkezi sinir sisteminin sigortasıdır. Uzun ve yorucu çalışmalarda, uyarıların sinapslardan geçişi engellenerek merkezi sinir sisteminin yıkımı önlenir. Kafein, tanen gibi maddeler sinapslardaki uyarılma eşiğini düşürerek daha çok uyarı alınmasına yol açar. Sinapslara impuls iletimi durduğunda, sinapsa yayılan nörotransmitterler, hızla etkisiz hale getirilir.

ÖRNEK 3

Bir sinir hücresine ilk uyarıdan hemen sonra, hücre dinlenme potansiyeline geçmeden ikinci bir uyarı verilirse, aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşmesi beklenir?

- A) Sinir telinin ikinci uyarıya cevap vermemesi
- B) Uyarının daha hızlı iletilmesi
- C) Sinir telindeki elektriksel değişimin azalması
- D) Sinapslarda kimyasal madde salgılanmasının artması
- E) Nöronun repolarize olması

ÇÖZÜM

Sinir hücresi uyarılınca, uyarılan bölgede zarın geçirgenliği değişir ve Na^+ iyonları hücre sitoplazmasına geçiş yaparken K^+ iyonları hücre dışına çıkar. Sinir hücresinde kutuplaşma bozulur. Uyarılan bu bölgenin yeni bir uyarı alabilmesi için kutuplaşmanın yeniden oluşması, aktif taşımayla Na^+ iyonlarının hücre dışına atılırken, K^+ iyonlarının da tekrar sitoplazmaya alınması gerekir. Bu durumda, dinlenme potansiyeline geçmeden ikinci uyarı alan sinir hücresi, bu uyarıya yanıt veremez.

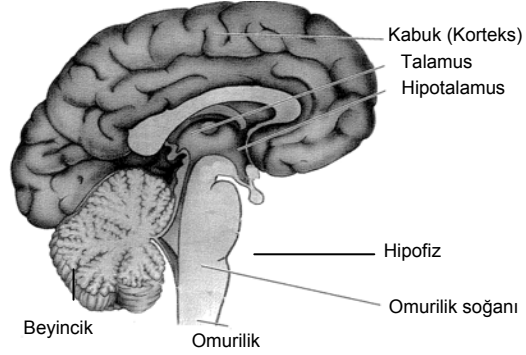
Yanıt: A

İNSANDA SINIR SİSTEMİ

İnsanın sinir sistemi, diğer omurgalılar gibi merkezi sinir sistemi ve çevresel sinir sisteminden oluşur.

MERKEZİ SINIR SİSTEMİ

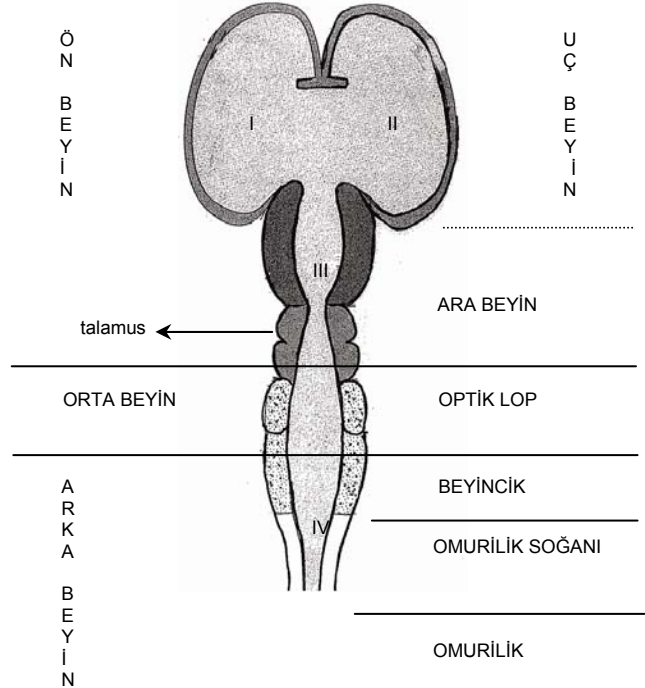
Merkezi sinir sistemi, beyin ve omurilikten oluşur (Şekil 9).



Şekil 9: İnsan beyinin başlıca kısımları

A. BEYİN

Beyin; ön, orta ve arka beyin olmak üzere üç temel bölümde incelenir (Şekil 10).



Şekil 10: Merkezi sinir sisteminin kısımları

1. Ön beyin: Uç beyin ve ara beyinden oluşur. İki yarımküreden oluşan ön beyinden enine kesit alındığında dışta boz madde, içte ak maddenin bulunduğu gözlenir. Boz madde nöron gövdelerinden, ak madde nöron aksonlarından oluşur.

a. Uç beyin: Boz maddeden oluşan bu kısım, beyin kabuğu (korteks) bölgesidir. **Beyin kabuğunda; duyu, hareket, anlama, yazma, hatırlama gibi merkezler bulunur.** Beyin; zeka, hareket ve duyu alımı olaylarını yönetir. Sağ yarımküre, vücudun solunu; sol yarımküre, vücudun sağını yönetir.

b. Ara beyin: Ara beyin yan duvarları **talamus**, tabanı **hipotalamus** diye adlandırılır. **Talamus; koku duyusu dışındaki bütün duyuaların toplanma ve dağılma merkezidir.** Duyular; beyin kabuğuna iletilmeden önce talamusta sınıflandırılır, sonra ön beyindeki ilgili duyu merkezine gönderilir. **Uyku halinde talamus ve beyin kabuğu işlev yapmaz. Hipotalamus; iç organların ve dokuların kontrol merkezidir.** Alt kısmında, hipofiz bezi bulunur. Bu bezin çalışmasını hipotalamus düzenler. Ayrıca hipotalamus; vücut ısısını, uykuyu, iştahı, heyecanı, korkuyu, yağ ve karbonhidrat metabolizmasını, su dengesini, kan basıncını, eşeyssel yönelme ve olgunlaşmayı, endokrin sistemin çalışmasını düzenler.

2. Orta beyin: Beyincik, omurilik soğanı ve omurilik arasında bağlantı kuran sinirlerin geçit yeridir. Ayrıca; gözbebeğinin ışıkta küçülmesi, karanlıkta büyümesi ile köpeğin ses duyunca kulaklarını dikmesi gibi refleksleri denetler. Kas tonusu ve vücudun duruşunu düzenleyen merkezler de orta beyindedir.

3. Arka beyin: Beyincik ve omurilik soğanı olmak üzere iki bölümde incelenir.

a. Beyincik: Ön beyin gibi iki yarımküreden oluşur. Dış kısmında boz, iç kısmında akmadde bulunur. Görme ve işitme merkezlerinden gelen impulslarla karmaşık kas hareketlerinin düzenli olmasını ve dengeyi sağlar.

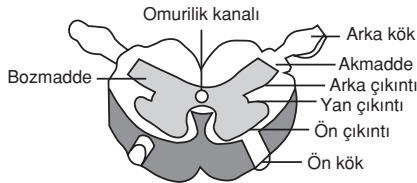
b. Omurilik soğanı: Yapısı omuriliğe benzer. Omurilik soğanı ve omurilikte; beyin ve beyinciğin tersine akmadde dışta, bozmadde içtedir.

Omurilik soğanında; solunum, sindirim, dolaşım, salgılama gibi yaşamsal olayların merkezleri vardır. Bu nedenle omurilik soğanına **hayat düğümü** denir. Yutma, çiğneme, solunum, öksürme, hapsirme, kusma refleksleri ile karaciğerde şeker düzenlenmesi, kalp atışı merkezleri buradadır.

Beyinden çıkan motor sinirler, omurilik soğanından çapraz yaparak geçerler.

B. OMURİLİK

Omurilik; omurganın içinde, boyun, sırt ve bir kısım bel omurları boyunca uzanır. Enine kesitinde iç kısmındaki bozmadde, kanatları açık bir kelebek görünümündedir (Şekil 11).



Şekil 11: Omuriliğin enine kesiti

Bozmadddenin arka çıkıntıları duyu sinirleriyle, ön çıkıntıları motor sinirlerle, yan çıkıntıları otonom sinirlerle bağlantılıdır. Duyu sinirleri beyne gitmeden önce omurilikte çapraz yapar. Örneğin, vücudun sol tarafından impuls taşıyan duyu siniri, beyin sol yarımküresine gider.

Omuriliğin temel görevleri:

I. Vücuttan alınan uyarıları beyne iletir.

II. Beyinden verilen emirleri ilgili organlara iletir.

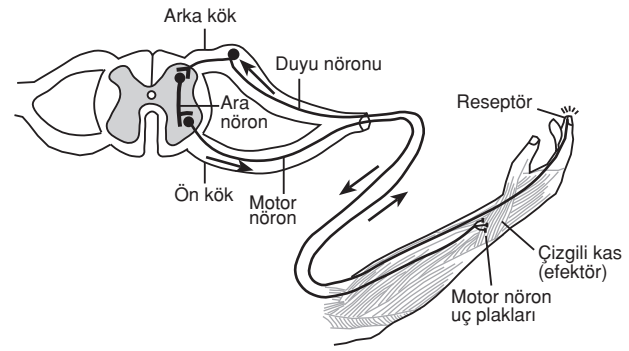
III. Refleks merkezi olarak çalışır. Alışkanlık hareketlerini düzenler.

Yüzme, dans etme, bisiklet kullanma gibi davranışlar, öğrenilirken beyin tarafından, alışkanlık haline getirildikten sonra, omurilik tarafından düzenlenir.

REFLEKSLER

Uyarılara karşı canlının ilk ve en kısa yoldan verdiği tepkilere refleks (ani tepki) denir. Reflekslerin merkezleri beyinde ve omuriliktedir. Refleksler vücudun savunma mekanizmasıdır.

Bir refleksde genellikle üç çeşit nöron görev yapar. Refleksi düzenleyen duyu nöronu, ara nöron, motor nöron üçlüsüne **refleks yayı** denir. Sıcak bir cisme değen parmağın geri çekilmesi refleksi, omurilik tarafından kontrol edilir. Bu refleksde, parmağımızda sıcaklık etkisiyle oluşan uyarılar, duyu nöronuyla omuriliğe gelir. Omurilikteki ara nöron, değerlendirmeyi yapar. Ara nöronun ilettiği uyarılar, motor nöronla kaslara taşınır. Kaslarımızın hareketiyle kolumuzu çekme tepkisi oluşur (Şekil 12).



Şekil 12: Bir refleks yayı

Kalıtısal refleksler: Doğuştan gelen reflekslerdir. Örnek: Emme refleksi, gözkapığı refleksi, gözbebeğinin küçülmesi, dizkapığı refleksi, öksürme, aksırma, solunum sisteminin ve salgı bezlerinin çalışması gibi.

Koşullu refleksler: Bir uyarının tekrarlanmasıyla (özel bir eğitimle) kazanılan reflekslerdir. **Beyin kabuğu çıkarılan hayvanlar, kazandıkları koşullu refleksleri kaybeder.** Örnek: Bir köpeğe, zil sesinden sonra besin verme olayı yeterince tekrarlandıktan sonra, her zil çaldığında besin verilmesene bile köpeğin midesinin salgı çıkarması.

ÇEVRESEL SINİR SİSTEMİ

Beyin ve omuriliğin dışındaki, uyarıları alıp beyin ve omuriliğe taşıyan; oluşturulan tepkiyi organ, bez veya dokulara götüren sinirlere "**çevresel sinir sistemi**" denir. Beyinden çıkan 12 çift, omurilikten çıkan 31 çift çevresel sinir vardır. Çevresel sinirler; işlevleri bakımından, somatik ve otonom sinirler olarak ikiye ayrılır.

a. Somatik sinirler: Beynin denetlediği istemli davranışları düzenler (Koşma, bilgisayar kullanma, yazı yazma, resim yapma, şarkı söyleme gibi). Duyu ve motor nöronlardan oluşur.

b. Otonom sinirler: İsteğimiz dışında çalışan iç organların çalışmasını düzenler. Omurilik, omurilik soğanı ve hipotalamustaki merkezler tarafından kontrol edilir. Miyelinsiz motor nöronlardan oluşur. Sempatik ve parasempatik sinirler olarak ikiye ayrılır. Her iç organa, biri sempatik diğeri parasempatik, bir çift sinir bağlanır. Bunlar aynı organ üzerinde zıt yönde etki eder.

Sempatik sinirlerin uyarılmasıyla,

- Gözbebeği büyür.
- Kalp atışları artar.
- Alveoller genişler.
- Tükürük salgısı azalır.
- Midenin hareketi ve salgısı azalır.
- Bağırsakta peristaltik hareket azalır.
- İdrar kesesi genişler.

Parasempatik sinirler uyarıldığında bunların tersi olur.

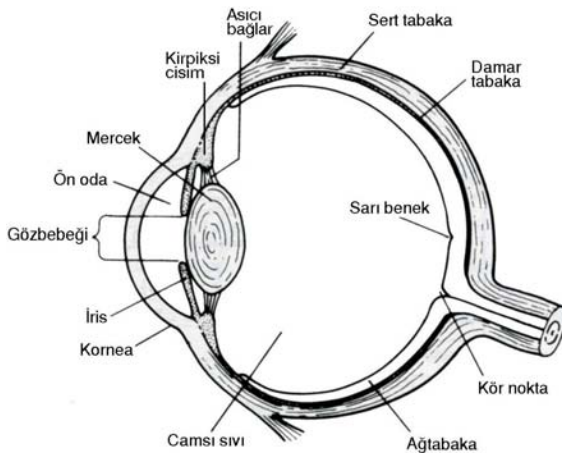
DUYU ORGANLARI

Canlı, çevresinde veya iç yapısında meydana gelen değişiklikleri algılayıp kendini ona göre düzenleyebildiği sürece yaşamını sürdürebilir. Dış ortamdaki tüm değişiklikler serbest sinir uçlarını veya sinirlerin bağlı oldukları duyu almaçlarını (reseptör) uyarır. Meydana gelen uyarılar, impulslar halinde belirli merkezlere iletilerek, orada değerlendirilir ve canlı için en yararlı biçimde, her türün kendine özgü şekilde tepki göstermesi sağlanır.

İnsanda duyu organlarının yapı ve çalışması aşağıda verilmiştir.

GÖZ

Ergin bir insanın gözü, çapı yaklaşık 2,5 cm olan bir küre şeklindedir. Yapısı Şekil 12 de gösterilmiştir.



Şekil 12: Gözün bölümleri

Gözün Bölümleri:

Sert Tabaka: En dışta bulunan koruyucu kısımdır. Fibröz bağ dokudan oluşur. Ön kısmı ışığın girmesi ve toplanması için saydamlaşmıştır. Aynı zamanda çıkıntı da yapmış olan bu kısım **kornea** adını alır. Korneanın dış yüzü tek tabakalı epitel ile kaplıdır.

Damar Tabaka: Sert tabakanın altındadır. Gözün beslenmesini sağlayan damarlar burada bulunur. Aynı zamanda, içerdiği pigmentler göze giren ışığı emerek görüntünün bozulmasını önler.

İris: Damar tabakanın gözün ön bölümünde düzleşmesiyle oluşur. İrisin ortasındaki boşluğa **gözbebeği** (pupilla) denir. İriste bulunan düz kaslar göze gelen ışık miktarına göre kasılıp gevşeyerek gözbebeğini büyütüp küçültürler. İriste bulunan pigmentler de fazla ışığı emip yansımayı önleyerek net görmeyi sağlar.

Göz Merceği (Lens): Gözbebeğinin arkasındadır. İnce kenarlı mercek özelliğindedir. Asıcı bağlarla alttan ve üstten bağlıdır. Bu bağların tutunduğu kırpiksi cisim kasılarak merceğin odağını değiştirir. Bakılan cismin uzaklığına göre merceğin kırıcılığının değiştirilmesine **göz uyumu** denir. Saydam tabaka ile mercek arasındaki bölüme **önoda**, mercek ile iris arasındaki bölüme **arkaoda** adı verilir. Bu bölümler özel sıvılar ile doludur. Mercek ile ağtabaka arasındaki bölümde **camşısı cisim (sıvı)** bulunur. Camşısı cisim; merceğin yerinden oynamamasını, kan damarları içermeyen kornea ve merceğin beslenmesini, oluşturduğu iç basınç ile göz küresinin şeklinin korunmasını sağlar.

Ağtabaka: Retina denilen bu tabakada ışık almaçları (fotoreseptörler) bulunur. İki tip ışık almıcından söz edilebilir. Bunlar, siyah ve beyazı algılayan **çubuk** şeklindeki hücreler ile renkleri algılayan **koni** şeklindeki hücrelerdir. Duyu sinirlerinin hücre gövdeleri de ağtabakada bulunur. Duyu sinirlerinin aksonları gözün arkasında birleşip göz sinirini oluşturur. Göze damar ve sinirlerin girdiği yerde ışık almaçları bulunmadığı için buraya **körnokta** adı verilir. Saydam tabaka ile merceğin orta kısmından geçtiği varsayılan optik eksenin retinayı kestiği yerde ağ tabaka daha incedir. **Sarıbenek** denilen bu kısımda parlak ışık altında renkli görmek için özelleşmiş koni hücreleri daha yoğundur. Bu nedenle burada görme daha nettir.

Göz Kusurları:

Miyopluk: Gözün önden arkaya çapı uzun veya göz merceği normalden şişkindir. Görüntü ağtabakanın önüne düşer. Bu nedenle miyoplar yakını iyi görüp, uzağı iyi görmezler. Kalın kenarlı mercek ile düzeltilir.

Hipermetropluk: Gözün önden arkaya çapı normalden kısa veya göz merceği normalden incedir. Görüntü ağtabakanın arkasına düşer. Bundan dolayı hipermetroplar uzağı net görüp, yakını net görmezler. İnce kenarlı mercek ile düzeltilir.

Astigmatlık: Kornea veya merceğin yüzeyindeki bozulmalar sonucu ortaya çıkar. Göze gelen ışınlar bir noktada toplanamayacağı için görüntü bulanıktır. Silindirik mercek ile düzeltilir.

Presbitlik: Yaşlandıkça, göz merceğinin esnekliğinin kaybolması ile ortaya çıkar. Bu hastalar 40 cm den daha yakını görmezler. İnce kenarlı mercek ile düzeltilir.

Şaşılık: Göz yuvarlağını hareket ettiren kasların boyutlarının normalden farklı olmasıyla ortaya çıkar.

Renk körlüğü: Renkli görmeyi gerçekleştiren üç tip koniden (kırmızı, yeşil, mavi) bir ya da ikisinin kalıtsal olarak bulunmaması sonucu ortaya çıkar. En sık rastlanılanı kırmızı-yeşil renk körlüğüdür.

ÖRNEK 4

Aşağıdaki görme bozukluklarından hangisinin düzeltilme olasılığı yoktur?

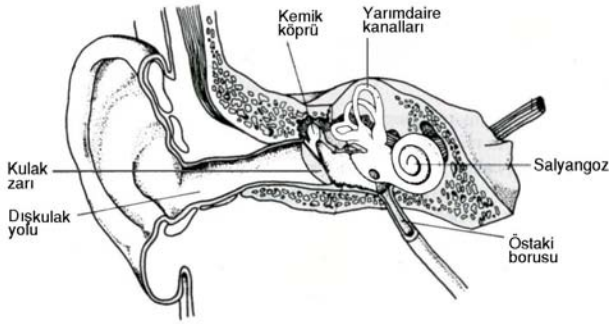
- A) Miyopluk
B) Renk körlüğü
C) Astigmatlık
D) Hipermetropluk
E) Presbitlik

ÇÖZÜM

Miyopluk, kalın kenarlı mercek; hipermetropluk ve presbitlik, ince kenarlı mercek; astigmatlık, silindirik mercek düzeltilir. Renk körlüğü, kalıtsal olarak koni reseptörlerinin sentezlenememesinden oluşur ve tedavisi yoktur.

Yanıt: B

KULAK



Şekil 13: Kulağın bölümleri

Kulağın Bölümleri:

Dışkulak: Kulak kepçesi tarafından toplanan ses kulak yolundan geçer ve kulak zarını titreştirir.

Ortakulak: Kulak zarına bağlı **çekic, örs ve üzengi** kemikleri (kemik köprü) sesin titreşimini yükseltir. Üzengi kemiği sesi **oval pencereye** aktarır. Orta kulakta bulunan **östaki borusu**, orta kulak ile yutağı bağlar ve orta kulak içi basıncını dengeler.

İçkulak: Oval pencerenin titreşmesi ile bu kısımla ilintili olan **salyangoz** ve salyangozun içindeki **endolenf** sıvısı titreşir. Salyangoz üç kanaldan oluşmuştur. Ortadaki kanalda bulunan **korti organı**, titreşen tüylü reseptörler içerir. Endolenfin titreşmesiyle bu hücrelerin titreşen tüyleri de titreşir. Titreşen hücreler uyarılır. Bu uyarı beyne iletilir ve işitme gerçekleşmiş olur.

İç kulakta bulunan içi sıvı dolu **yarım daire kanalları, kesecik ve tulumcuk** adı verilen yapılar da denge duygumunu algılar. Kesecik ve tulumcukun içinde **otolit** denilen kalsiyum karbonat yapısında taşlar ve reseptörler bulunur. Vücudun hareketi ile yer değiştiren otolitler, reseptörleri uyararak vücudun konumunun algılanmasını sağlar.

DİL

Dil, tat alma organıdır. Dilin üzerindeki epitel dokuda tat duygumunu almada özelleşmiş reseptör hücreler bulunur. Bu reseptörler kimyasal uyarılar ile uyarılır. Bir maddenin tadının alınabilmesi için bu maddenin tükürük içinde bir miktar çözünmesi gerekir. Bunun yanında tadın algılanmasında görme, koklama ve sıcaklık da etkilidir.

BURUN

Maddelerin kokuları burun ile algılanır. Burnun içini döşeyen epitel dokuda **koku duygumunu algılayan hücreler** ve mukus salgılayan **goblet hücreleri** bulunur. Koku reseptörleri de kimyasal uyarılar ile uyarılır (kemoreseptör). Bir maddenin kokusunun alınabilmesi için o maddede ait koku moleküllerinin burnun içindeki mukusta çözünmesi gerekir. Koku reseptörleri burun boşluğunun tavanındaki **sarı bölgede** toplanmıştır. Sarı bölgedeki koku reseptörlerinin aksinleri **koku soğanındaki** sinirlerle bağlantılıdır. Koku soğanından çıkan sinirlerin büyük bir bölümü **talamusa uğramadan** beyindeki koku alma merkezine, bir kısmı da hipotalamusa gider. Aynı kokuya ait moleküllere uzun süre maruz kalındığında bu koku hissedilmez olur (**koku reseptörleri yorulur**).

DERİ

Deri, genel anlamda dokunma duygumunu algılayan organdır.

Üstderi (epidermis): Epiderminin en dışında, çok katlı keratinleşmiş yassı epitelden oluşan **korun tabakası** bulunur. Buradaki hücreler, sert ve ölüdür. Korun tabakasının altında, canlı hücrelerden oluşan ve derinin rengini veren melanin pigmentlerini üreten **melanin tabakası** bulunur. **Üstderi kan damarı ve sinir içermez.**

Altderi (dermis): Tamamen canlı hücrelerden oluşur. Kan damarları, sinirler, ter ve yağ bezleri, elastik ve kollajen lifler, kıl kökleri ve çeşitli duyumları algılayan reseptörler bulunur. **Soğuk, sıcak, basınç ve dokunma duyumları reseptör hücrelerle; acı ve ağrı serbest sinir uçları ile algılanır.**

ÖRNEK 5

Duyu organlarıyla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Duyu organlarının merkezi omurilik soğanıdır.
B) Koku alma duygusu evrimsel gelişimle orantılı olarak gelişmiştir.
C) Koku ve tat duygusu kemoreseptörlerce algılanır.
D) İç kulaktaki zar salyangoz denge merkezidir.
E) Koku duygusunun merkezi talamustur.

ÇÖZÜM

Duyu organlarındaki özel reseptörlerce algılanan duyumlar, duyu sinirleriyle beyne iletilir. Duyuların değerlendirildiği merkez beyin kabuğudur. Koku duygusu hariç diğer tüm duyumlar beyin kabuğuna iletilmeden önce talamusta değerlendirilir ve önbeyindeki ilgili merkezlere yönlendirilir. Koku duygusu doğrudan beyin kabuğuna gider. Özellikle ilkel hayvanlarda koku alma duygusu çok gelişmiştir. Canlı evrimleştikçe koku alma duygusu gerilemiştir.

İç kulaktaki zar salyangoz işitmeyle ilgilidir. İşitmeyi sağlayan korti organı burada bulunur. Denge duygusu ise iç kulakta yer alan, tulumcuk, kesecik ve bunlara bağlı olan üç yarım daire kanalı ile sağlanır. Burada oluşan impulslar beyinciğe iletilir. Beyincik denge merkezidir. Burun ve dilde kemoreseptörler bulunur. Bir maddenin kokusunun ya da tadının algılanması için bu maddenin mukus içinde çözünmesi gerekir.

Yanıt: C

ÇÖZÜMLÜ TEST

1. Bir nöronda, alınan uyarının ilgili yere iletilme hızında,

- I. aksonun çapı
- II. ranvier boğum sayısı
- III. dentrit sayısı

gibi özelliklerden hangileri etkilidir?

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

ÇÖZÜM

İmpulsun iletim hızı, sinirden sinire hatta hayvandan hayvana değişir. Kural olarak akson çapı büyük olan sinirlerde iletim daha hızlıdır (çapla direnç ters orantılı olduğu için). Omurgalılarda bazı sinirlerin etrafının miyelin kılıfla çevrili olması iletim hızını büyük ölçüde artırmıştır. Miyelinli aksonlarla impuls bir ranvier boğumundan diğerine atlayarak iletilir. Bu sıçrama impuls hızını artırır ve enerji kullanımını en aza indirir. Kural olarak iletim hızı akson çapının kareköküyle doğru orantılıdır. Dentrit sayısı impuls iletim hızını etkilemez.

Yanıt: D

2. Aşırı alkol alan bir insanda, önce konuşma bozukluğu, sonra düzgün yürüyememe, son olarak da soluk alamama durumu gözlenir.

Bu durumda alkol, merkezi sinir sisteminin;

- I. Omurilik soğanı
- II. Uç beyin
- III. Beyincik

kısımlarını, hangi sırada etkilemiştir?

- A) I – II – III
- B) I – III – II
- C) II – III – I
- D) II – I – III
- E) III – I – II

ÇÖZÜM

İnsanda, konuşma, uç beyin; denge, beyincik; soluk alma refleksi omurilik soğanı tarafından denetlenir.

Yanıt: C

3. Deneysel olarak sempatik sistemi ameliyatla çıkarılan bir farede,

- I. kan basıncında düşme
- II. metabolizmada hızlanma
- III. sindirim sisteminin çalışmasında hızlanma

durumlarından hangileri gerçekleşir?

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

ÇÖZÜM

Otonom sinir sistemi sempatik ve parasempatik sistem olarak ikiye ayrılır. Sempatik sistemin çalışması kalp atış hızını, kan basıncını, kan şekerini yükseltir, metabolizmayı hızlandırır ancak sindirim sisteminin çalışmasını yavaşlatır. Bu durumda sempatik sistemi çıkarılan bir farede, kan basıncı düşer, sindirim sisteminin çalışması hızlanır, metabolizma yavaşlar.

Yanıt: E

4. Aşağıdakilerden hangisi, baykuş gibi gece avlanan kuşlarda görme duyusu ile ilgili bir adaptasyon değildir?

- A) Korneanın büyük olması
- B) Gözbebeğinin büyük olması
- C) Gece boyunca koni reseptör üretiminin artması
- D) Çomak reseptörlerin sayıca fazla olması
- E) Rodopsin sentezinin çok yoğun olması

ÇÖZÜM

Baykuş gibi gece avlanan kuşlarda, karanlıkta iyi görebilmek için, kornea ve gözbebeği büyük, çomak reseptörler çok fazla, rodopsin sentezi yoğundur. Bu tip kuşlarda koniler ya hiç yoktur ya da çok azdır.

Yanıt: C

5. İnsanda, bir maddenin tadı algılanırken;

- I. tat merkezi tarafından tadın değerlendirilmesi
- II. tat tomurcuklarındaki reseptörlerin uyarılması
- III. tadı alınacak maddenin suda çözünmesi
- IV. uyarının, sinir ile tat alma merkezine iletilmesi

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

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

ÇÖZÜM

İnsanda bir maddenin tadının algılanması için, maddenin mukus içinde çözünmesi (III), tat tomurcuklarındaki reseptörlerin uyarılması (II), uyarının, duyu sinirleriyle tat alma merkezine iletilmesi (IV), beyin kabuğundaki tat merkezi tarafından duyunun değerlendirilmesi (I) gerekir.

Yanıt: D

10. İçgüdüler,

- I. Merkezi sinir sistemine bağlı davranışlardır.
- II. Öğrenme ile ortaya çıkmazlar.
- III. Uyarı gelince otomatik olarak gerçekleşirler.

Bu özelliklerden hangileri kalıtsal refleksler için geçerlidir?

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

11. Omurilik soğanında, aşağıdaki olaylardan hangilerini yöneten merkezler bulunmaz?

- A) Solunum sisteminin çalışması
- B) Gözbebeklerinin büyümesi
- C) Yutma, kusma, aksırma
- D) Kan damarlarının büzülmesi
- E) Kalp atım hızının düzenlenmesi

12. İnsanlarda,

- I. kasların tonus durumu
- II. okuduğu bir yazıyı değerlendirme
- III. vücut sıcaklığını düzenleme
- IV. fazla ışıkta gözbebeğinde küçülme

şeklindeki olaylardan hangileri optik lop (orta beyin) tarafından yönetilir?

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

13. I. Yürüebilme

- II. Yiyecek bulma
- III. Soluk alışverişi
- IV. Çevreye karşı duyarlılık

Bir köpeğin ön beyininin kabuk bölgesi (serebral korteksi) çıkarılırsa yukarıdaki olaylardan hangileri gözlenir?

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

14. Göze gelen ışınlar;

- I. gözmerceği
- II. gözbebeği
- III. kornea

gibi yapıların hangilerinden geçerken kırılmaya uğrar?

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

15. İnsanın gözünde damar tabakada kan damarları ve koyu renkli pigmentler bulunur.

Bu pigmentlerin görevi, aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Retina tabakasının beslenmesini sağlamak
- B) Fazla ışığı emerek, iç yansımayı önlemek
- C) Göz merceğinin odak noktasını ayarlayarak görüntüyü netleştirmek
- D) Işığı kırarak, sarı benek üzerine düşmesini sağlamak
- E) Göz küresini korumak

16. Aşağıdaki göz kusurlarından hangisi, kalın kenarlı mercek kullanılarak düzeltilebilir?

- A) Görüntünün dağınık olması
- B) Görüntünün retinanın arkasına düşmesi
- C) Görüntünün retinanın önüne düşmesi
- D) Üç çeşit koni reseptörlerinden bir tanesinin bulunması
- E) Korneanın pürüzlü bir yüzeye sahip olması

17. Kulakla ilgili;

- I. tulumcuk
- II. kohlear kanal
- III. yarım daire kanalları
- IV. oval pencere

yapılarından hangileri işitme reseptörü olan korti organını bulundurur?

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

18. Tat ve koku duyumu ile ilgili olarak;

- I. Taneciklerin sıvı içerisinde çözünmesiyle uyarılırlar.
- II. Aynı beyin bölgesinde değerlendirilirler.
- III. Uyarıları merkeze götüren sinirler omuriliğe uğramaz.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

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