



FİZİK - I

MEKANİK

YTÜ-Mühendislik

Prof. Dr. Kemal ÖZDOĞAN



DERSLE İLGİLİ UYARILAR

- Devam konusunda duyarlı olun,
- Ders sırasında gereksiz konuşmayın,
- Derse zamanında gelin,
- Düzenli çalışın.

Ders ile ilgili bilgi ve Duyurular

- Bölüm Web Sayfası:

<http://www.fzk.yildiz.edu.tr/>

- Ders Web Sayfam:

<https://avesis.yildiz.edu.tr/kozdogan/>

- E-mail: kozdogan@yildiz.edu.tr

KAYNAKLAR

- **Fen ve Mühendislik için Fizik I**
 - YAZAN: **Serway-Beichner**,
 - ÇEVİRİ EDITÖRÜ: **Kemal Çolakoğlu**
 - **Palme Yayıncılık**,
 - **Çözümlü problem kitabı da var.**

- **Diğer Temel Fizik Kitapları:**

- **Üniversite Fiziği I**

- Yazan: **Young and Freedman**
- Çeviri Editörü: **Hilmi Ünlü**
- **Pearson Yayıncılık**

Fiziğin Temelleri

- Yazan: **Holliday & Resnick**
- Çeviri Editörü: **Murat Alev**

DERS PLANI

2020-2021 GÜZ DÖNEMİ FİZ1001 FİZİK-1 HAFTALIK KONU PROGRAMI 2020-2021 FALL FİZ1001 PHYSICS-1 SYLABUS

Hafta Week	Tarih Date	KONULAR SUBJECTS	Serway Beichener Fizik 1 (Blm/Ch)
1	05.10.2020 09.10.2020	Fizik ve Ölçme, Vektörler Physics and Measurements, Vectors	(1.1, 1.4-5, 1.7) (3.1-4, 7.2, 11.2)
2	12.10.2020 16.10.2020	Hareket ve Kinematik Denklemler (1 boyutlu hareket, 2 boyutlu hareket) Motion and Kinematic Equations (1D, 2D Motion)	(2.1-3) (2.5-6) (4.1-6)
3	19.10.2020 23.10.2020	Newton Hareket Yasaları The Laws of Motion	(5.1-8)
4	26.10.2020 30.10.2020	Dairesel Hareket ve Newton Kanunlarının Diğer Uygulamaları, Circular Motion & Other Applications of Newton's Law,	(6.1-3) (29 Ekim Cumhuriyet Bayramı- Resmi Tatil)
5	02.11.2020 06.11.2020	İş ve Kinetik Enerji, Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu Work & Kinetic Energy, Potential Energy & Conservation of Energy	(7.1-5) (8.1-6, 8.8)
6	09.11.2020 13.11.2020	Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu Potential Energy & Conservation of Energy	(8.1-6, 8.8)
7	16.11.2020 20.11.2020	Doğrusal Momentum ve Çarpışmalar Linear Momentum & Collisions	(9.1-5)
8	23.11.2020 27.11.2020	VİZE HAFTASI	
9	30.11.2020 04.12.2020	Doğrusal Momentum ve Çarpışmalar Linear Momentum & Collisions	(9.6-7)
10	07.12.2020 11.12.2020	Katı Bir Cismin Sabit Bir Eksen Etrafında Dönmesi Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis	(10.1-8)
11	14.12.2020 18.12.2020	Katı Bir Cismin Sabit Bir Eksen Etrafında Dönmesi Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis	(10.1-8)
12	21.12.2020 25.12.2020	Yuvarlanma Hareketi ve Açısal Momentum Rotational Motion and Angular Momentum	(11.1,3-4)
13	28.12.2020 01.01.2020	Yuvarlanma Hareketi ve Açısal Momentum, Statik Denge Rotational Motion and Angular Momentum, Static Equilibrium	(11.5) (12.1-3)
14	04.01.2020 08.01.2020	Titreşim Hareketi Vibrational Motion	(13.1-5)
15	11.01.2020 15.01.2020	FİNAL SINAVI Final Exam	

Laboratuvar

- Deneyler nerede yapılacak?
- **Fizik-1** Servis Derslerinin (FIZ1001) 2 saatlik Laboratuvarı (**E-Z08 veya E-Z09**), Davutpaşa Yerleşkesi Fen-Edebiyat Fakültesi E-Blok Zemin kattadır.
- 2 saatlik **Fizik-1** derslerinde tüm öğrencilerin E-Z08 veya E-Z09 dersliğinde hazır bulunmaları zorunludur.

Bölüm: 1

Fizik ve Ölçme, Vektörler

- Uzunluk, Kütle ve Zaman Standartları
- Yoğunluk ve Atomik Kütle
- Boyut Analizi
- Birimleri Çevirme
- Büyüklük Mertebesi Hesaplamaları ve Tahminler
- Anlamlı Rakamlar



Neden Fizik?



<http://www.particlephysics.ac.uk>



<http://physics.bu.edu>



<http://thot.cursus.edu>

- Bütün temel bilimlerin kaynağında fizik vardır
- Farklı disiplinlerdeki bilim adamları fizik yasalarını kullanır

Klasik Fizik ve Modern Fizik

Bugünkü fiziğin araştırma yöntemlerinin ilk uygulandığı, on altıncı yüzyılın sonlarına doğru Galileo Galilei (1564-1642)'nin yaptığı sarkaç ve serbest düşme deneylerinde görülür. O zamandan yirminci yüzyılın başlarına kadar geliştirilen fizik, **KLASİK FİZİK** olarak bilinir.



Klasik fizik üç temel dalı içine alır:

- Klasik Mekanik
- Termodinamik
- Elektromanyetizma

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren geliştirilen fiziğe **MODERN FİZİK** adı verilir.

Modern fiziğe iki önemli gelişme damgasını vurmuştur:

- Kuantum Mekaniği
- Görecelik Kuramı

Klasik Mekanik & Kuantum Mekanik

- **Klasik Mekanik çalışma sınırı;**

- Çok hızlı olmayan $\longrightarrow v \ll c$ (c : ışık hızı)

- Çok küçük olmayan $\longrightarrow d \gg \text{atom}$

- **Günlük hayatımızda hareketler;**

- Arabanın hareketi

- Futbol topunun hareketi

- Gezegenlerin yörüngesi

- vb.

Uzunluk, Kütle ve Zaman Standartları

Mekanikteki Temel Büyüklükler ve Birimleri

Uluslararası Sisteme (SI) göre mekanikte kullanılan temel büyüklükler

1. Uzunluk (m)
2. Kütle (kg)
3. Zaman (s)

- Fizikte kullanılan birim sistemleri;

	Uluslararası Sistem (SI)	CGS sistemi	İngiliz Sistemi
Uzunluk [L]	metre (m)	santimetre (cm)	inç (in)
Kütle [M]	kilogram (kg)	gram (g)	pound (lb)
Zaman [T]	saniye (s)	saniye (s)	saniye (s)

Mekanikte kullanılmayan diğer temel büyüklükler ve birimleri

- Sıcaklık (**Kelvin**)
- Elektrik Akım (**Amper**)
- Aydınlatma şiddeti (**Kandil**)
- Madde miktarı (**mol**)

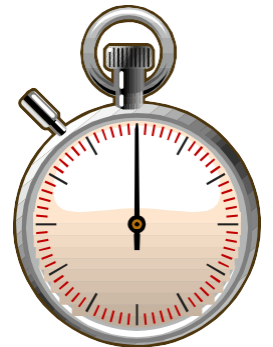
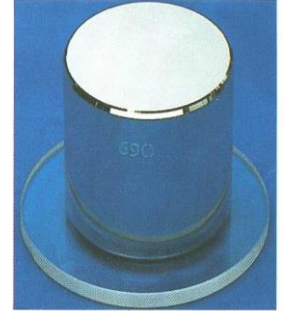
Hız, ivme, kuvvet, hacim, yoğunluk, basınç, iş ve güç gibi bütün fiziksel nicelikler mekanikte kullanılan temel büyüklükler cinsinden ifade edilebilir.

Temel büyüklükler;

kütle (kg), **uzunluk (m)** ve **zaman (s)**

birimlerinin tanımları:

- Ekim 1983' deki tanımlara göre;
- **1 kilogram** : Özel bir **platin iridyum** silindir
- alaşımın kütesidir.
- **1 metre** : Işığın boşlukta **$1/299\,792\,458$** s de
- aldığı yoldur.
- **1 saniye** : **Sezyum-133** atomunun
9 192 631 770 defa titreşim yapması için
geçen süredir.



Türetilen bazı büyüklükler ve birimleri

- **Hız:** $[L]/[T]=m/s$
- **İvme:** $[L]/[T]^2= m/s^2$
- **Kuvvet:** $[M] \times ([L]/[T]^2)=kg(m/s^2)=\text{Newton (N)}$
- **Hacim:** $[L] \times [L] \times [L]=[L]^3 = m \ m \ m=m^3$
- **Yoğunluk:** $[M]/[L]^3= kg/m^3$
- **Enerji:** $[M] \times ([L]^2/[T]^2)=kg(m^2/s^2)=Nm=\text{Joule (J)}$
- **Güç:** $([M] \times ([L]^2/[T]^2))/[T]=(kg(m^2/s^2))/s=(Nm)/s$
 $= (J)/s=\text{Watt (W)}$

Birimlerin faydası

- Ortak dil, kısa ifade şekli.
- Cevabınızı kontrol etmenin bir yolu.
- Bir problemi çözmek için bir fikriniz yoksa boyut analizinden yararlanın!

Yoğunluk ve Atomik Kütle

Bir cismin hacimsel yoğunluğu, ρ , o cismin birim hacmindeki kütle miktarı olarak tanımlanır.

$$\text{Yoğunluk} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{Hacimsel yoğunluk})$$

$$\sigma = \frac{m}{A} \quad (\text{Yüzeysel yoğunluk})$$

$$\lambda = \frac{m}{l} \quad (\text{Çizgisel yoğunluk})$$

1 Karbon atomunun kütlesi = 12 atomik kütle birimi (u)

$$1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Bir maddenin bir molü, 12 gram karbon-12 izotopunda bulunan atomlardaki bir çok parçacığın (atomlar, moleküller ve diğer parçacıklar) madde miktarı kadar madde içerir.

Örnek:

Bir Alüminyum kübün (yoğunluğu $2,7\text{ g/cm}^3$) hacmi $0,2\text{ cm}^3$ tür. Kübün kaç tane alüminyum atomu vardır?

Çözüm:

$$m = \rho V = (2.70\text{ g/cm}^3)(0.200\text{ cm}^3) = 0.540\text{ g}$$

$$\begin{array}{l} m_{\text{sample}} = kN_{\text{sample}} \\ m_{27.0\text{ g}} = kN_{27.0\text{ g}} \end{array} \rightarrow \frac{m_{\text{sample}}}{m_{27.0\text{ g}}} = \frac{N_{\text{sample}}}{N_{27.0\text{ g}}}$$

$$\frac{0.540\text{ g}}{27.0\text{ g}} = \frac{N_{\text{sample}}}{6.02 \times 10^{23}\text{ atoms}}$$

$$N_{\text{sample}} = \frac{(0.540\text{ g})(6.02 \times 10^{23}\text{ atoms})}{27.0\text{ g}}$$

$$= 1.20 \times 10^{22}\text{ atoms}$$

Boyut Analizi

- Bir denklem her zaman boyutsal olarak mantıklı olmalı
- Denklemin doğruluğunu ispatlamak için boyut analizi önemli bir araçtır.

Örnek 1:

$$d = vt^2$$

d: yol (uzunluk)
v: hız
t: zaman

$$\left\{ \begin{array}{l} [L] = ([L] / [T]) \times ([T]^2) \\ [L] = ([L] / \cancel{[T]}) \times (\cancel{[T]}^2) \\ [L] \neq [L] \times [T] \end{array} \right\} \text{Denklem Yanlıştır.}$$

$$d = vt \longrightarrow$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [L] = ([L] / [T]) \times ([T]) \\ [L] = ([L] / \cancel{[T]}) \times (\cancel{[T]}) \\ [L] = [L] \end{array} \right\} \text{Denklem Doğrudur.}$$

Örnek:

Farz edelim ki x mesafesi, a ivmesi ve t zamanı terimleri cinsinden aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$x = k a^n t^m,$$

Burada k boyutsuz bir sabittir. m ve n yi bulun.

Çözüm

Eşitliğin her iki tarafı da aynı boyutta olmalı.

$$[x] = L$$

$$[k a^n t^m] = (1) \left(\frac{L}{T^2} \right)^n T^m = L^n T^{m-2n}$$

$$n = 1$$

$$m - 2n = 0 \rightarrow m = 2, n = 1$$

$$x = k a t^2$$

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

Soru:

Salınım yapan sarkacın periyodu (P), sarkacın uzunluğuna ve yerçekimi ivmesine bağlıdır.

Verilenler;

d: uzunluk [L]

g: yerçekimi ivmesi [L]/[T]²

P: zaman [T]

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur.

a) $P=2\pi(dg)^2$

b) $P=2\pi(d/g)$

c) $P= 2\pi(d/g)^{(1/2)}$

Yanıt: c) seçeneği

Birim Çevirme:

- 2.0 dak. = ? saniye

$$2 \text{ dak} \times \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ dak}} \right) = 120 \text{ s}$$

- 10.0 km/saat = ? m/s

$$10 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{saat}}} \times \left(\frac{\cancel{1 \text{ saat}}}{60 \cancel{\text{ dak}}} \right) \left(\frac{\cancel{1 \text{ dak}}}{60 \text{ s}} \right) \left(\frac{1000 \text{ m}}{\cancel{1 \text{ km}}} \right) = 2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Örnek

Resmi olarak kabul edilen dünya hız rekoru 4 Ekim 1983 yılında **Richard Noble** tarafından jet motoruna sahip **Thrustz** adlı arabayla kırılmıştır.

Rekor 1019 km/saat tir. Bu hızı m/s cinsinden ifade ediniz.

$$\Rightarrow 1019 \frac{(\text{km})}{(\text{saat})} = 1019 \times 10^3 \frac{(\text{m})}{(\text{saat})}$$

$$1 \text{ saat} = 3600 \text{ s} ,$$

$$1019 \frac{(\text{km})}{(\text{saat})} = 1019 \times 10^3 \frac{(\text{m})}{(\text{saat})} = (1019 \times 10^3 \frac{(\text{m})}{(\text{saat})}) (\frac{1 \text{ saat}}{3600 \text{ s}}) = 283.19 \text{ m/s}$$

Yaygın birim dönüşümleri

- $1 \text{ m} = 1,09 \text{ yard}$
- $1 \text{ ft} = 30,38 \text{ cm} = 0,3038 \text{ m}$
- $1 \text{ inç} = 2,54 \text{ cm} = 0,0254 \text{ m}$
- $1 \text{ mil} = 1,609 \text{ km} = 1609 \text{ m}$
- $1 \text{ ışık-yılı} = 9.45 \cdot 10^{15} \text{ m}$
- $1 \text{ gün} = 86.400 \text{ s}$
- $1 \text{ yıl} = 3.16 \cdot 10^7 \text{ s}$

Bilimsel notasyon

- Üslü rakamlar;
 $10^2 = 100$
 $10^{-2} = 0.01$
- ve başka;
 $1.234 \times 10^3 = 1234$

SI sistemi içinde birimler arası çevirim

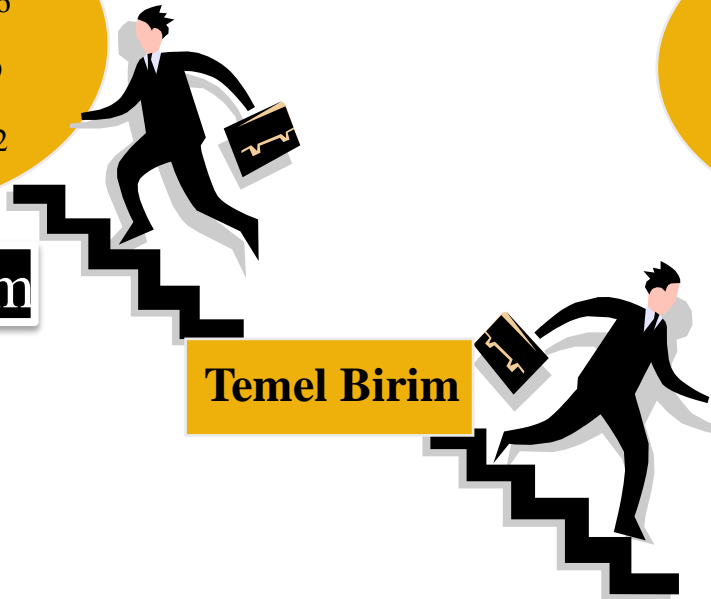
- Kilo = 10^3
- Mega = 10^6
- Giga = 10^9
- Tera = 10^{12}

1 meter = .001 km

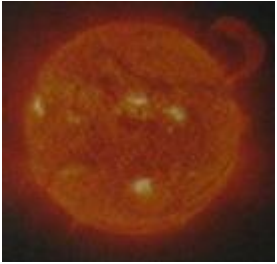
Temel Birim

- Mili = 10^{-3}
- Mikro = 10^{-6}
- Nano = 10^{-9}
- Piko = 10^{-12}

1 meter = 1000 mm



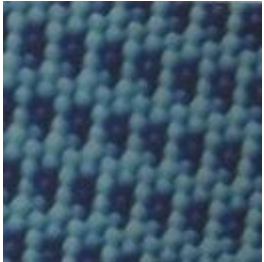
10'un Kuvvetlerini Gösteren Ön Ekler



$1,50 \times 10^{11} \text{ m} = 1.50 \times 10^8 \text{ km}$



$1,28 \times 10^7 \text{ m} = 12.800 \text{ km}$



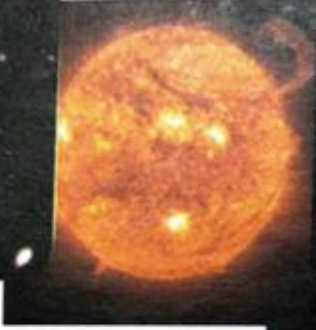
$10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$

Ref. H. D. Young ve R. A.
Freedman, University Physics,
11. Baskı

Kuvvet	Önek	Sembol	Günlük dildeki adı
10^{24}	Yotta	Y	1 septilyon
10^{21}	Zetta	Z	1 sekstilyon
10^{18}	Exa	E	1 kentilyon
10^{15}	Peta	P	1 katrilyon
10^{12}	Tera	T	1 trilyon
10^9	Giga	G	1 milyar
10^6	Mega	M	1 milyon
10^3	Kilo	k	bin
10^2	Hecto	h	yüz
10^1	Deka	da	on
10^{-1}	Deci	d	onda bir
10^{-2}	Centi	c	yüzde bir
10^{-3}	Milli	m	binde bir
10^{-6}	Micro	μ	milyonda bir
10^{-9}	Nano	n	milyarda bir
10^{-12}	Pico	p	trilyonda bir
10^{-15}	Femto	f	katrilyonda bir
10^{-18}	Atto	a	kentilyonda bir
10^{-21}	Zepto	z	sekstilyonda bir
10^{-24}	Yocto	y	septilyonda bir



(a)
 10^{26} m
Gözlemlenebilir
evrenin sınırı



(b)
 10^{11} m
Güneşin uzaklığı



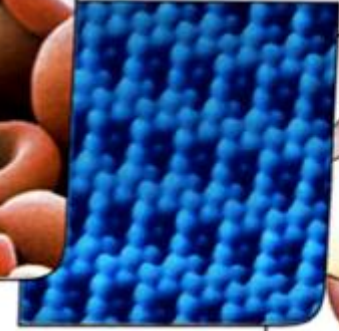
(c)
 10^7 m
Dünyanın çapı



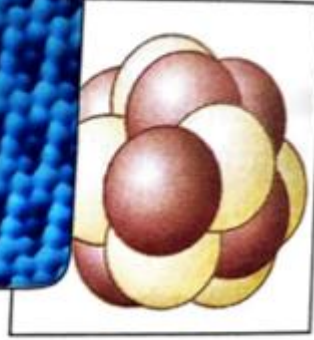
(d)
1 m
İnsan boyutu



(e)
 10^{-5} m
Alyuvarların çapı



(f)
 10^{-10} m
Bir atomun
yarıçapı



(g)
 10^{-14} m
Bir atom çekirdeğinin
yarıçapı

- Evrenimizdeki bazı tipik uzunluklar

Yaygın önekler

- Giga (G) = 10^9
- mega (M) = 10^6
- kilo (k) = 10^3
- santi (c) = 10^{-2}
- mili (m) = 10^{-3}

1 GB = 1,000,000,000 Byte

1 MB = 1,000,000 Byte

1 km = 1000 m

100 cm = 1 m

1000 mm = 1 m

Anlamlı Rakamlar

- Ölçümler her zaman beraberlerinde belirsizlikleri getirir.
- Belirsizliğin değeri ölçümde kullanılan aletlerin kalitesi, deneycinin yeteneği ve ölçüm sayısı gibi faktörlere bağlı olabilir.
- Bir kaç büyüklük çarpıldığında elde edilen sonuçtaki anlamlı rakam sayısı, duyarlılığı en az olan çarpandaki anlamlı rakam sayısı ile aynıdır. Aynı kural bölme işlemine de uygulanır.
- Toplama ve çıkarma işleminde sonuçtaki ondalık basamak sayısı toplamdaki herhangi bir terimin en küçük ondalık basamak sayısına eşit olmalıdır.
- Kesinlikle bilinen rakamlara **anlamlı rakamlar** diyoruz.
- Yanıltacak düzeyde hassas cevap verilmemeli
 - Cevabınızı sadece en düşük hassasiyetteki bilinen niceliğe göre verin
- **Örnek:**
 $5.000 / 3.0 = 1.7$ (1.66666666666667 değil)
- Bir nesnenin uzunluğu 2.00m olarak verilse;
bu nesnenin uzunluğu 1.995m ve 2.005m arasında olduğu kastedilmektedir.
- Bu derste dikkate alınmayacak ancak ileride karşılaşabilirsiniz.

Anlamlı rakam sayıda bir basamaktır.

↓
15,07

Bu sayı 4 anlamlı rakama sahiptir.

En küçük anlamlı rakam en sağdaki anlamlı rakamdır.

↓
10,68

Burada 8 en küçük anlamlı rakamdır.

Sıfır tam sayısını takip eden tüm **ardışık sıfırlar** anlamlı rakam değildir.

↓
0,00064

Bu sayı 2 anlamlı rakama sahiptir.

Sıfırdan farklı tam sayının sağında kalan ondalık kısmındaki tüm sıfırlar anlamlı rakamdır.

↓
12,000

Bu sayı 5 anlamlı rakama sahiptir.

↓
3000

Ondalık ayıracın solunda kalan sıfırlar anlamlı rakam olarak kabul edilebilirde edilmeyebilirde.

Sıfırlar anlamlı rakam olmayabilir ve bunlar sadece ondalık basamağın yerini belirlemek için kullanılır.

Lakin, bu derste, biz bu tür sayıları anlamlı rakam olarak alacağız.

Herhangi bir sayının ondalık basamak kısmında 5 ve 5 in sağında da ondalık sayıların devamı var ise tüm bu rakamlar kaldırılarak 5 in solundaki sayı 1 arttırılır yani sayı yukarı yuvarlanır. Sayının ondalık kısmında 5 yok ise 5 den büyük olan ilk ondalıklı rakamın sağında kalan tüm rakamlar yok edilir bu son 5 den büyük olan rakamda da herhangi bir değişiklik olmaz böylelikle sayı aşağıya yuvarlanmış olur.

Yukarı Yuvarlama

2,36502 = 2,37

↑
5 veya daha büyük

Aşağı Yuvarlama

80,76493 = 80,76

↑
5 den küçük

Anlamlı Rakamlar



PROBLEM: Bir dikdörtgen levha;
(21.3 ± 0.20) cm uzunluğu ve
(9.80 ± 0.10) cm genişliğe sahip. Levhanın alanını ve
hesaplamadaki belirsizliği (ölçme hatasını) bulunuz.

ÇÖZÜM:

$$\begin{aligned}\text{Alan} &= (21.3 \pm 0.2) \text{ cm} \times (9.80 \pm 0.10) \text{ cm} \\ &= (21.3 \times 9.80 \pm 21.3 \times 0.1 \pm 9.80 \times 0.2) \text{ cm}^2 \\ &= 208.74 \pm 2.13 \pm 1.96 \pm 0.02 \\ &= (209 \pm 4) \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Giriş verileri 3 anlamlı rakam içerdiğinden sonucumuzda 3 den fazla rakam olmamalı.

Bu nedenle 0.2 ile 0.1 belirsizlikleri çarpılmadı.

BÖLÜM

SEÇİLMİŞ PROBLEMLER

Problem 1

Newton'un evrensel çekim kanunu; $F = G \frac{Mm}{r^2}$

ile verilir. Burada F çekim kuvvetini, M ve m kütleleri, r iki kütle arasındaki uzaklığı göstermektedir. Kuvvet kg.m/s^2 birimine sahiptir. **SI** birim sisteminde orantı sabiti G 'nin birimi nedir?

Çözüm: Kurulan denklemde; $\left[\frac{\text{kg.m}}{\text{s}^2} \right] = \frac{G[\text{kg}]^2}{[m]^2}$

Her iki tarafı m^2 çarpılıp, kg^2 bölünür. G 'nin birimi:

$$\frac{m^3}{\text{kg.s}^2} \text{ olur.}$$

Problem 2

Güneşin kütlesi yaklaşık 1.99×10^{30} kg dır. Güneşin hemen hemen tümünü oluşturan hidrojen atomunun kütlesi ise 1.67×10^{-27} kg' dır.

Güneşte kaç tane hidrojen atomu vardır?

$$N_{atom} = \frac{m_{güneş}}{m_{atom}} = \frac{1.99 \times 10^{30} \text{ kg}}{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}} = \boxed{1.19 \times 10^{57} \text{ atoms}}$$

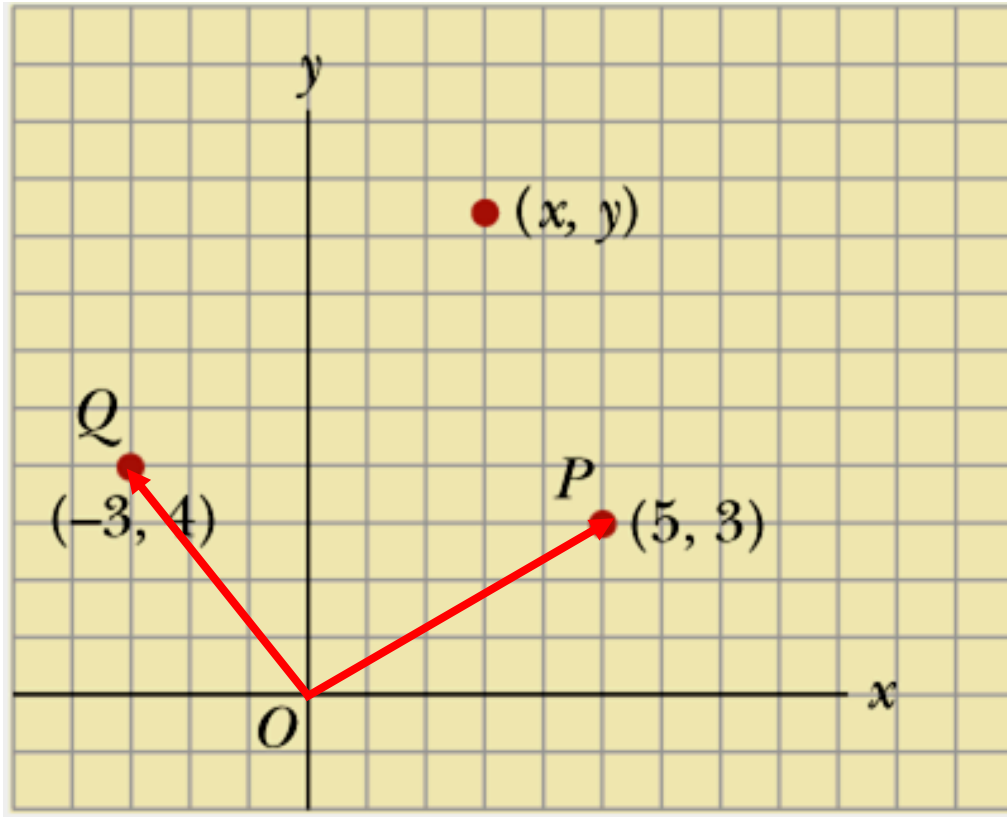
VEKTÖRLER

KONULAR:

- Koordinat sistemleri
- **Vektör** ve **skaler** nicelikler
- Vektörlerin bazı özellikleri
- Bir vektörün bileşenleri
- Birim vektörler

Koordinat Sistemleri

Kartezyen (dik) koordinatlar:



- Bir noktayı temsil etmenin en uygun olduğu koordinat sistemini kullanırız.
- Birbirine dik eksenlerle ifade edilir.
- Orijin kesim noktasıdır.
- 2-boyutta her nokta (x, y) koordinatıyla belirtilir.

Kutupsal Koordinatlar:

Noktayı;

kartezyen koordinat sisteminde (x, y) ,
kutupsal koordinat sistemi (r, θ)

ile gösteriyoruz.

Şekildeki üçgenden,

kutupsal koordinatları kartezyen koordinatlara
bağlayan denklemler:

$$x = r \cos \theta$$

$$y = r \sin \theta$$

Kartezyen koordinatları kutupsal koordinat
bağlayan denklemler:

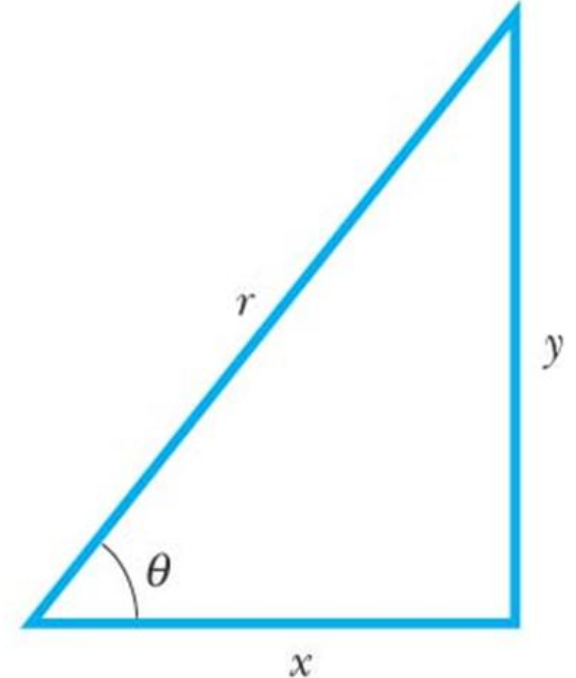
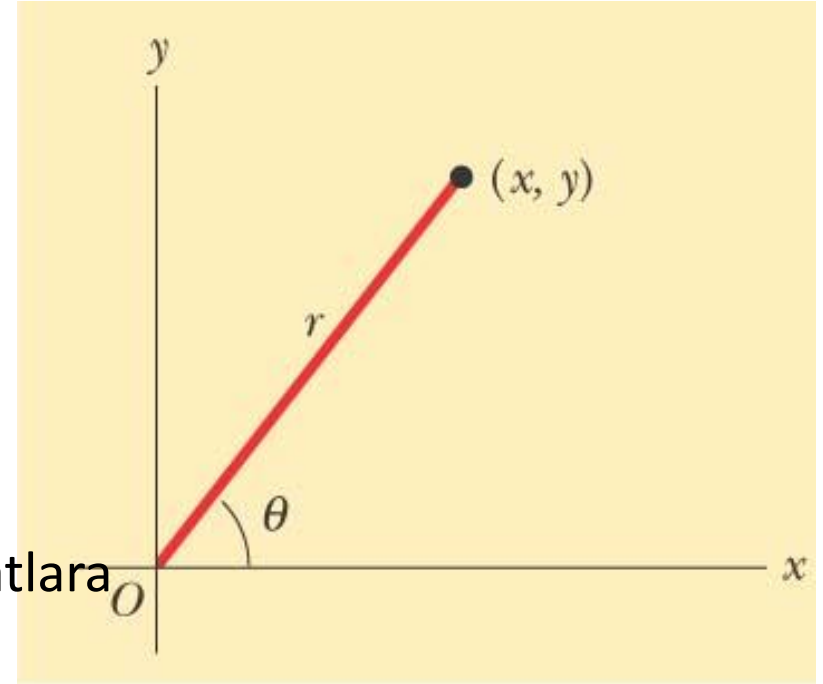
$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\sin \theta = \frac{y}{r}$$

$$\cos \theta = \frac{x}{r}$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$



Skaler ve Vektör Nicelikler

Vektör gösterimi:

- Elle yazdığınızda, ok kullanın: \vec{A}
- Basılı metinde, kalın yazılıyor: **A**
- Sadece bir vektörün büyüklüğü yazılıyorsa, italik harfle *A* veya $|\vec{A}|$ ile gösterilir.

Skaler: Büyüklük

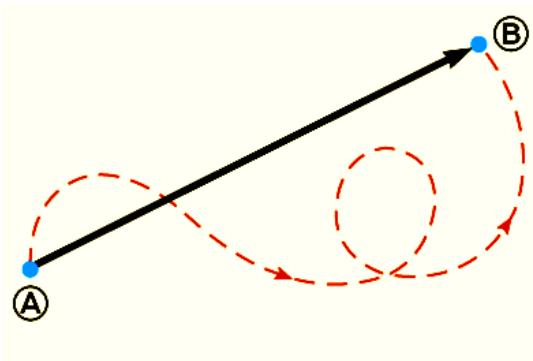
Skaler nicelik uygun birimli bir sayı ile belirtilebilir ve yönü yoktur.

ÖRNEK: Sıcaklık, öğrenci sayısı

Vektör: Büyüklük ve Yönü olan

Oklarla gösterildiğinde okun uzunluğu büyüklüğe karşılık gelir.

ÖRNEK: hız, ivme, yerdeğiştirme

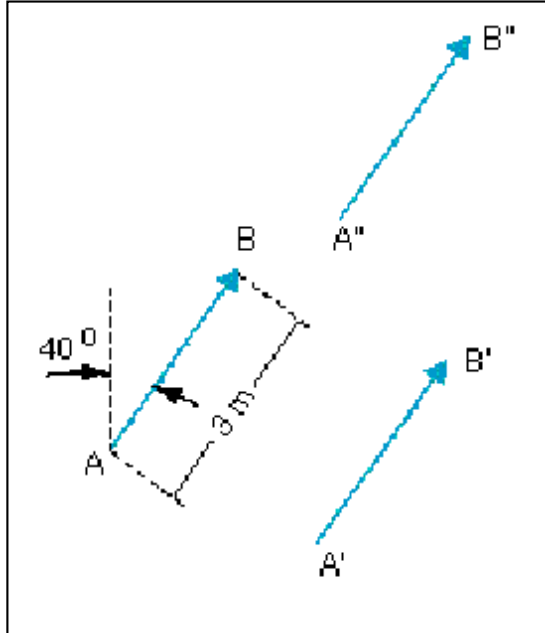


Bir parçacığın keyfi bir yol boyunca;
A dan **B** ye hareketi (noktalı çizgi).

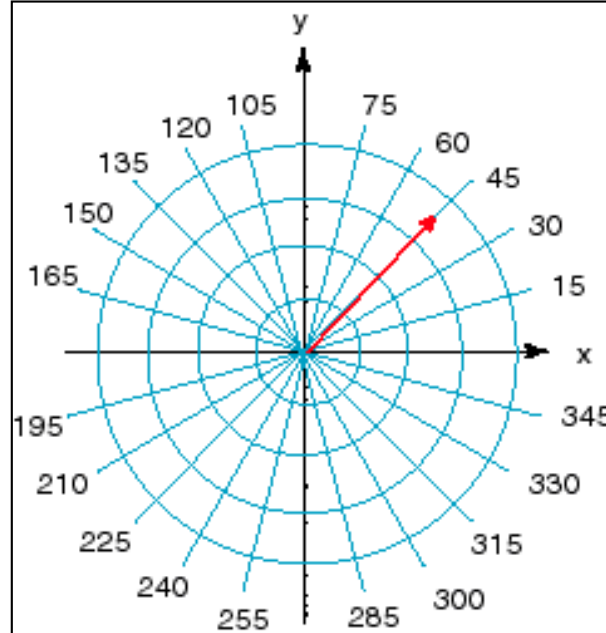
Yerdeğiştirme bir vektördür.

Vektörlerin gösterimi

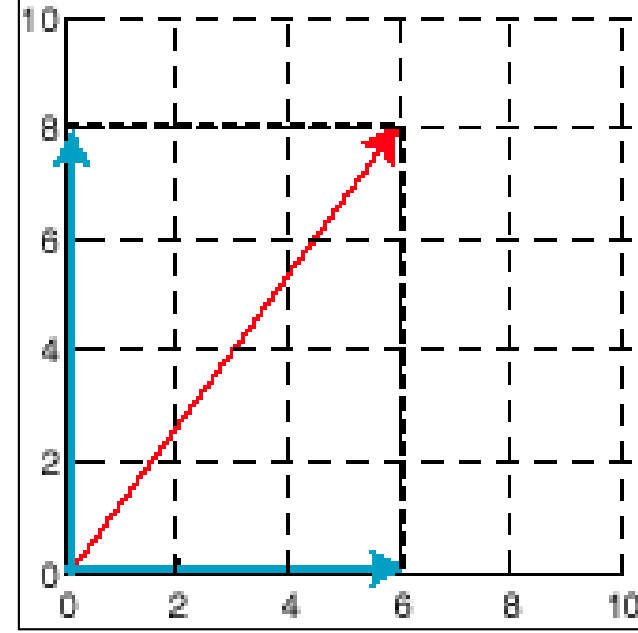
Grafik



Kutupsal



Kartezyen



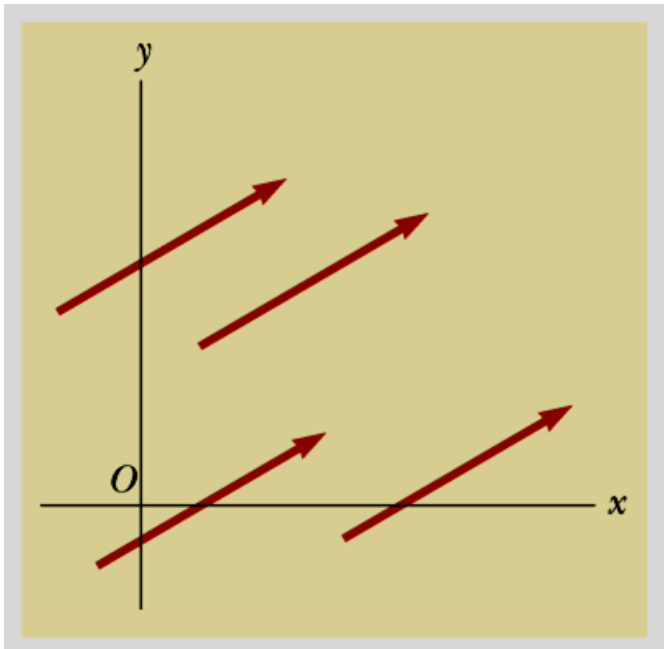
Büyüklik Doğrultu

x ve y bileşenleri

Probleme en uygun gösterimi kullanın

Vektörlerin bazı özellikleri

- İki vektörün eşitliği:
 - İki vektör aynı büyüklükte ve yönde ise, eşittir.
- Vektörlerin hareketi:
 - Herhangi bir vektör büyüklüğü ve yönü değiştirilmeden hareket ettirilebilir.



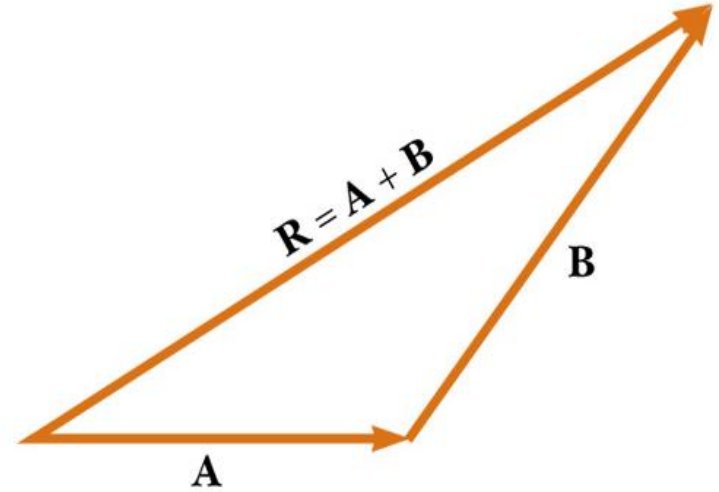
Bu dört vektör eşittir, çünkü aynı büyüklük ve yöndeler.

Vektörlerin toplanması

- Vektörler toplandığında yönler dikkate alınmalıdır.
- Birimler aynı olmalıdır.
- Grafikselle yöntemler.
- Cebirsel yöntemler.

Toplamanın grafik (üçgen) yöntemi:

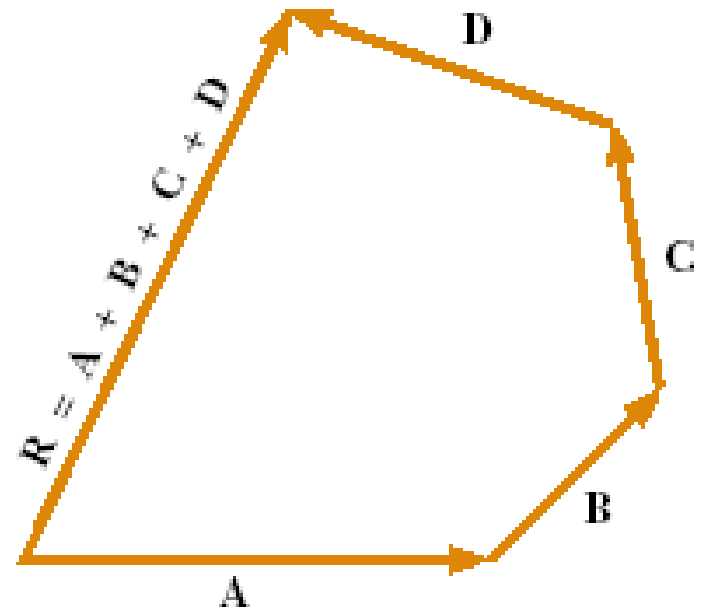
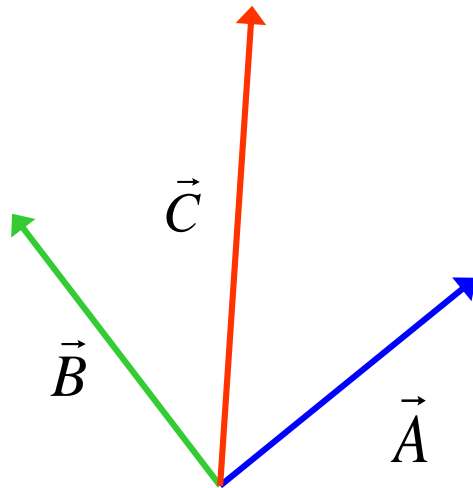
- Vektörler (yön ve büyüklük değiştirilmeden) kuyruktan-uca çizilir.
- Bileşke, **A**'nın başlangıcından son vektörün ucuna çizilir.
- Bileşke **R** vektörünün boyu ve açısı ölçülür.
 - Uzunluğu gerçek büyüklüğe dönüştürmek için ölçek çarpanı kullanılır.



Vektörlerin toplanması (Grafik olarak)

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$$

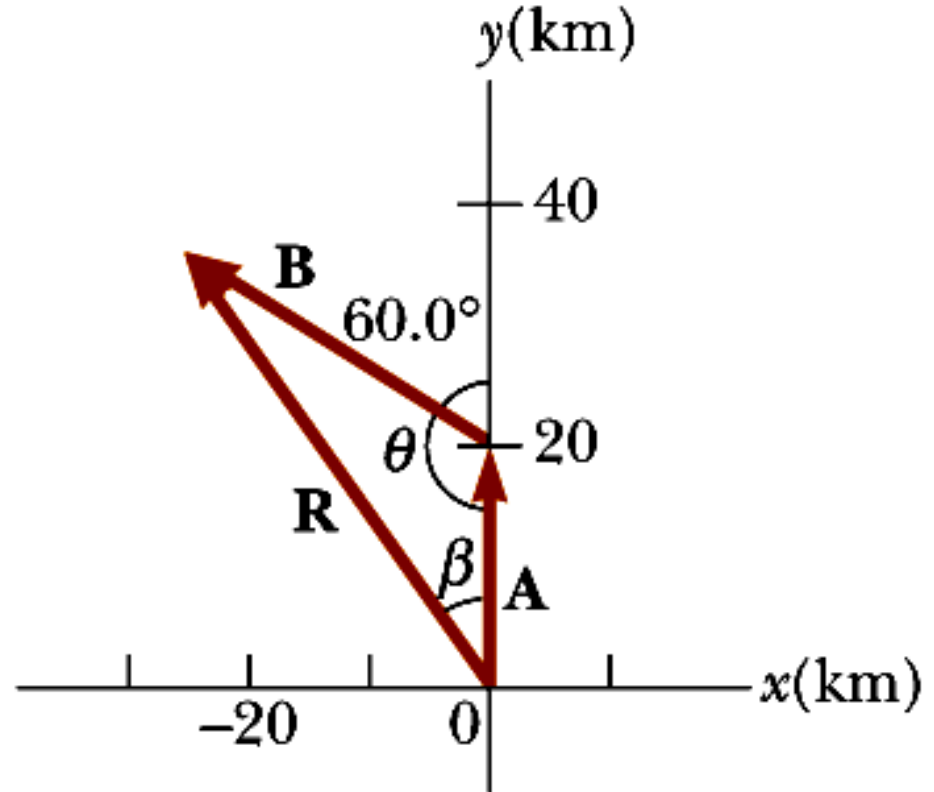
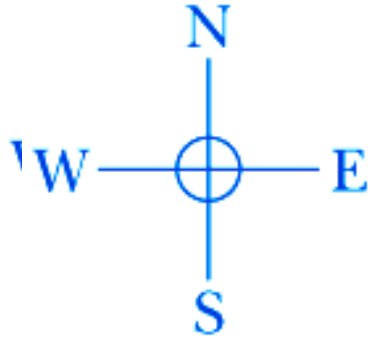
- Vektörler kuyruktan-uca eklenir



Örnek (vektörlerin toplanması)

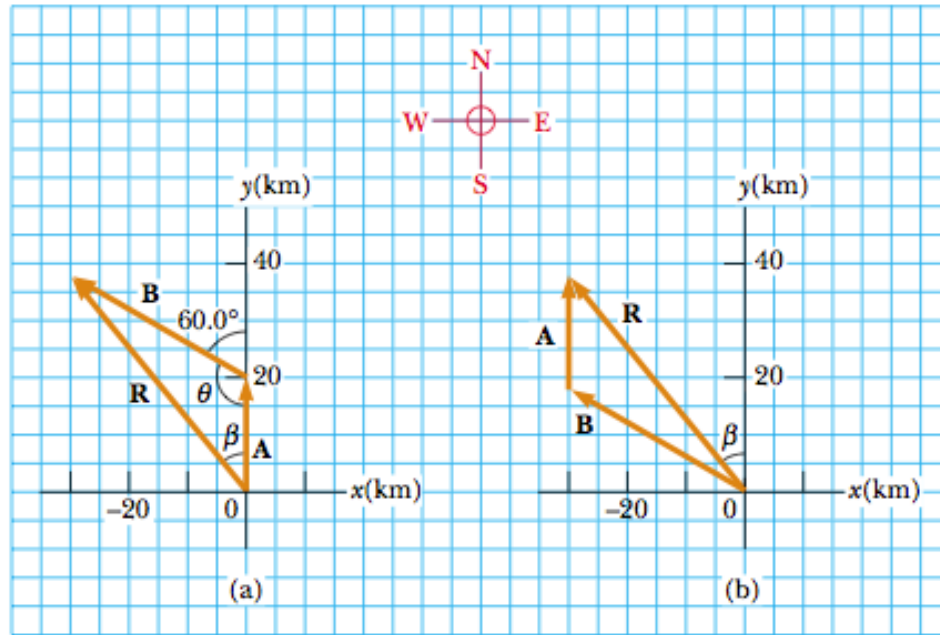
Bir araba 20 km kuzeye ve şekildeki gibi kuzeyden batıya 60° açıyla 35 km gidiyor.

Arabanın bileşke yerdeğiştirmesinin büyüklüğü ve yönü!!



Sadece 20 ve 35' i toplayarak bileşke vektörü elde edemeyiz!

Çözüm:



a) $\theta = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta$$

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta} \\ &= \sqrt{(20.0 \text{ km})^2 + (35.0 \text{ km})^2 - 2(20.0 \text{ km})(35.0 \text{ km}) \cos 120^\circ} \\ &= 48.2 \text{ km} \end{aligned}$$

b)

$$\frac{\sin \beta}{B} = \frac{\sin \theta}{R}$$

$$\sin \beta = \frac{B}{R} \sin \theta = \frac{35.0 \text{ km}}{48.2 \text{ km}} \sin 120^\circ = 0.629$$

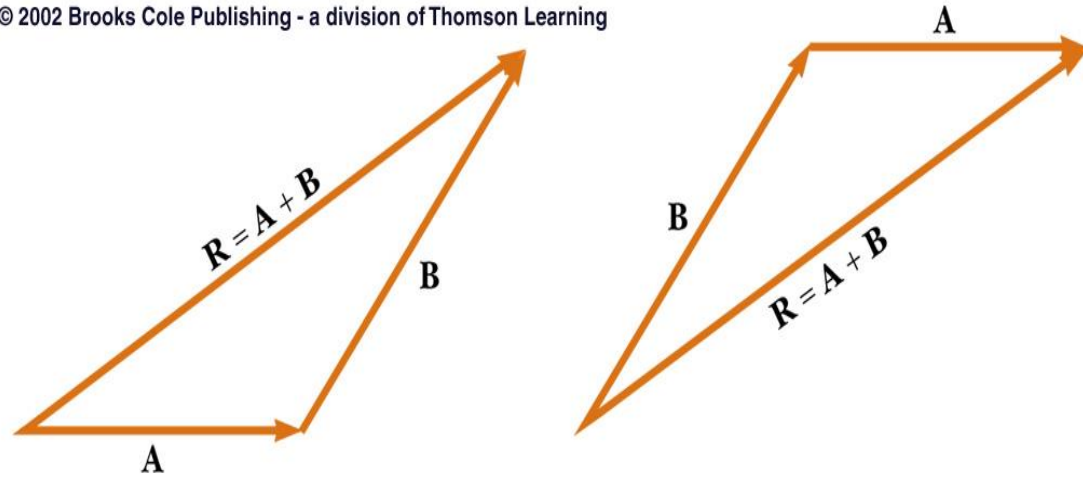
$$\beta = 39.0^\circ$$

Vektör toplamda paralel kenar kuralı

© 2002 Brooks Cole Publishing - a division of Thomson Learning

Vektör toplamının değişme özelliği

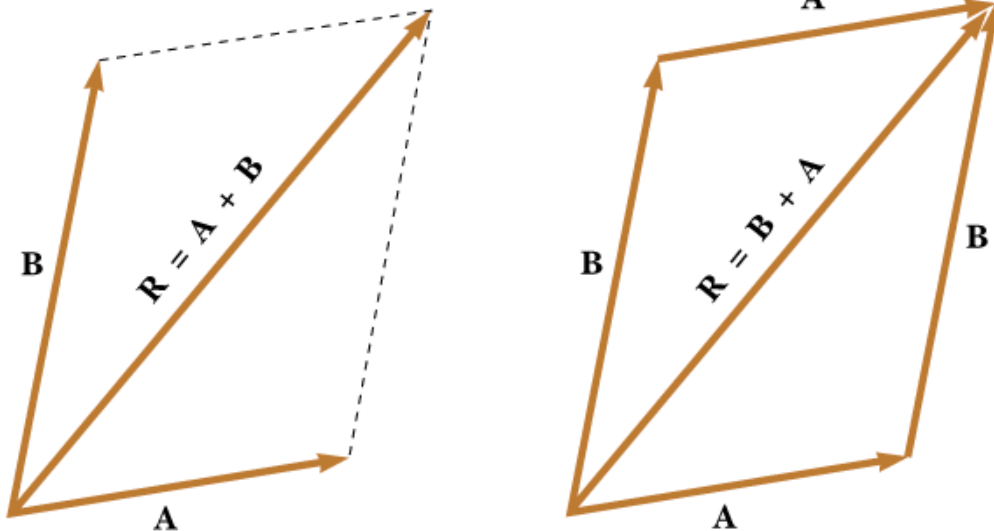
- Vektörlerin eklenme sırası sonucu etkilemez



(a)

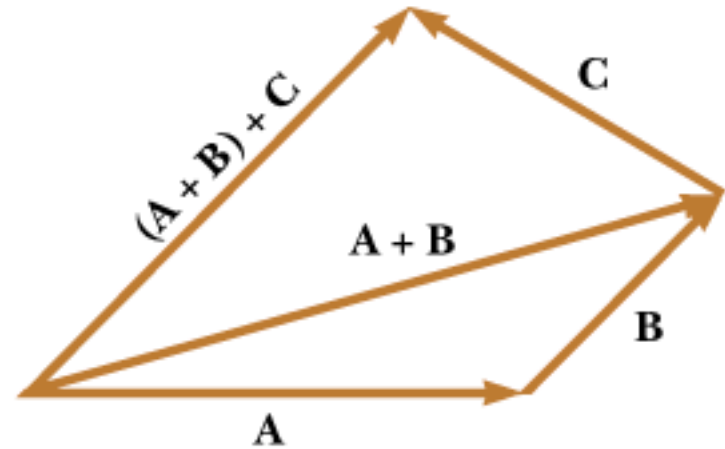
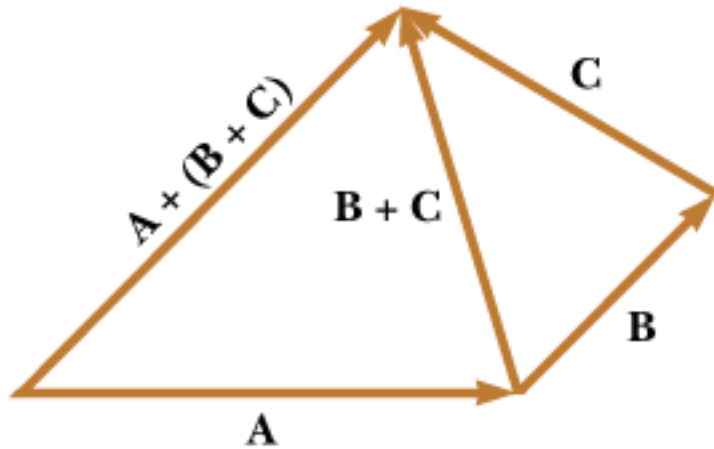
(b)

Commutative Law



$$\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{B} + \mathbf{A}$$

Vektör toplamanın birleşme özelliği



$$\mathbf{A} + (\mathbf{B} + \mathbf{C}) = (\mathbf{A} + \mathbf{B}) + \mathbf{C}$$

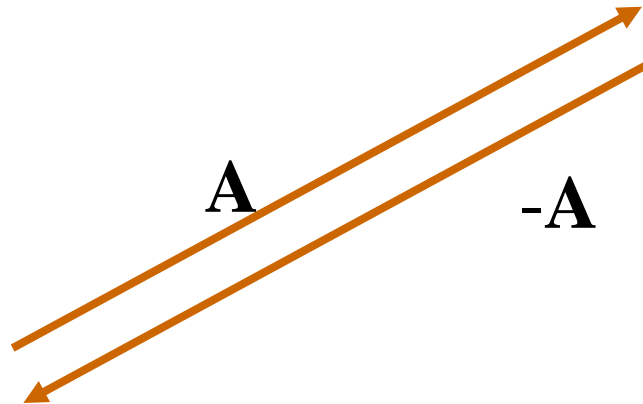
Üç veya daha fazla vektör toplanırken, sonuç vektörlerin birbirleriyle gruplandırılma şeklinden bağımsızdır

Bir vektörün negatifi

A vektörünün negatifi, **A** vektörüyle toplandığında sonucu sıfır eden vektör olarak tanımlanır.

A ve $-\mathbf{A}$ vektörleri aynı büyüklükte fakat zıt yöndedirler

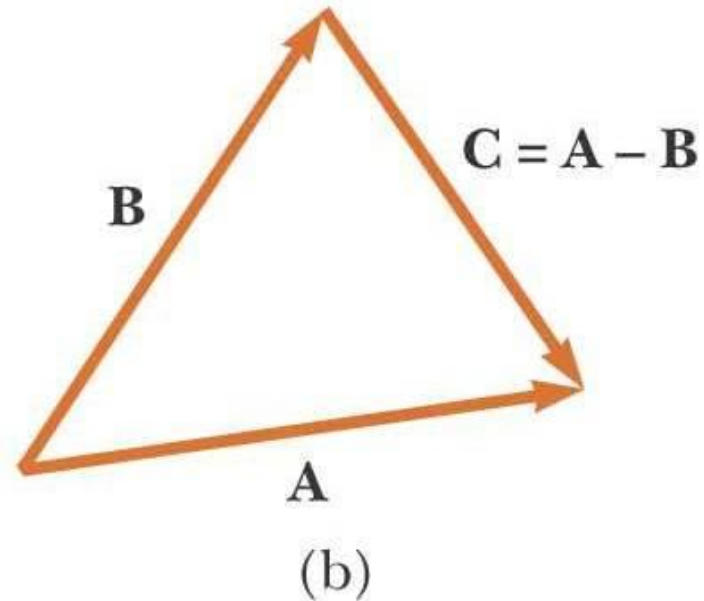
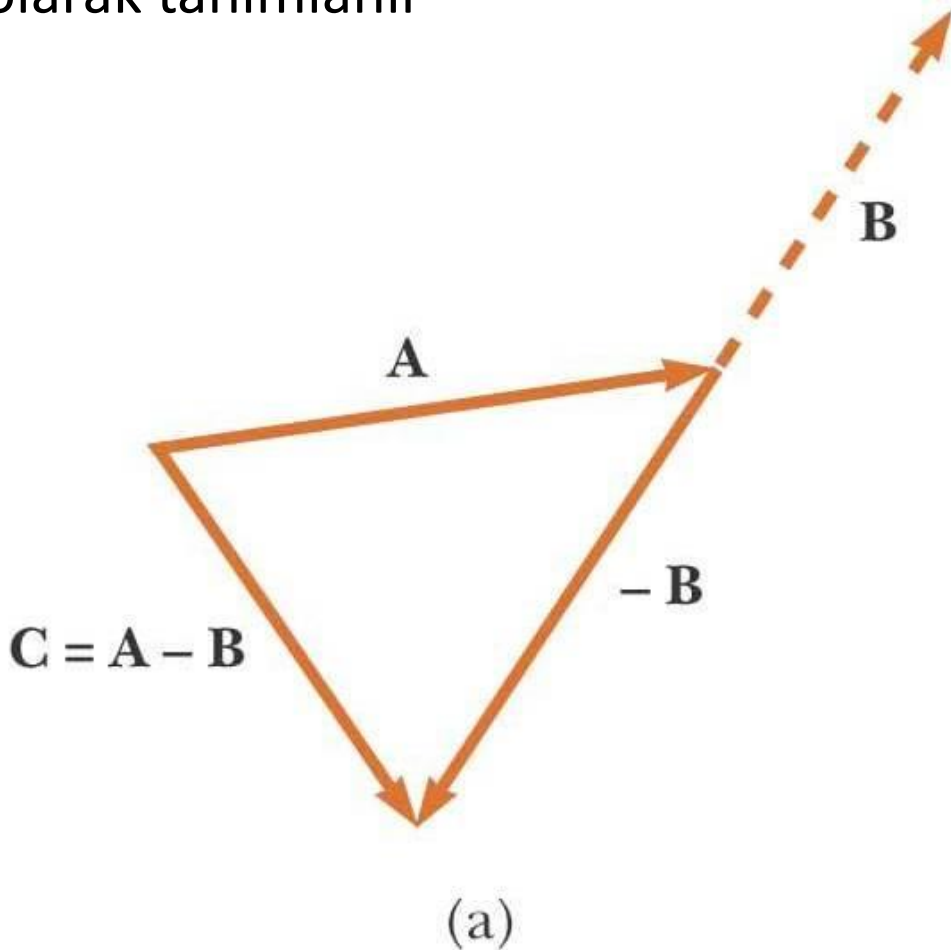
$$\mathbf{A} + (-\mathbf{A}) = 0$$



Vektörlerin çıkarılması

A - B işlemi, **A** vektörü ile toplanan **- B** vektörü olarak tanımlanır

$$\mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-\mathbf{B})$$

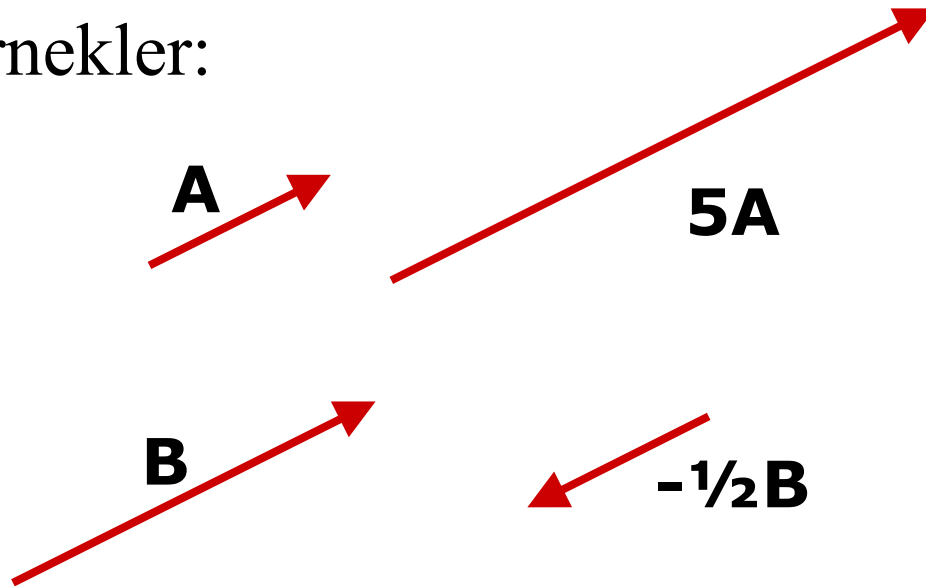


Bir vektörün bir skalerle çarpılması

Bir **A** vektörü pozitif bir m skaleriyle çarpılırsa, $m\mathbf{A}$ vektörü; **A** ile aynı yönde mA büyüklüğündedir.

Negatif bir skalerle çarpılırsa yönü **A** ile zıt olur.

Örnekler:



Bir vektörün bileşenleri

x - y düzlemindeki herhangi bir **A** vektörü, A_x ve A_y dik bileşenleri ile temsil edilebilir:

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_x + \mathbf{A}_y$$

$$A_x = A \cos \theta$$

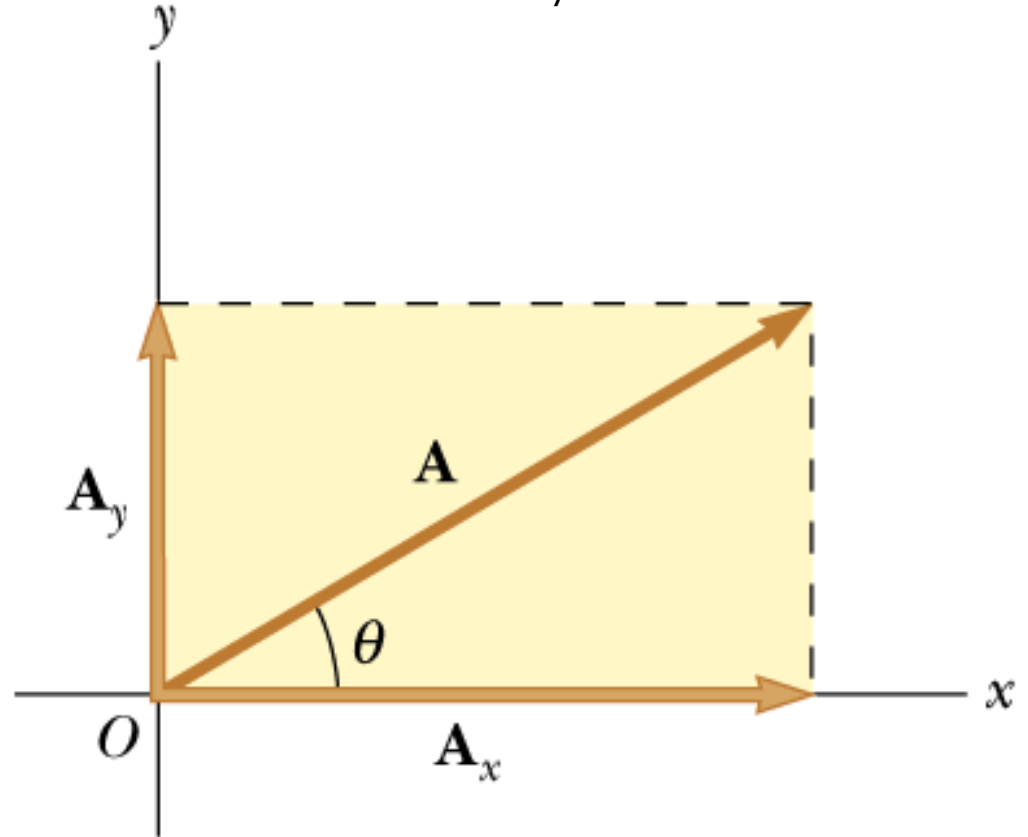
$$A_y = A \sin \theta$$

A vektörünün büyüklüğü:

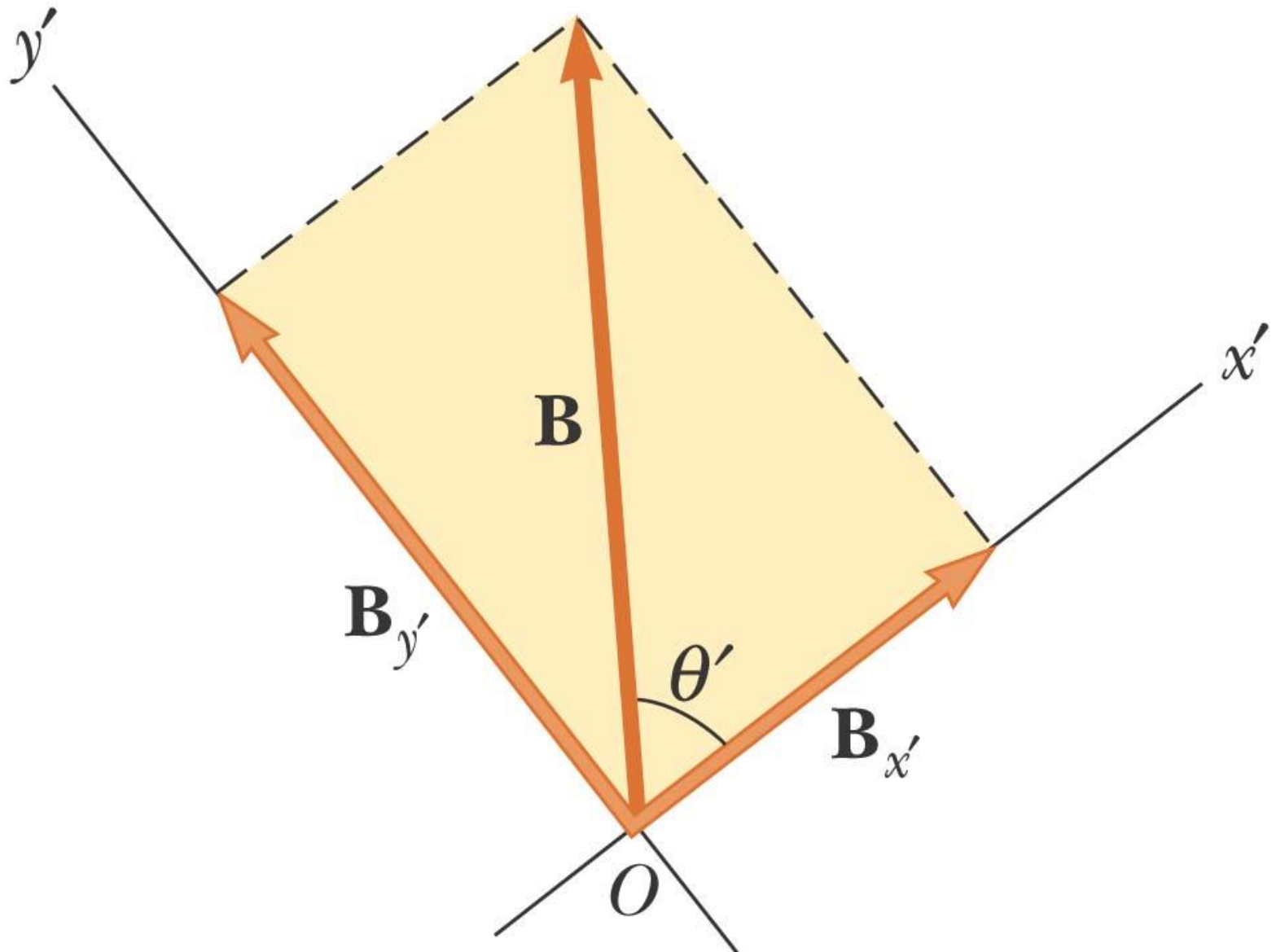
$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

A vektörünün yönü:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{A_y}{A_x} \right)$$



Eğik koordinat sistemindeki bir **B** vektörünün bileşenleri:



Bir vektörün bileşenlerinin işaretleri:

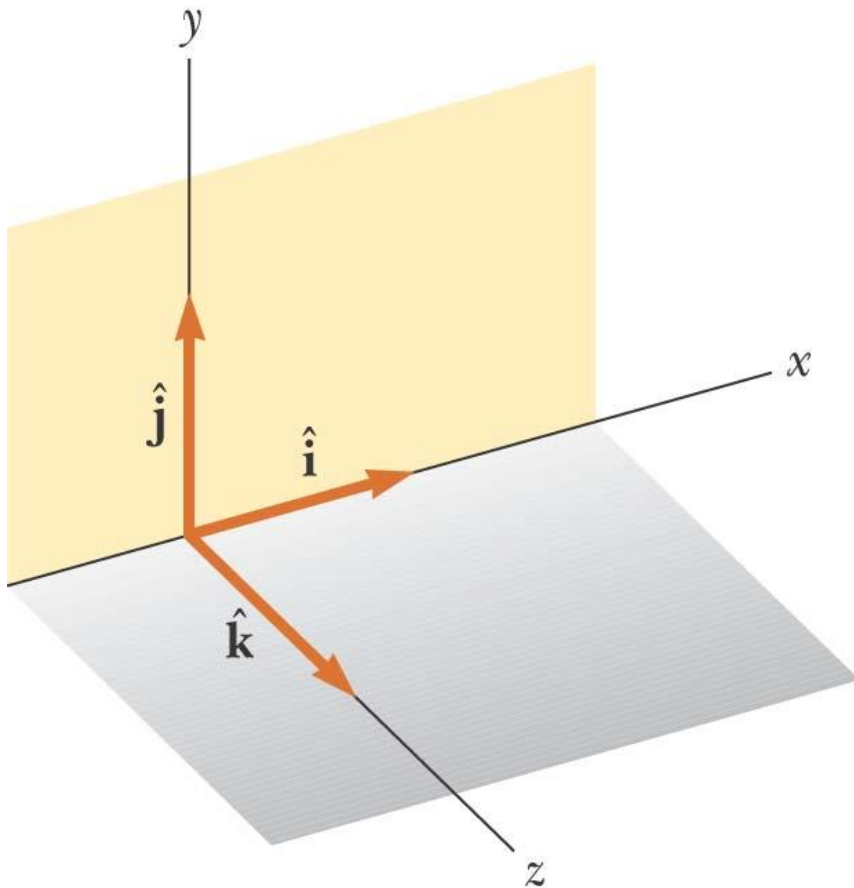
A_x and A_y bileşenlerinin işaretleri, θ açısına bağlıdır, pozitif veya negatif olabilir.

Herhangi bir **A** vektörünün bileşenlerinin işaretleri, vektörün yerleştirildiği çeyrek daireye bağlıdır:

y	
A_x negative A_y positive	A_x positive A_y positive
x	
A_x negative A_y negative	A_x positive A_y negative

Birim vektörler

- Birim vektör, büyüklüğü 1 olan boyutsuz bir vektördür.
- Birim vektörler verilen bir yönü belirtmede kullanılırlar.
- \hat{i} , \hat{j} , \hat{k} ; x-, y- and z-doğrultularını gösteren birim vektörlerdir.
- \hat{i} , \hat{j} , \hat{k} koordinat sisteminde dik vektörler takımı oluştururlar.



- Yön bilgisi taşır

$$\hat{i} \rightarrow x$$

$$\hat{j} \rightarrow y$$

$$\hat{k} \rightarrow z$$

- Birim büyüklüktedir

$$|\hat{i}| = 1$$

- Boyutsuzdur

$$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

Hız vektörü

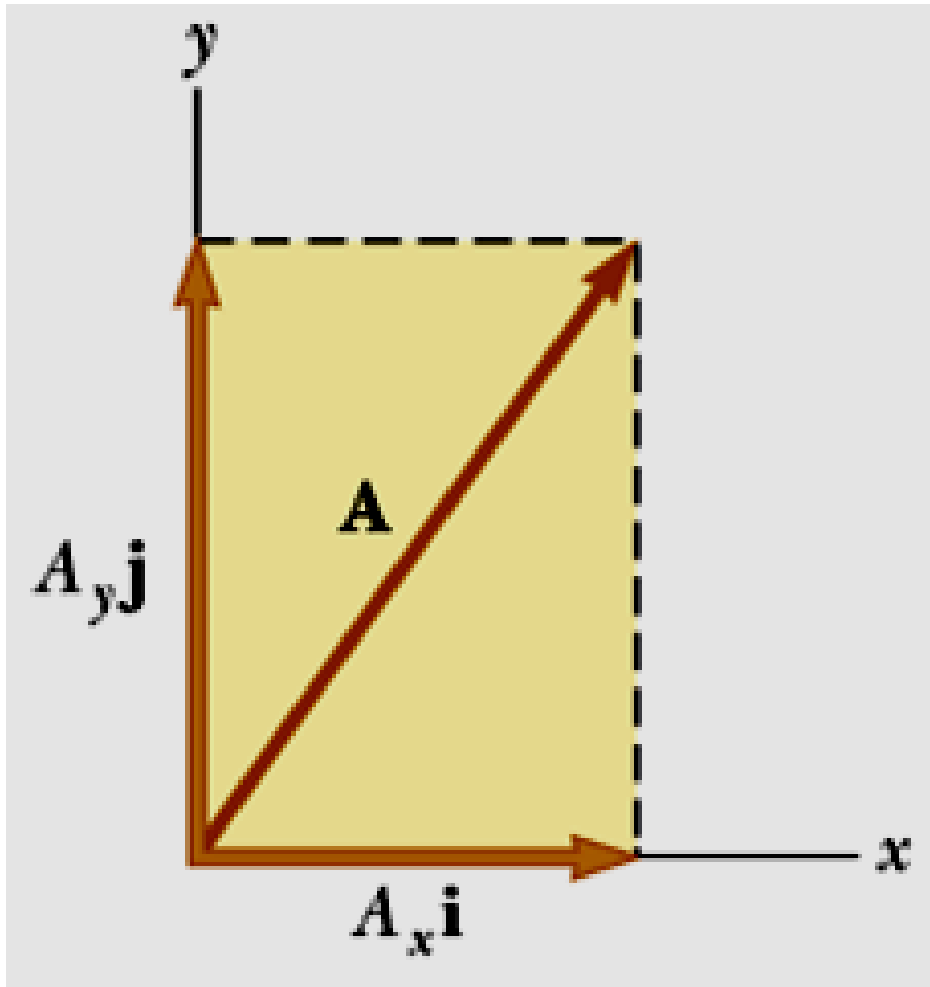
Hız vektörünün hız bileşeni

x yönündeki birim vektör

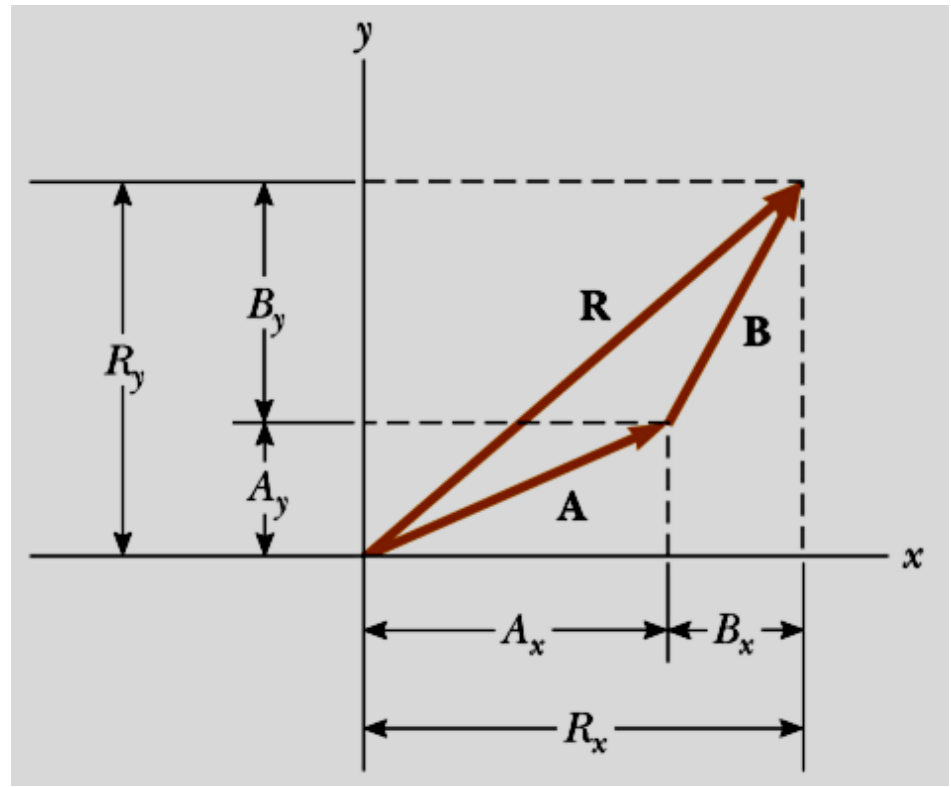
Bir **A** vektörünün birim vektörlerle gösterimi:

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} \quad (2 \text{ boyutta}) \quad \mathbf{2D}$$

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k} \quad (3 \text{ boyutta}) \quad \mathbf{3D}$$



Birim vektörleri kullanarak vektörlerin toplanması



Hesaplamak istediğimiz: $\mathbf{R} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$

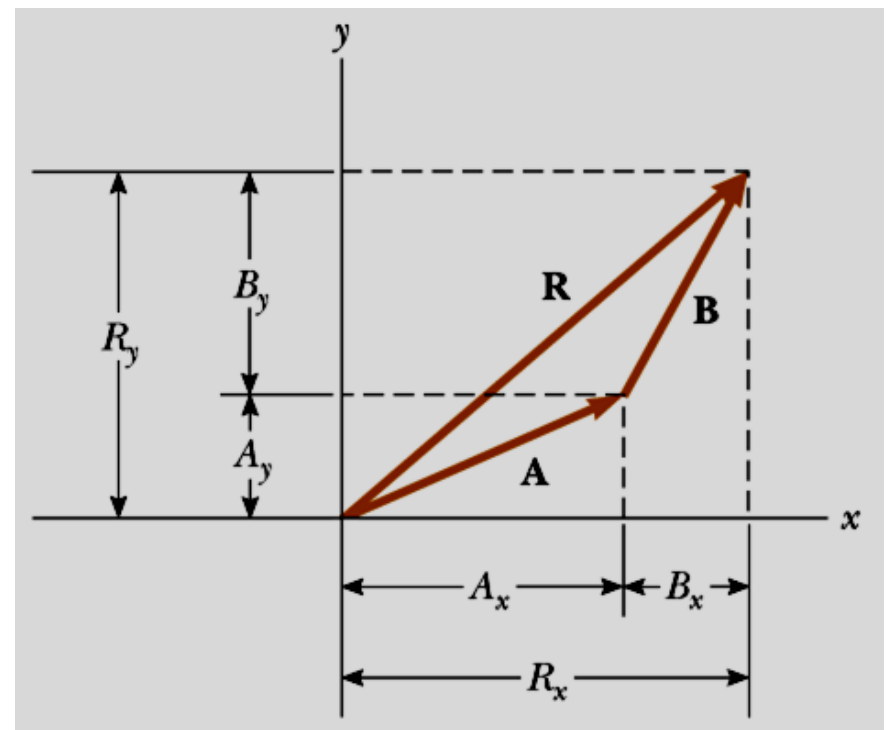
Şekilden: $\mathbf{R} = (A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j}) + (B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j})$

$$\mathbf{R} = (A_x + B_x) \mathbf{i} + (A_y + B_y) \mathbf{j}$$

$\mathbf{R} = R_x \mathbf{i} + R_y \mathbf{j}$
olduğundan

\mathbf{R}' nin bileşenleri: $R_x = A_x + B_x$
 $R_y = A_y + B_y$

Birim vektörleri kullanarak vektörlerin toplanması:



R'nin büyüklüğü:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(A_x + B_x)^2 + (A_y + B_y)^2}$$

R vektörü ile **x**-ekseni arasındaki θ açısı: $\tan \theta = \left(\frac{R_y}{R_x} \right) = \left(\frac{A_y + B_y}{A_x + B_x} \right)$

3-boyutta **z**-ekseni ve **k** birim vektörü ilave edilir. (**3D**)

Örnek:

Aşağıdaki vektörlerin toplamını bulun:

$$\vec{\mathbf{A}} = 12m \cdot \hat{\mathbf{i}} + 5m \cdot \hat{\mathbf{j}}$$

$$\vec{\mathbf{B}} = 2m \cdot \hat{\mathbf{i}} - 5m \cdot \hat{\mathbf{j}}$$

$$\vec{\mathbf{C}} = \vec{\mathbf{A}} + \vec{\mathbf{B}}$$

$$= (12m \cdot \hat{\mathbf{i}} + 5m \cdot \hat{\mathbf{j}}) + (2m \cdot \hat{\mathbf{i}} - 5m \cdot \hat{\mathbf{j}})$$

$$= (12m + 2m)\hat{\mathbf{i}} + (5m - 5m)\hat{\mathbf{j}}$$

$$= 14m \cdot \hat{\mathbf{i}}$$

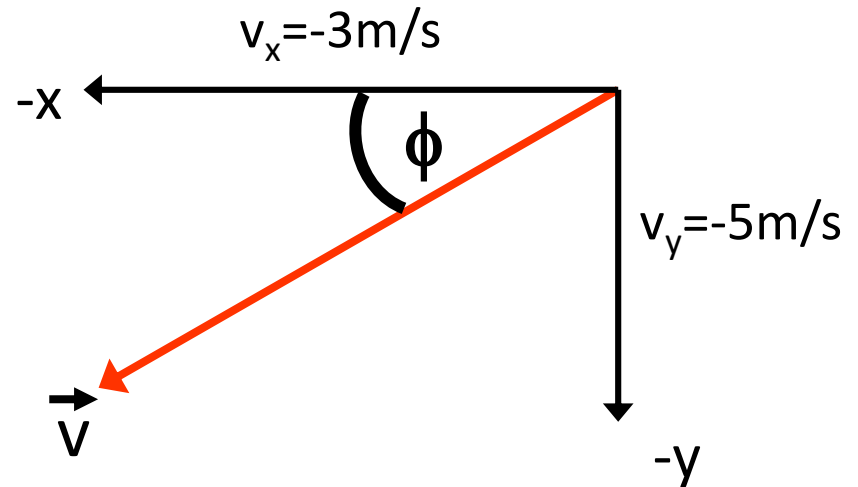
Örnek:

Verilen hız vektörünün büyüklük ve yönünü bulun:

$$\vec{v} = (v_x, v_y) = (-3, -5) \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{\left(-3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(-5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 5.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{-5}{-3}\right) = 59^\circ$$



Not: ϕ , $-x$, $-y$ kısmındadır, bu nedenle;

$$\theta = 59^\circ + 180^\circ = 239^\circ$$

Örnek:

Verilen hızı kullanarak ivmeyi hesaplayın;

$$\vec{v} = 5\hat{i} - gt \hat{j}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}(5) = 0$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d}{dt}(-gt) = -g$$

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} = -g \hat{j}$$

Örnek:

Serway/ Örnek 3.4

Bir parçacık, $\mathbf{d}_1 = (15\hat{\mathbf{i}} + 30\hat{\mathbf{j}} + 12\hat{\mathbf{k}})$ cm, $\mathbf{d}_2 = (23\hat{\mathbf{i}} - 14\hat{\mathbf{j}} - 5.0\hat{\mathbf{k}})$ cm ve $\mathbf{d}_3 = (-13\hat{\mathbf{i}} + 15\hat{\mathbf{j}})$ cm ile verilen ardışık üç yerdeğiştirmeye uğramaktadır. Parçacığın bileşke yerdeğiştirmesinin bileşenlerini ve büyüklüğünü bulunuz.

Çözüm: $\mathbf{R} = \mathbf{d}_1 + \mathbf{d}_2 + \mathbf{d}_3$

$$\begin{aligned} &= (15 + 23 - 13)\hat{\mathbf{i}} \text{ cm} + (30 - 14 + 15)\hat{\mathbf{j}} \text{ cm} \\ &\quad + (12 - 5.0 + 0)\hat{\mathbf{k}} \text{ cm} \\ &= (25\hat{\mathbf{i}} + 31\hat{\mathbf{j}} + 7.0\hat{\mathbf{k}}) \text{ cm} \\ R_x &= 25 \text{ cm}, R_y = 31 \text{ cm}, R_z = 7.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \\ &= \sqrt{(25 \text{ cm})^2 + (31 \text{ cm})^2 + (7.0 \text{ cm})^2} = 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

Skaler çarpım:

- Bir vektörün bir skalerle çarpımı:

$$c\vec{A} = (cA_x)\hat{i} + (cA_y)\hat{j}$$

- Örnek:

$$\vec{A} = (3m)\hat{i} - (5m)\hat{j}$$

$$3\vec{A} = (9m)\hat{i} - (15m)\hat{j}$$

Vektörlerin özellikleri:

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$$

Toplama

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$$

Yerdeğiştirme

$$(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c})$$

Birleşme

$$c(\vec{a} + \vec{b}) = c\vec{a} + c\vec{b}$$

Dağılım

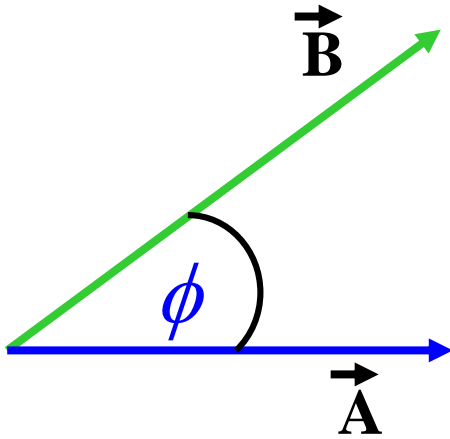
$$(c + d)\vec{a} = c\vec{a} + d\vec{a}$$

Dağılım

Vektörlerde Nokta veya Skaler çarpım

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \phi = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

ϕ , vektörler arası açıdır (başlangıçları bir araya geldiğinde)

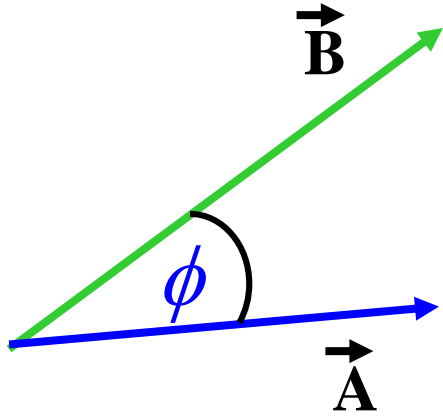


Hatırlatma: $\cos(\phi) = \cos(-\phi)$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

Nokta çarpım: Fiziksel anlamı

Bir vektörün diğeri boyunca ne kadar olduğunu ölçüsüdür.



$$\phi = 0^\circ \Rightarrow \vec{A} \cdot \vec{B} = AB$$

$$\phi = 90^\circ \Rightarrow \vec{A} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \phi = A(B \cos \phi)$$

Örnek: **A** ve **B** vektörleri arasındaki ϕ açısını bulunuz:

$$\vec{A} = (3m)\hat{i} + (2m)\hat{j}$$

$$\vec{B} = (-3m)\hat{i} + (1m)\hat{j}$$

Çözüm:

ϕ için çözersek:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \phi$$

$$\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|} = \cos \phi$$

$$\phi = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|} \right)$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{(3m)^2 + (2m)^2} = \sqrt{13} m$$

$$|\vec{B}| = \sqrt{(-3m)^2 + (1m)^2} = \sqrt{10} m$$

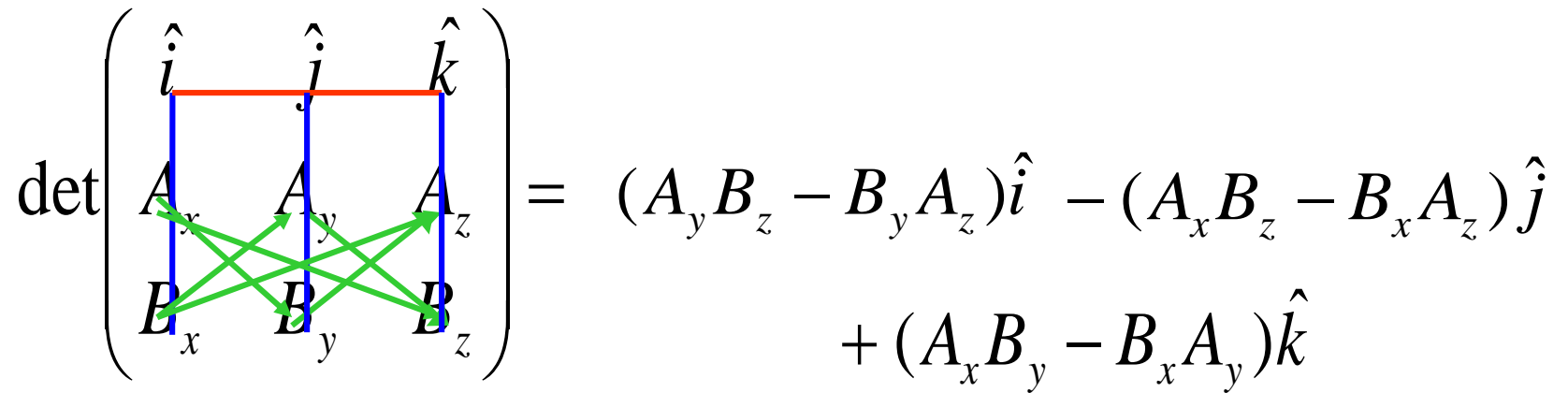
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (3m)(-3m) + (2m)(1m) = -7m^2$$

$$\phi = \cos^{-1} \left(\frac{-7m^2}{\sqrt{13}m \sqrt{10}m} \right) = 128^\circ$$

“Çapraz” veya Vektör Çarpım

Vektörleri çarpmanın diğer yolu...

$$\vec{A} \times \vec{B} = \dots$$

$$\det \begin{pmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{pmatrix} = (A_y B_z - B_y A_z) \hat{i} - (A_x B_z - B_x A_z) \hat{j} + (A_x B_y - B_x A_y) \hat{k}$$


Sadece büyüklük...

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = AB \sin \phi$$

Örnek:

\vec{A} ve \vec{B} nin vektör çarpımını bulun;

$$\vec{A} = (12m)\hat{i} + (23m)\hat{j} + 0\hat{k}$$

$$\vec{B} = (-31m)\hat{i} + (18m)\hat{j} + 0\hat{k}$$

Sadece **xy**-
düzleminde

$$\vec{A} \times \vec{B} = \det \begin{pmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 12 & 23 & 0 \\ -31 & 18 & 0 \end{pmatrix} = (23*0 - 18*0)\hat{i} - (12*0 - (-31)*0)\hat{j} + (12*18 - (-31)*23)\hat{k} = (929m^2)\hat{k}$$

xy-düzlemine
dik

Birim vektörlerin çarpımları

$$\hat{i} \times \hat{i} = 0$$

$$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$$

$$\hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k}$$

$$\hat{j} \times \hat{j} = 0$$

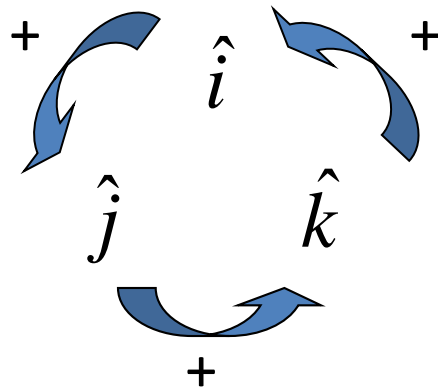
$$\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$$

$$\hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}$$

$$\hat{k} \times \hat{k} = 0$$

$$\hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$$

$$\hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j}$$



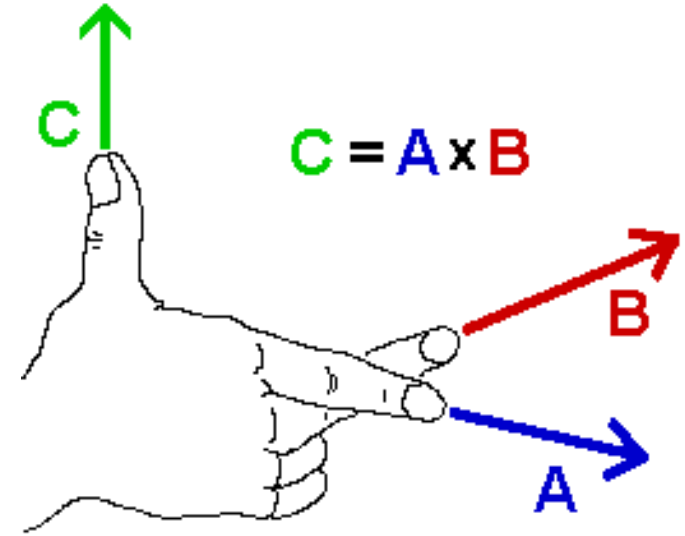
Bileşenlerle çarpılabilir, ancak genelde daha fazla zaman alır ve hata yapma ihtimali artar.

$$A_x \hat{i} \times B_y \hat{j} = A_x B_y \hat{k}$$

Vektör çarpımda yön

Sağ el kuralı;

- Parmaklarınızı ilk vektör doğrultusunda yöneltin,
- Orta parmağınızı ikinci vektör yönünde bükün,
- Bunlara dik başparmak vektör çarpımın yönünü gösterir.



Vektör çarpımın özellikleri;

- Vektör çarpımı, \vec{A} ve \vec{B} ile oluşan düzlem yüzeyine diktir.
- Antisimetriktir. $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$

Vektör çarpımının özellikleri

$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

Antisimetri

$$(c\vec{A}) \times \vec{B} = c(\vec{A} \times \vec{B}) = \vec{A} \times (c\vec{B})$$

Bir skalerle çarpım

$$\vec{A} \times (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} \times \vec{B}) + (\vec{A} \times \vec{C})$$

Dağılım

$$(\vec{A} + \vec{B}) \times \vec{C} = (\vec{A} \times \vec{C}) + (\vec{B} \times \vec{C})$$

Dağılım

$$\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = (\vec{A} \times \vec{B}) \cdot \vec{C}$$

Üçlü çarpım

$$\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = (\vec{A} \cdot \vec{C})\vec{B} - (\vec{A} \cdot \vec{B})\vec{C}$$

Üçlü çarpım

Vektörlerin Çarpımı

- Nokta Çarpım

- Sonuç skalerdir.
- Bir vektörün diğerine izdüşümü.

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \phi$$

- Vektör çarpım

- Sonuç vektördür.
- Sonuç vektörü her iki vektöre diktir.

Sadece büyüklük:

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = AB \sin \phi$$

BÖLÜM

SEÇİLMİŞ PROBLEMLER

Problem 1

Bir noktanın kutupsal koordinatları $r=5.50$ m ve $\theta=240^\circ$ dir. Bu noktanın kartezyen koordinatları nedir?

ÇÖZÜM:

$$x = r \cos \theta = (5.50 \text{ m}) \cos 240^\circ = (5.50 \text{ m})(-0.5) = \boxed{-2.75 \text{ m}}$$

$$y = r \sin \theta = (5.50 \text{ m}) \sin 240^\circ = (5.50 \text{ m})(-0.866) = \boxed{-4.76 \text{ m}}$$

Problem 2

B vektörünün x, y ve z bileşenleri sırasıyla 4, 6 ve 3 birimdir. **B** nin büyüklüğünü ve **B** nin koordinat eksenleriyle yaptığı açıları hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

$$\mathbf{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}$$

$$= 4\hat{i} + 6\hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\begin{aligned} |\mathbf{B}| &= \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \\ &= \sqrt{4^2 + 6^2 + 3^2} = 7.81 \end{aligned}$$

$$\cos \alpha = \frac{|B_x|}{|\mathbf{B}|}$$

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{|B_x|}{|\mathbf{B}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{4}{7.81}\right) = 59.2^\circ$$

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{|B_y|}{|\mathbf{B}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{6}{7.81}\right) = 39.8^\circ$$

$$\gamma = \cos^{-1}\left(\frac{|B_z|}{|\mathbf{B}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{3}{7.81}\right) = 67.4^\circ$$

Problem 3

Bileşenleri (3.00, 2.00) m, (-5.00, 3.00) m ve (6.00, 1.00) m olan üç yerdeğiştirmenin bileşkesinin büyüklüğü ve yönünü bulunuz.

ÇÖZÜM:

Bileşke=

$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(x_1 + x_2 + x_3)^2 + (y_1 + y_2 + y_3)^2} \\ &= \sqrt{(3.00 - 5.00 + 6.00)^2 + (2.00 + 3.00 + 1.00)^2} = \sqrt{52.0} = \boxed{7.21 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{6.00}{4.00}\right) = \boxed{56.3^\circ}$$

Problem 4

İki vektör $\mathbf{A}=3\mathbf{i}-2\mathbf{j}$ ve $\mathbf{B}=-\mathbf{i}-4\mathbf{j}$ ile verilmektedir.

(a) $\mathbf{A}+\mathbf{B}$ yi,

$$(a) \quad (\mathbf{A} + \mathbf{B}) = (3\hat{\mathbf{i}} - 2\hat{\mathbf{j}}) + (-\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}}) = \boxed{2\hat{\mathbf{i}} - 6\hat{\mathbf{j}}}$$

(b) $\mathbf{A}-\mathbf{B}$ yi,

$$(b) \quad (\mathbf{A} - \mathbf{B}) = (3\hat{\mathbf{i}} - 2\hat{\mathbf{j}}) - (-\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}}) = \boxed{4\hat{\mathbf{i}} + 2\hat{\mathbf{j}}}$$

(c) $|\mathbf{A}+\mathbf{B}|$ yi,

$$(c) \quad |\mathbf{A} + \mathbf{B}| = \sqrt{2^2 + 6^2} = \boxed{6.32}$$

(d) $|\mathbf{A}-\mathbf{B}|$ yi,

$$(d) \quad |\mathbf{A} - \mathbf{B}| = \sqrt{4^2 + 2^2} = \boxed{4.47}$$

(e) $\mathbf{A}+\mathbf{B}$ ve $\mathbf{A}-\mathbf{B}$ 'nin yönünü bulunuz.

$$(e) \quad \theta_{|\mathbf{A}+\mathbf{B}|} = \tan^{-1}\left(-\frac{6}{2}\right) = -71.6^\circ = \boxed{288^\circ}$$

$$\theta_{|\mathbf{A}-\mathbf{B}|} = \tan^{-1}\left(\frac{2}{4}\right) = \boxed{26.6^\circ}$$