

13. ÜNİTE

KUVVET VE VEKTÖRLER

KONULAR

1. VEKTÖR
2. SKALER BÜYÜKLÜKLER
3. VEKTÖREL BÜYÜKLÜKLER
4. VEKTÖRÜN YÖNÜ
5. VEKTÖRÜN DOĞRULTUSU
6. BİR VEKTÖRÜN NEGATİFİ
7. VEKTÖRLERİN TOPLANMASI
8. UÇ UCA EKLEME (ÇOKGEN) YÖNTEMİ
9. PARALEL KENAR YÖNTEMİ
10. VEKTÖRLERDE ÇIKARMA
11. VEKTÖRLERİN DİK BİLEŞENLERİNE AYRILMASI
12. KUVVET
13. KUVVET BİRİMLERİ
14. BİLEŞKE KUVVET
15. KESİŞEN KUVVETLERİN DENGESİ
16. LAMİ TEOREMİ
17. ÖZET
18. DEĞERLENDİRME SORULARI

13.1 VEKTÖR

Fizik yasalarının ifade edilmesinde pek çok fiziksel büyüklük kullanılır. Bir fiziksel büyüklüğün tam olarak tanınabilmesi için o büyüklüğün ölçülmesi gerekir. Dolayısıyla bir büyüklük ölçülebildiği ve sayılarla ifade edilebildiği oranda anlaşılır hale getirilebilir. Fizikte büyüklükler temel ve türetilmiş büyüklükler olarak ikiye ayrılır. Kütle, uzunluk, zaman gibi büyüklükler temel büyüklükler, hız ve ivme gibi büyüklükler türetilmiş büyüklüklerdir. Fizikteki bazı büyüklükler sayılarla ifade edilebildiği halde, bazılarını sayılarla ifade etmek yeterli değildir. Sayılarla birlikte o büyüklüğünü içine alacak biçimde yön kavramının da kullanılması gerekmektedir. Fizikteki büyüklükleri bu şekilde ayırmak gerekirse skaler ve vektörel büyüklük olarak ayırmak mümkündür. Büyüklük ister skaler olsun ister vektörel olsun her ikisi de ölçülebilen büyüklüklerdir.

13.1.1 Skaler Büyüklükler

Sadece bir sayı ve bir birimle ifade edilebilen büyüklüklerdir.

Yönü yoktur.

Fizikteki temel büyüklükler skaler büyüklüklerdir.

Kütle, uzunluk, zaman, sıcaklık gibi büyüklükler skaler büyüklüklerdir.

Büyüklük	Sayısal Değer	Birim
Sıcaklık	20	Derece
Kütle	70	Kilogram
Hacim	100	Litre

Tablo 13.1: Skaler büyüklükler

13.1.2 Vektörel Büyüklükler

Büyüklüğü, başlangıç noktası, yönü ve doğrultusu ile bilinen büyüklüklere denir.

Fizikteki türetilmiş büyüklüklerdir. Kuvvet, hız ve ivme gibi büyüklükler vektörel büyüklüktür.

Vektörel büyüklükleri sayı ve birim ile ifade etmek yeterli olmaz. Mutlaka yönünün de belirtilmesi gerekir.

Fizikteki bir çok büyüklük vektörel büyüklüklere girer.

Vektörler, yönlendirilmiş doğru parçası ile gösterilir.

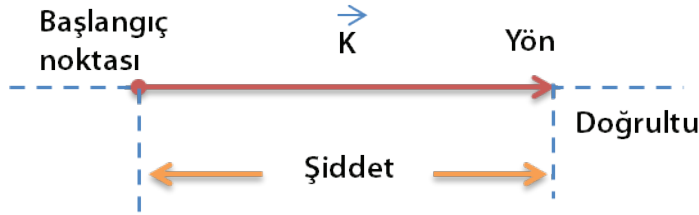
2. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI TEMEL MATEMATİK VE FİZİK

Bir vektörün bilinebilmesi için elemanlarının bilinmesi gerekir. Bu elemanlar; doğrultu, yön, şiddet ve başlangıç noktasıdır.

Büyüklik	Sayısal Değer	Birim	Yön
Hız	30	m/s	Doğu
Ağırlık	700	N(newton)	Aşağı
İtme	15	N.s	Kuzey

Tablo 13.2: Vektörel büyüklükler

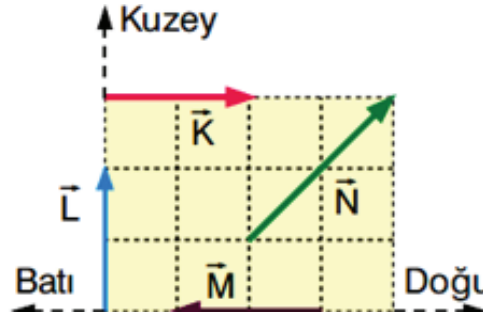
Şekildeki K niceliğinin üzerindeki ok, o niceliğin vektörel bir büyüklük olduğunu gösterir



Şekil 13.1: Vektör

13.1.3 Vektörün Yönü

Doğru parçasının ucuna konulan okun yönündedir. Dolayısıyla okun yönü nereye bakıyorsa vektörün yönü o yöndedir. Şekildeki vektörlerden \vec{K} vektörü doğu yönünde, \vec{M} vektörü batı yönünde, \vec{L} vektörü kuzey yönünde, \vec{N} vektörü ise kuzeydoğu yönündedir.



Şekil 13.2: Vektör

13.1.4 Vektörün Doğrultusu

Vektörel büyüklüğün üzerinde bulunduğu sonsuz uzunluktur. Vektörün yönü biliniyorsa, doğrultusu da biliniyor demektir. Şekilde verilen vektörlerden \vec{K} ile \vec{M} doğu – batı doğrultusundadır. \vec{L} ninki kuzey – güney doğrultusundadır. \vec{N} vektörünün doğrultusu ise kuzeydoğu – güneybatı doğrultusundadır. Buna göre, birbirine paralel olan vektörler çakışık olmasalar da doğrultuları aynıdır. \vec{K} ve \vec{M} vektörleri gibi.

Vektörlerin büyüklüğü

Vektörün uzunluğuna ya da o vektörün birim kareler üzerinde ise büyüklükleri birim kareler cinsinden verilir. Buna göre, \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörlerinin büyüklüğü 2 birim, \vec{N} vektörünün büyüklüğü $2\sqrt{2}$ birimdir.

Vektörün uygulama noktası

Vektörel büyüklüğün başlangıç noktasına denir. Bir başka ifade ile etki noktası olarak da adlandırılabilir. Genel olarak vektörler ya da vektörel büyüklükler yön, doğrultu ve şiddet olarak ifade edilirler. Dolayısı ile her bir vektörün yönü, doğrultusu ve şiddeti vardır.

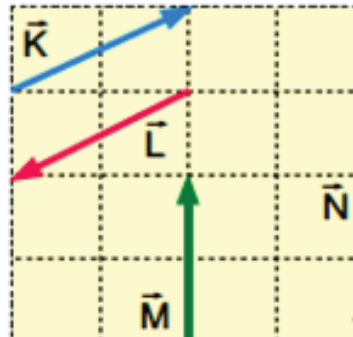
İki vektörün eşitliği

Yönleri aynı, büyüklükleri eşit olan vektörler birbirine eşittir. Vektörlerin eşit vektör olabilmesi için yön, doğrultu ve şiddetlerinin üçünün de aynı olması gerekir.

Şekle göre, $\vec{K} = \vec{L} = \vec{M}$ dir. Çünkü üçünün de yönleri aynıdır. Çünkü üçünün de şiddetleri aynıdır. Çünkü üçünün de doğrultuları aynıdır. Yalnız yönleri eşit olsa ya da, yalnız büyüklükleri eşit olsa bu tip vektörler eşit vektör olamazlar.

13.1.5 Bir Vektörün Negatifi

O vektöre eşit büyüklükte fakat yönü o vektörün tersinde olan vektördür. Bir vektörün negatifi alınırken, vektör ters çevrilir. Elde edilen vektör ilk vektörün zıt işaretli vektördür. Şekle göre, \vec{K} ile \vec{L} ve \vec{M} ile \vec{N} vektörleri birbirinin negatfidir. Dolayısıyla vektörler arasında, $\vec{K} = -\vec{L}$ ve $\vec{M} = -\vec{N}$ ilişkileri vardır.



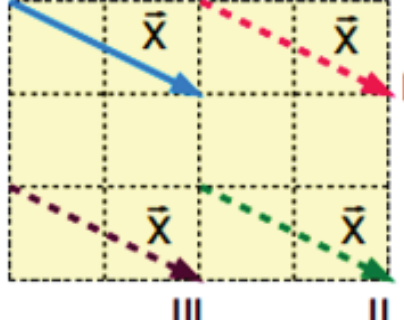
Şekil 13.3: Negatif Vektör

Vektörler; yön, doğrultu ve şiddet değiştirilmeden aynı düzlem üzerinde istenilen noktaya taşınabilir.

2. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI TEMEL MATEMATİK VE FİZİK

Bu olaya paralel kaydırma da denilebilir. Dikkat edilmesi gereken nokta, vektörün özelliklerini (yön, doğrultu ve şiddet) değiştirmemektir. Eğer vektörün yönü değiştirilirse ya da büyüklüğü değiştirilirse, o zaman elde edilen vektör başka bir vektör olur.

Şekilde verilen \vec{X} vektörü, I, II ve III teki konumlara verilen biçimlerde taşınabilir. Bu şekildeki taşımalarda vektörlerle işlem yapmak kolaylaşır.

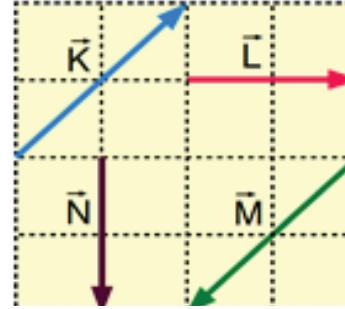


Şekil 13.4: Vektör taşıma

ÖRNEK 1:

Aynı düzlemdeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörleri şekildeki gibi verilmiştir. Buna göre,

- I. \vec{K} ve \vec{M} vektörleri eşit vektörlerdir.
- II. \vec{L} ve \vec{N} vektörlerinin büyüklükleri eşittir.
- III. \vec{L} ve \vec{N} vektörlerinin doğrultuları birbirine diktir.



yargılarından hangileri doğrudur?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

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

ÇÖZÜM:

I. İki vektörün eşit olabilmesi için büyüklüğünün yanısıra, doğrultu ve yönlerinin de eşit olması gerekir. \vec{K} ve \vec{M} vektörlerinin, büyüklükleri ve doğrultuları aynıdır. Yanı paralel iki vektörün doğrultuları aynıdır. Fakat vektörlerin yönleri zıt olduğu için bu iki vektör eşit vektörler olamaz. (I yanlış)

II. Büyüklükte yön ve doğrultunun önemi yoktur. \vec{L} ve \vec{N} vektörlerinin ikisi de 2 birim olduğundan büyüklükleri eşittir. (II doğru)

III. Vektörlerin uzantısı, vektörün doğrultusunu belirtir. \vec{L} ve \vec{N} vektörlerinin uzantıları birbirlerini dik olarak keseceği için doğrultuları da birbirine diktir. (III doğru)

Cevap D

13.1.6 Vektörlerin Toplanması

Vektörlerin bileşkesini bulmak demektir. Vektörler yön, doğrultu ve şiddet değiştirilmeden vektörel biçimde toplanabilir. Bu işlem ile yeni vektörler elde edilir. Vektörlerin toplanması uç uca eklemeye (çokgen) metodu ya da paralelkenar metodu ile gerçekleştirilir. Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} gibi üç vektörün toplanması $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$ şeklinde gösterilir. Toplamada sıranın önemi yoktur. Önemli olan vektörlerin özelliklerini değiştirmeden bu işlemi gerçekleştirebilmektir.

13.1.7 Uç Uca Ekleme (Çokgen) Yöntemi

Vektörlerin uç uca eklenerek yeni bir vektör elde edilmesine uç uca eklemeye yöntemi denir. Bu yöntemle büyüklükleri 3 br. ve 4 br. olan iki vektör ile büyüklüğü 5 br. olan bir vektör elde edilebilir.

Uç uca eklemeye yöntemine göre, vektörlerin doğrultusu, yönü ve şiddeti değiştirilmeden, birinin bitiş noktasına diğerkinin başlangıç noktası çakışacak biçimde uç uca eklenir. Daha sonra, ilk vektörün başlangıç noktasından son vektörün bitiş noktasına bir vektör çizilir.

Çizilen bu vektör, toplam vektörü verir.

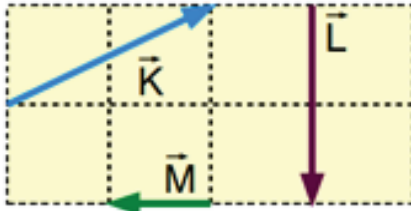
Uç uca eklemeye yönteminde sıranın önemi yoktur.

Vektörler hangi sıra ile uç uca eklenirse eklensin toplam vektör değişmez.

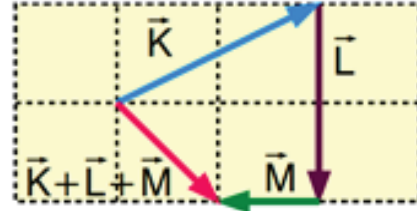
Vektörler uç uca eklendiğinde, ilk vektörün başlangıç noktası ile son vektörün bitiş noktası çakışıyorsa, toplam vektör sıfırdır.

Şekil 13.5(a) de verilen aynı düzlemdeki \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörlerinin uç uca eklenmesi Şekil 13.5(b), Şekil 13.5(c) ve Şekil 13.5(d)te gösterilmiştir. Sıra gözetilmeksizin bir vektörün bitimine diğerk bir vektörün başlangıç noktası çakıştırılarak vektörler uç uca eklenir. Açık uçlar ise birleştirilir. İlk vektörün başlangıcını son vektörün bitimine götüren vektör, toplam yani bileşke vektörü verir.

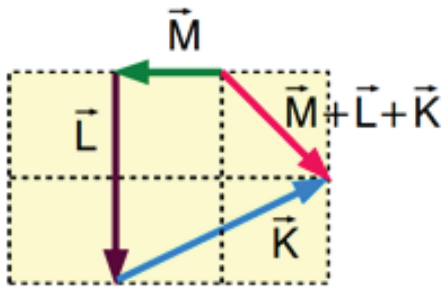
2. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI TEMEL MATEMATİK VE FİZİK



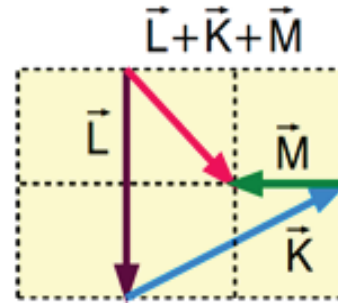
Şekil 13.5(a)



Şekil 13.5(b)

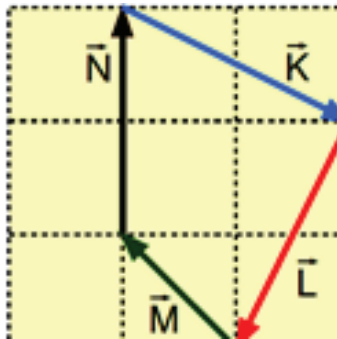


Şekil 13.5(c)

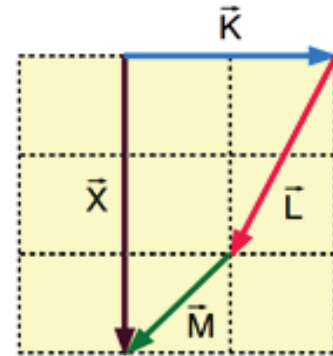


Şekil 13.5(d)

Eğer vektörlerin uç uca eklenmesi şekil (13.6) deki gibi ise toplam vektör sıfırdır. Bu durumda, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N} = 0$ eşitliği yazılır.



Şekil 13.6



Şekil 13.7

Eğer vektörlerin uç uca eklenmesi şekil (13.7) deki gibi ise, toplam vektör $2\vec{X}$ e eşittir. Çünkü;

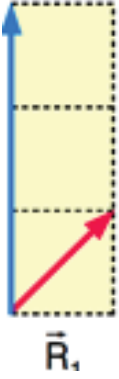
$$\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} = \vec{X} \text{ tir.}$$

Vektörlerin toplamı,

$$\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{X}$$

olacağından, bileşke vektör $2\vec{X}$ e eşit olur.

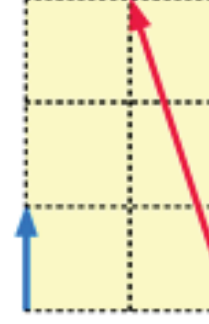
ÖRNEK 2:



\vec{R}_1



\vec{R}_2



\vec{R}_3

Aynı düzlemde verilen şekildeki vektör çiftlerinin bileşkeleri sırasıyla \vec{R}_1 , \vec{R}_2 ve \vec{R}_3 tür.

Buna göre, bu bileşkelerin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

A) $\vec{R}_1 = \vec{R}_2 > \vec{R}_3$

B) $\vec{R}_1 = \vec{R}_3 > \vec{R}_2$

C) $\vec{R}_2 > \vec{R}_1 = \vec{R}_3$

D) $\vec{R}_2 > \vec{R}_3 > \vec{R}_1$

E) $\vec{R}_3 > \vec{R}_2 > \vec{R}_1$

ÇÖZÜM:

İki vektörün bileşkesi uç uca ekleme metodu ile kolayca bulunabilir. Vektör çiftleri uç uca eklenirse \vec{R}_1 in düşeyi 4, yatayı 1 birim olurken, \vec{R}_2 yalnız yatayda 1 birim,

\vec{R}_3 ise düşeyde 4, yatayda 1 birim büyüklüğünde olur. Buna göre, bileşkelerin büyüklükleri arasında $\vec{R}_1 = \vec{R}_3 > \vec{R}_2$ ilişkisi vardır.

Cevap B

13.1.8 Paralel Kenar Yöntemi

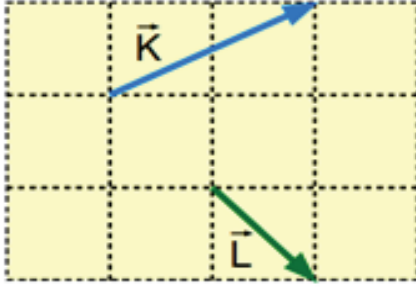
Bu yöntemde vektörler ikiye ikiye ele alınarak bileşkeleri bulunur ve tek bir bileşke vektör buluncaya kadar işleme devam edilir.

Paralel kenar yöntemi üç ya da daha fazla vektör için işlem kolaylığı sağlamaz.

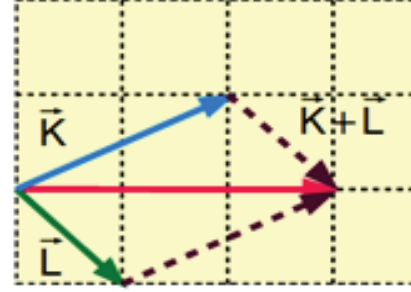
Paralel kenar yönteminde iki vektörün başlangıç noktası aynı yerde olacak biçimde taşınır. Meydana gelen şekil kare, dikdörtgen ya da paralel kenardan birisi

2. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI TEMEL MATEMATİK VE FİZİK

olacak biçimde tamamlanır. Vektörlerin başlangıç noktasından geçen ve köşegen boyunca çizilen vektör toplam vektörü ya da bileşke vektörü verir.

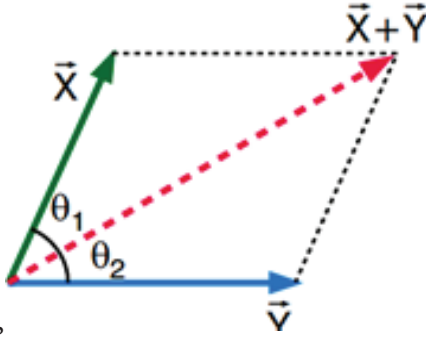


Şekil 13.8(a)

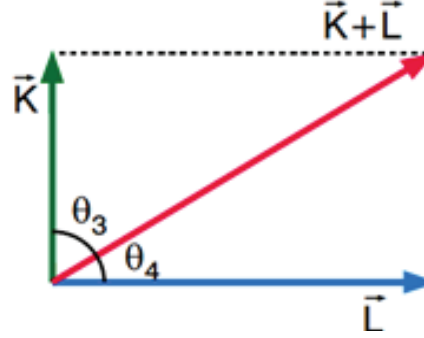


Şekil 13.8(b)

Şekil 13.8(a) da verilen \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin bileşkesi paralel kenar yöntemi ile bulunurken, \vec{K} vektörünün bitiş noktasından \vec{L} ye paralel, \vec{L} vektörünün bitiş noktasından da \vec{K} ye paralel çizgiler çizilir. Böylece elde edilen şekil paralel kenar olur. \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin çakışık olan başlangıç noktasını paralel kenarın karşı köşesine birleştiren vektör, iki vektörün toplamına eşit olan vektördür.



Şekil 13.9(a)



Şekil 13.9(b)

Büyüklikleri eşit olan X ve Y vektörlerinin bileşkesi açı ortay üzerindedir. Dolayısıyla bileşke vektör, vektörler arası açıyı iki eşit parçaya böler. Şekil 13.9(a)

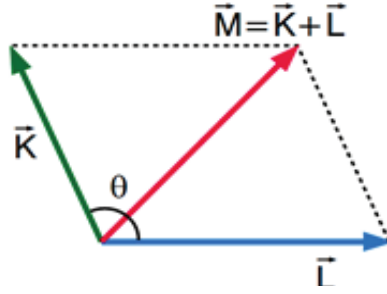
Yani $\theta_1 = \theta_2$ dir.

Vektörlerden birinin büyüklüğü daha fazla ise, bileşke vektör büyük vektöre daha yakındır. Şekle göre, $|\vec{K}| < |\vec{L}|$ dir. Şekil 13.9(b)

Dolayısı ile $\theta_4 < \theta_3$ tür.

Aynı düzlemde bulunan ve aralarında θ açısı kadar açı olan iki vektörün bileşkesinin büyüklüğü cosinus teoremi ile bulunur. Şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin toplamı \vec{M} , vektörler arası açı θ olmak üzere toplam vektör; Şekil 13.9(c)

$M^2 = K^2 + L^2 + 2 KL \cdot \cos\theta$ bağıntısı ile hesaplanır.



Şekil 13.9(c)

ÖRNEK 3:

Aralarındaki açı 60° olan \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin bileşkesinin yani $\vec{K} + \vec{L}$ toplamının büyüklüğü kaç birimdir?

- A)4 B)5 C)6 D)7 E)8

ÇÖZÜM:

Kesişen vektörlerin vektörel toplamı yani bileşkesine \vec{R} denilirse, \vec{R} nin büyüklüğü,

$$R^2 = K^2 + L^2 + 2 \cdot K \cdot L \cdot \cos \alpha$$

$$R^2 = 3^2 + 5^2 + 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \cos 60$$

$\cos 60^\circ = 1/2$ olduğundan,

$$R^2 = 3^2 + 5^2 + 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2}$$

$$R^2 = 3^2 + 5^2 + 15$$

$$R^2 = 49$$

$R = 7$ birim bulunur.

Cevap D

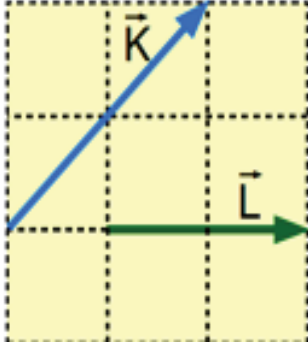
13.1.9 Vektörlerde Çıkarma

Vektörlerin çıkarılması, negatif vektörün diğer vektör ile toplanması demektir. O halde vektörlerde yapılan çıkarma işlemi, toplama işlemine benzer.

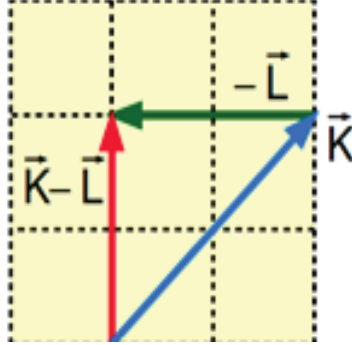
Örneğin aynı düzlemde bulunan \vec{K} ve \vec{L} gibi iki vektör için $\vec{K} - \vec{L}$ işlemi vektörel

çıkarma işlemidir.

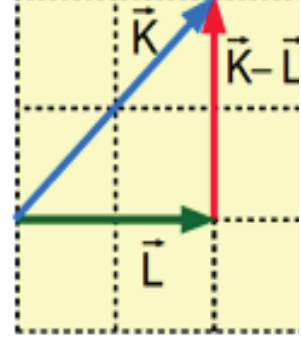
Bu işlem $\vec{K} + (-)\vec{L}$ şeklinde düzenlenirse, bu işlem \vec{K} vektöründen \vec{L} vektörünün çıkarılması demek olup \vec{L} vektörünün ters çevrilerek, \vec{K} vektörünün ucuna eklenmesi ile işlem gerçekleştirilmiş olur.



Şekil 13.10(a)



Şekil 13.10(b)



Şekil 13.10(c)

Vektörlerde çıkarma işlemi iki yol ile yapılabilir. Şekil 13.10(a) de verilen \vec{K} ve \vec{L} vektörleri için $\vec{K} - \vec{L}$ vektörü Şekil 13.10(b) ya da Şekil 13.10(c) teki gibi olur.

1.yol: \vec{K} vektörünün ucuna \vec{L} vektörü ters çevrilerek eklenir. Açık uçlar birleştirilir. Bileşke vektör fark vektörünü verir.

2.yol: \vec{K} ile \vec{L} vektörünün başlangıç noktaları çakıştırılır. Hangi vektör çıkarılıyorsa, (burada \vec{L} vektörü çıkarılmaktadır.) Onun ucundan diğerine bir vektör çizilir.

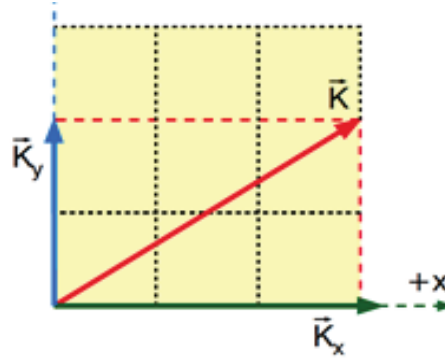
Bu vektör fark vektörü verir. Şekil 13.10(c) te $\vec{K} - \vec{L}$ vektörü \vec{L} den \vec{K} ye çizilen vektördür.

13.1.10 Vektörlerin Dik Bileşenlerine Ayrılması

İstenilen durumlara göre vektörlerin her eksene göre bileşeni alınabilir.

Vektörlerin dik bileşenlerine ayrılması, o vektörü oluşturan xy koordinat eksenindeki vektörlerin ayrı ayrı bulunması demektir.

Vektörlerin dik bileşenleri alınırken, vektörün başlangıç noktası xy koordinat ekseninin başlangıcı alınır. Vektörden hem x, hem de y eksenine dik inilerek, başlangıç noktasından inilen ya da gidilen dikmelere vektörler çizilir. Vektörün x eksenindeki bileşenine **yatay bileşen**, y eksenindeki bileşenine ise **düsey bileşen** denir.



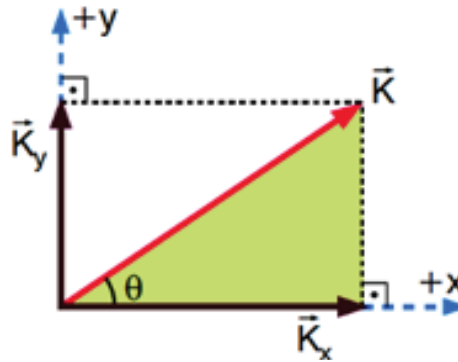
Şekil 13.11

Şekil 13.11 de \vec{K} vektörün x ve y eksenlerine göre bileşenleri \vec{K}_x ve \vec{K}_y verilmiştir. Tersine düşürülürse \vec{K}_x vektörü ile \vec{K}_y vektörünün vektörel toplamı \vec{K} vektörünü verir. Dolayısı ile tüm bileşen bulmada bileşenlerin vektörel toplamı, vektörün kendisini vermek zorundadır.

Vektörlerin bileşenlerinin büyüklüğü birim karelerde verilmiş ise, yatay ve dikey bileşenler birim kareler cinsinden bulunur. Buna göre, şekilde verilen K vektörünün yatay bileşeni \vec{K}_x , 3 birim büyüklüğünde, dikey bileşeni \vec{K}_y ise 2 birim büyüklüğündedir.

Vektörler, ölçekli bölmelerde verilmemiş ise vektörün herhangi bir eksenle yaptığı açının sinüs, cosinüs ya da tanjantı alınarak istenilen değerler elde edilir.

Şekil 13.12 de verilen \vec{K} vektörünün yatay ve dikey bileşenlerinin büyüklüğü,
 $\vec{K}_x = K \cdot \cos\theta$
 $\vec{K}_y = K \cdot \sin\theta$ bağıntısıyla hesaplanır.

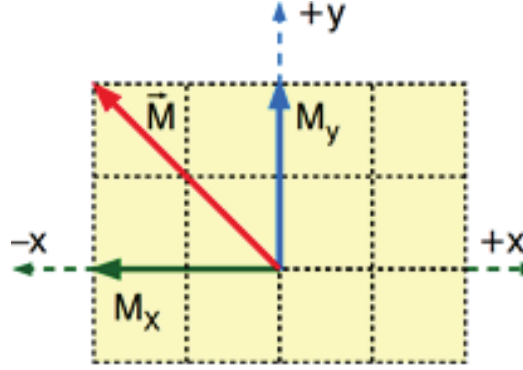


Şekil 13.12

Ayrıca \vec{K} vektörünün yatay x eksenine yaptığı açı biliyorsa, $\tan\theta = \frac{K_y}{K_x}$ bağıntısından bileşenler arasındaki oranda bulunabilir.

2. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI TEMEL MATEMATİK VE FİZİK

Bir vektörün dik bileşenlerine ayrılabilmesi için xy koordinat eksenine göre, vektörün eğik vektör olması gerekir. Ayrıca verilen eğik vektör koordinat eksenindeki dört farklı bölgenin birisinde olabilir. Bu durumda bileşen vektörlerin işaretlerine dikkat etmek gerekir.



Şekil 13.13

Şekil 13.13 de verilen \vec{M}_x vektörünün \vec{M}_y yatay bileşenleri, $-x$ yönündedir. \vec{M} düşey bileşeni ise $+y$ yönündedir.

Vektörlerin dik bileşenleri bulunarak toplamı alınabilir.

Böyle bir durumda dik bileşenlerin işaretlerine dikkat edilir. Koordinat düzleminde y eksenindeki bileşenlerin bileşkesi ile x eksenindeki bileşenlerin bileşkesi ayrı ayrı bulunur. Daha sonra y ve x eksenindeki bileşke vektörlerin paralel kenar yöntemi ile yeniden bileşkesi alınarak toplam vektör bulunmuş olur.

Vektörlerin x eksenindeki bileşenlerinin bileşkesine \vec{R}_x , y eksenindekilere \vec{R}_y denilirse, toplam bileşke vektör, vektörel toplamdan

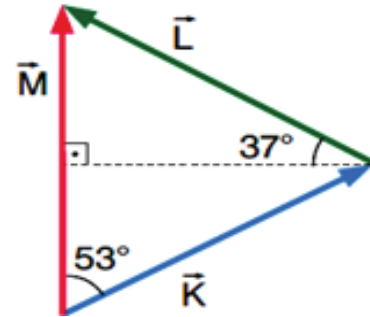
$\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y$ şeklinde olur. Ya da vektörlerin büyüklüklerini kullanarak.

$R^2 = R_x^2 + R_y^2$ bağıntısından bulunur.

ÖRNEK 4:

Aynı düzlemdeki \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörleri şekilde verilmiştir. \vec{L} vektörünün büyüklüğü 15 birim olduğuna göre, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$ vektörünün büyüklüğü kaç birimdir?

($\sin 37^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = 0,8$)



A) 36

B) 32

C) 28

D) 24

E) 18

ÇÖZÜM:

Şekilde verilen vektörlere göre $\vec{K} + \vec{L} = \vec{M}$ dir. Çünkü \vec{K} ile \vec{L} vektörleri uç uca

eklenmiştir. Dolayısı ile bileşkeleri \vec{M} vektörüne

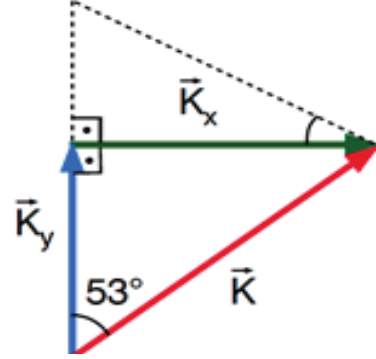
eşittir. Soruda, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$ yani

$\vec{M} + \vec{M} = 2\vec{M}$ vektörünün büyüklüğü sorulmaktadır.

Bunun için \vec{M} vektörünün büyüklüğü

bulunmalıdır. Şekil 13.14 e göre, \vec{L} nin büyüklüğü 15

birim olduğuna göre, \vec{L} vektörünün yatay bileşeni



Şekil 13.14

$L_x = L \cdot \cos 37^\circ$ $L_x = 15 \cdot 0,8 \Rightarrow L_x = 12$ birim düşey bileşeni ise, $L_y = L \cdot \sin 37^\circ$

$L_y = 15 \cdot 0,6 \Rightarrow L_y = 9$ birim dir.

\vec{L} vektörünün L_x bileşeni aynı zamanda \vec{K} vektörünün de K_x bileşenine eşittir.

Buradan, $K_x = K \cdot \sin 53^\circ$ $12 = K \cdot 0,8$ $K = 15$ birim olur.

K vektörünün K_y bileşeni ise,

$K_y = K \cos 53^\circ$ $K_y = 15 \cdot 0,6 = 9$ birim olur.

\vec{M} vektörü, \vec{L} vektörünün L_y bileşeni ile \vec{K} vektörünün K_y bileşeninin toplamına eşittir. Buradan,

$M = K_y + L_y$

$M = 9 + 9 = 18$ birim olur.

$\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} = 2\vec{M}$ olduğundan toplam vektörün büyüklüğü

$2 \cdot 18 = 36$ birimdir.

13.2 KUVVET

Cisimlerin hareket durumlarını veya şekillerini değiştiren etkiye kuvvet denir. Etki ettiği cismin şeklinin değişmesi ve esnek cisimlerin uzayıp sıkışmaları gibi olaylar, kuvvetin statik etkisinin sonuçlarıdır. Duran cisim hareket ettirmesi, hareket halindeki cismin hızında değişiklik yapması kuvvetin dinamik etkisinin sonuçlarıdır.

Kuvvet vektörel bir büyüklüktür. Dolayısıyla vektörlerle ilgili bütün özellikler kuvvetler için de geçerlidir. Kuvvet \vec{F} ile gösterilir ve kuvvet dinamometre denilen yaylı kantarla ölçülür (Şekil 13.15).



Şekil 13.15

13.2.1 Kuvvet Birimleri

SI (MKS) birim sisteminde Newton (N)

Ayrıca, kg - f de kuvvet birimidir.

1 kg - f = 9,8 \cong 10 Newton

13.2.2 Bileşke Kuvvet

İki ya da daha fazla kuvvetin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen etkiye bileşke kuvvet denir. \vec{R} ile gösterilir. Duran cisimler daima bileşke kuvvet yönünde hareket ederler.

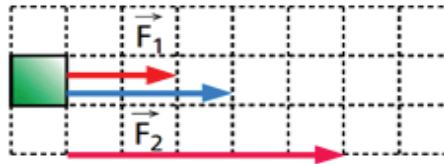
Özel Durumlar

Bir noktaya uygulanan ve doğrultuları aynı olan kuvvetler

Kuvvetler aynı yönlü iseler;

Bileşke kuvvet, kuvvetlerin büyüklüklerinin toplamı kadar ve aynı yöndedir.

$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$ dir. Bu durumda kuvvetler arasındaki açı $\alpha = 0$ ve bileşke maksimumdur. Şekil 13.16(a)



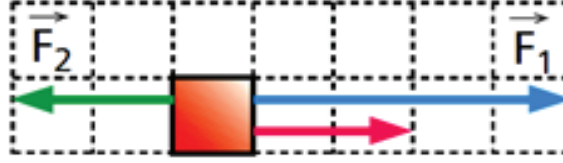
Şekil 13.16(a)

Kuvvetler ters yönlü iseler;

Bileşke kuvvet, kuvvetlerin farkına eşit ve yönü büyük kuvvet yönündedir.

$\vec{R} = \vec{F}_{\text{büyük}} - \vec{F}_{\text{küçük}}$ Bu durumda kuvvetler arasındaki açı 180° ve bileşke \vec{R} minimumdur.

İki kuvvetin bileşkesi hiç bir zaman kuvvetlerin toplamından büyük, farkından ise küçük olamaz. 0° den 180° ye doğru açı büyüdükçe bileşke kuvvet küçülür.



Şekil 13.16(b)

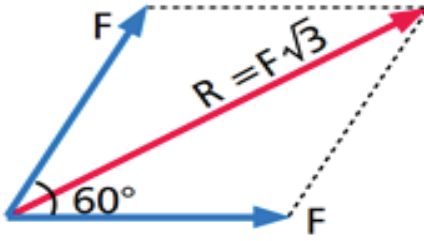
Kesişen eşit iki kuvvet arasındaki açı

$\alpha = 60^\circ$ ise,

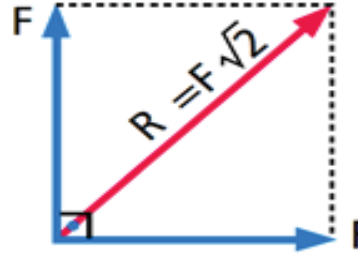
bileşke kuvvetin büyüklüğü,

$R = F\sqrt{3}$ tür. Şekil 13.17(a)

$\alpha = 90^\circ$ ise, bileşke kuvvet Pisagor bağıntısından $R = F\sqrt{2}$ dir. Eğer kuvvetler eşit değilse, bileşke kuvvetin büyüklüğü Pisagor bağıntısından, $R^2 = F_1^2 + F_2^2$ Şekil 13.17(b)



Şekil 13.17(a)

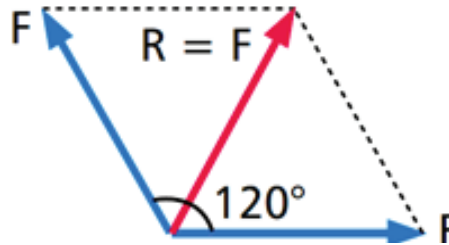


Şekil 13.17(b)

$\alpha = 120^\circ$ ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü, kuvvetlerden birinin büyüklüğüne eşittir.

$R = F$ dir. Bu özel sonuçlar;

$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 \cdot F_2 \cos \alpha$ bağıntısından bulunmuştur.



Şekil 13.17(c)

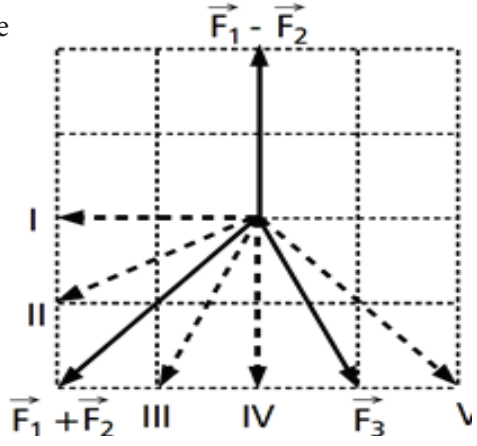
ÖRNEK 5:

Aynı düzlemde bulunan \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 kuvvetlerine ait

$\vec{F}_1 - \vec{F}_2$, $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ve \vec{F}_3 vektörleri

Şekildeki gibidir. Buna göre, $\vec{F}_1 + \vec{F}_3$ vektörü, kesikli okla gösterilen vektörlerden hangisidir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

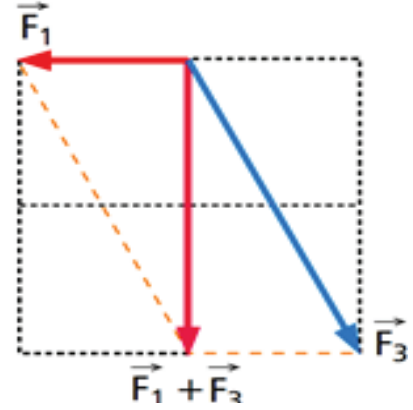


ÇÖZÜM:

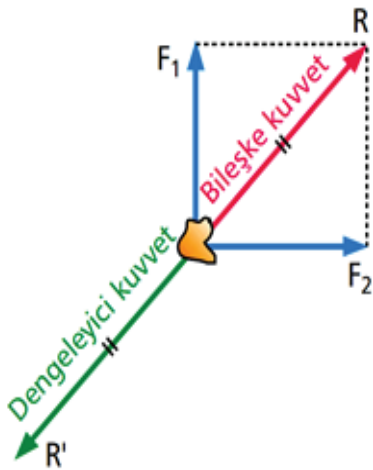
$\vec{F}_1 - \vec{F}_2$ kuvveti ile $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ kuvvetini toplanırsa kesikli okla gösterilen I nolu vektör elde edilir.

$\vec{F}_1 - \vec{F}_2 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 2\vec{F}_1$ Bu vektörde \vec{F}_1 vektörünün 2 katına eşittir. O halde \vec{F} kuvveti sola doğru 1 birimlik kuvvettir. \vec{F}_1 ile \vec{F}_3 ün toplamı yani $\vec{F}_1 + \vec{F}_3$ kesikli okla gösterilen IV nolu vektöre eşittir.

Cevap D



13.2.3 Kesişen Kuvvetlerin Dengesi



Kuvvetlerin etkisinde kalan bir cismi dengeleyebilmek için, bileşkenin uygulandığı noktaya bileşke ile aynı doğrultuda eşit büyüklükte ve zıt yönlü uygulanan kuvvete dengeleyici kuvvet denir. Bir cisme uygulanan kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise, cisim ya durur, ya da sabit hızla gider. Eğer ilk hızı yoksa cisim durur, varsa sabit hızla gider.

Bir cisme uygulanan kuvvetlerin bileşkesinin sıfır olması demek, hem x doğrultusundaki kuvvetlerin bileşkesinin, hem de y doğrultusundaki kuvvetlerin bileşkesinin sıfır olması demektir.

$$\sum \vec{F}_1 = 0 \quad \text{ise} \quad \sum \vec{F}_x = 0 \quad \text{ve} \quad \sum \vec{F}_y = 0 \quad \text{dir.}$$

Şekil 13.18

Kesişen üç kuvvet dengede ise, herhangi iki kuvvetin bileşkesi ters yöndeki üçüncü kuvvete eşittir.

13.2.4 Lami Teoremi

Kesişen üç kuvvet dengede ise kuvvetlerin, karşısındaki açılarının sinüslerine oranı sabittir.

$$\frac{F_1}{\sin \alpha_1} = \frac{F_2}{\sin \alpha_2} = \frac{F_3}{\sin \alpha_3} = \text{sabit}$$

Buradan çıkan sonuca göre, küçük açının karşısındaki kuvvet büyük, büyük açının karşısındaki kuvvet ise küçüktür.

ÖRNEK 6:

İrmaktaki bir kayığı yatay düzlemdeki iki kuvvetle çekiliyor. 100 N luk \vec{F}_1 kuvveti şekildeki gibi uygulanıyor.

Buna göre, kayığın x doğrultusunda hareket edebilmesi için, uygulanması gerekli olan \vec{F}_2 kuvvetinin en küçük değeri kaç N olmalıdır?

($\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$)

ÇÖZÜM:

Kayığın x doğrultusunda hareket edebilmesi için y doğrultusundaki bileşke kuvvet sıfır olmalıdır.

$$F_{1y} = F_1 \cdot \sin 53^\circ$$

$$F_{1y} = 100 \cdot 0,8$$

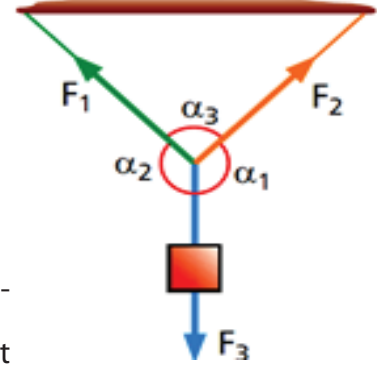
$$F_{1y} = 80 \text{ N olur.}$$

\vec{F}_2 kuvvetinin y doğrultusundaki bileşeni

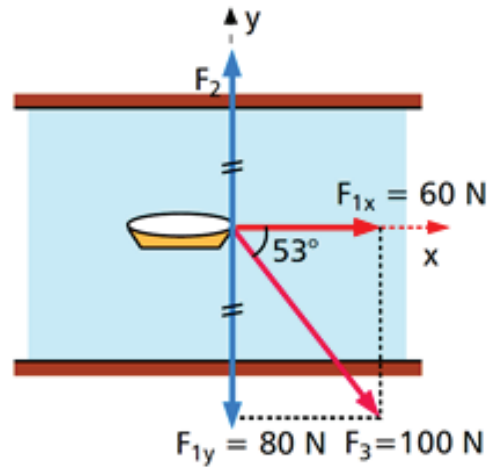
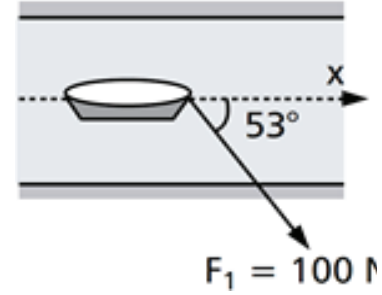
80 N olmalıdır. Fakat soruda en küçük \vec{F}_2

kuvveti sorulduğuna göre, \vec{F}_2 kuvveti y

doğrultusunda uygulanmalı ve değeri de 80 N olmalıdır. Kayık ise 60 N luk kuvvetin etkisiyle x doğrultusunda hareket edecektir.



Şekil 13.19



ÖZET

Kuvvet

Duran cisimleri hareket ettiren hareket halindeki cisimleri durduran, bunların hızlarını değiştiren veya cisimlerin şekillerini değiştiren etkiye kuvvet denir.

Kuvvetin elemanları

Bir kuvvetin dört elemanı vardır

Kuvvetin tatbik noktası
Kuvvetin doğrultusu
Kuvvetin yönü
Kuvvetin şiddeti

Vektör

Kuvvetler; bir kağıt üzerinde, ucunda ok bulunan bir doğru parçası ile gösterilirler. Bu doğruya vektör denir.

Kuvvet Birimleri

Kuvvet birimleri; nt, grf, kgf, ton' dur.

Kuvvet ölçen aletler

Kuvvet ölçmeye yarayan aletlere dinamometre denir.

Bileşke

Birden fazla kuvvetin etkisini tek başına yapabilen kuvvete denir. R harfi ile gösterilir.

Kesişen kuvvetler

Bir düzlem içerisinde olup, aralarında bir açı yaparak bir noktaya uygulanan kuvvetlere denir.

Aynı doğrultulu aynı yönlü kuvvetler

Aynı doğrultuda, aynı yönde etki eden kuvvetlere denir. Bileşkesi, bileşenlerin toplamına eşittir.

Aynı doğrultulu zıt yönlü kuvvetler

Cisme veya bir noktaya aynı doğrultuda ve zıt yönde etki eden kuvvetlere denir. Bileşkesi; bileşenlerin farkına eşittir. Yönü büyük kuvvetin yönünün aynısıdır.

Paralel doğrultulu aynı yönlü kuvvetler

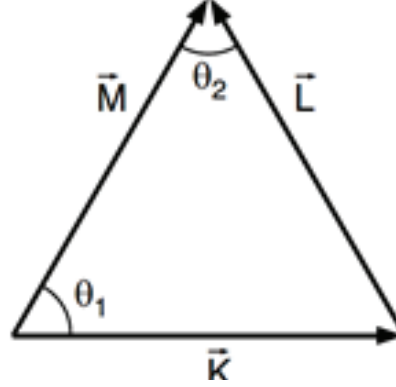
Paralel doğrultuda zıt yönde etki eden kuvvetlere denir. Bileşkenin şiddeti; kuvvetlerin farkına eşittir. Kuvvetlerin etki ettiği doğru dışında büyük kuvvet tarafından bir (C) noktası tatbik noktası adını alır.

DEĞERLENDİRME SORULARI

1) Aynı düzlemdeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörleri şekilde verilmiştir.

$\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$ vektörlerinin büyüklüğünü bulabilmek için aşağıda verilen niceliklerden hangisinin bilinmesi yeterlidir?

- A) \vec{K} nin şiddeti B) \vec{L} nin şiddeti
C) \vec{M} nin şiddeti D) θ_1 açısı E) θ_2 açısı



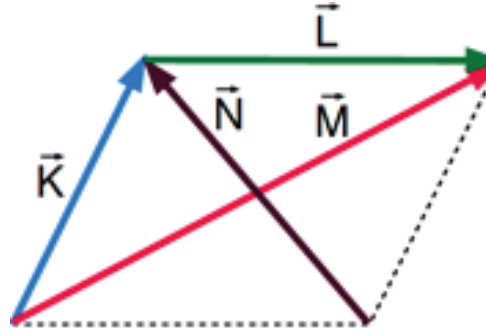
2) Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} ve \vec{N} vektörleri bir paralelkenar üzerine şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

Buna göre;

I. $\vec{K} + \vec{L} = \vec{M}$ dir.

II. $\vec{M} - \vec{L} = \vec{K}$ dir.

III. $\vec{K} - \vec{L} = \vec{N}$ dir.



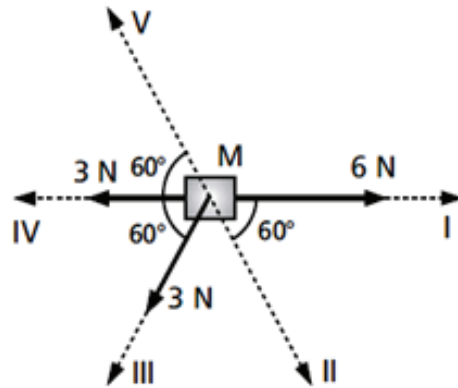
eşitliklerinden hangileri doğrudur?

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

3) \vec{M} cisminde aynı düzlemdeki, büyüklükleri 3 N, 3 N ve 6 N olan kuvvetler şekildeki gibi etmektedir.

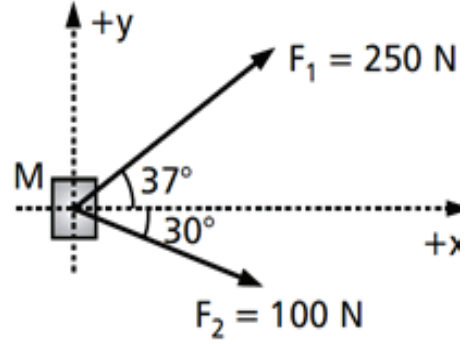
Buna göre, cisme etkiyen bileşke kuvvetin yönü ve büyüklüğü nedir?

- A) I yönünde; 2 N B) II yönünde; 3 N
C) III yönünde; 4 N D) IV yönünde; 6 N
E) V yönünde; 5 N



2. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI TEMEL MATEMATİK VE FİZİK

4) Sürtünmesi önemsiz ortamda durmakta olan \vec{M} cismine aynı düzlemde büyüklükleri verilen \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri şekildeki gibi etki etmektedir. Cismin $+x$ yönünde hareket etmesi için uygulanması gerekli en küçük kuvvetin yönü ve büyüklüğü ne olmalıdır? (sin $30^\circ = 0,5$; sin $37^\circ = 0,6$)

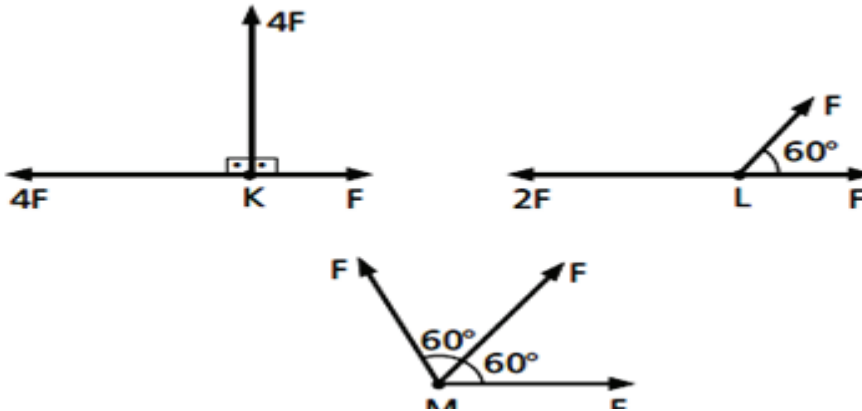
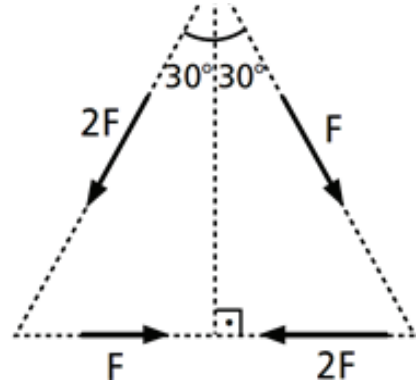


- A) $+y$ yönünde; 100 N
- B) $-y$ yönünde; 50 N
- C) $-y$ yönünde; 100 N
- D) $+x$ yönünde; 50 N
- E) $-x$ yönünde; 100 N

5) Aynı düzlemdeki büyüklükleri verilen kuvvetler şekilde gösterilmiştir.

Buna göre, bu kuvvetlerin bileşkesi kaç \vec{F} dir?

- A) 1
- B) $\frac{3}{2}$
- C) 2
- D) 3
- E) $\frac{7}{2}$



6) \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} cisimlerine aynı düzlemde etki eden kuvvetler şekillerde verilmiştir. Cisimlere etki eden bileşke kuvvetlerin büyüklükleri sırasıyla R_K , R_L , R_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $R_K < R_L < R_M$
- B) $R_M < R_L < R_K$
- C) $R_L < R_M < R_K$
- D) $R_K = R_L = R_M$
- E) $R_K = R_L < R_M$

7) İki kuvvetin bileşkesinin en büyük değeri 17 N, en küçük değeri ise 7 N dur. Bu iki kuvvet birbirine dik olsaydı bileşke kuvvet kaç N olurdu?

- A) 5 B)10 C)12 D)13 E)15

8) Aynı düzlemdeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} ve \vec{P} vektörleri şekilde verilmiştir. Buna göre, bu vektörlerin bileşkesi aşağıdaki vektörlerden hangisine eşittir?

- A) \vec{K} B) \vec{L} C) $-\vec{M}$ D) \vec{M} E) $-\vec{P}$

