

TEMEL MEKANİK

I



Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali Dayıođlu

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliđi Bölümü

Ders Kitapları:

- Mühendisler İçin Vektör Mekaniği, Statik, Yazarlar: Ferdinand P. Beer, E. Russel Johnston, Elliot R. Eisenberg, 2008, Güven Yayınları, İzmir
Çevirenler: Ömer Gündoğdu, Halil Rıdvan Öz, Osman Kopmaz.
- Mühendisler İçin Vektör Mekaniği, Statik, Yazarlar: Ferdinand Pierre Beer, E. Russel Johnston Jr, David F. Mazurek, 2015, Literatür Yayıncılık, İstanbul,
Çevirenler: Ömer Gündoğdu, Osman Kopmaz.

Diğer Kaynaklar:

- Ferdinand Pierre Beer, E. Russel Johnston Jr, David F. Mazurek, 2015. Vector Mechanics for Engineers 11e : Statics : SI Units, McGraw Hill, USA.
- Russell C. Hibbeler, 2016. Engineering Mechanics: Statics in SI Units (14e), Pearson Higher Ed USA.

Bu dersin genel amaçları

- Mekanik bilimini tanımlama,
- Temel ilkelerini kullanma,
- Mekanik problemlerini özme
- Probleme ilişkin çözüm yöntemi geliştirme

Mekaniğin tanımı

Mekanik kuvvetlerin etkisi altında cisimlerin hareketsiz kalmasını yada hareket halinde olmasını yöntemlere dayalı olarak tanımlayan bilimdir.

Mekanik üç ana bölüme ayrılır.

1. Rijit cisim mekaniği,
2. Elastik cisim mekaniği,
3. Akışkanlar mekaniği.

GENEL İLKELER



STATİK

Statik, kuvvet etkisi altında cisimlerin denge şartlarını inceleyen bir bilim dalıdır. Çelik asma köprüler statik ilkelerine göre tasarlanır.



STATİK

Statik, kuvvet etkisi altında cisimlerin denge şartlarını inceleyen bir bilim dalıdır.

Statik'in ilk ilkeleri ve bununla ilgili tanımlanan yasalar kaldırıcın bulunması ile başlamıştır.

Archimedes denge yasası ve kaldırıcaya ait ilk formülleri yazmıştır.

Bugüne gelinceye kadar birçok bilim adamı bu konuda çalışmışlardır.

Bazı bilim adamları;

- Galile,
- Stevinus,
- Varignon,
- Newton,
- D' Alembert,
- Lagrange ve
- Hamilton

Statik'te duran katı cisimler ile kuvvet arasındaki denge koşulları incelenir.

Dengelenmiş kuvvetler ve bunun geometrisi, matematiksel tanımları, analizi araştırılır.

Gerçekte kuvvet etkisi altında cisimler çoğu gözle görülmeyecek olsa da, bir miktar şekil değiştirirler.

Bu şekil değiştirmeler, ya çok küçük olduklarından denge şartlarının incelenmesinde göz önüne alınmaz yada cismin şekil değiştirmedeği varsayılır.

Bir başka deyişle, statik rijit cisimlerin kuvvet ve boyutları arasındaki etkileşimi inceler.

Temel kavramlar

Cisim: Uzayda yer kaplayan her şey cisim olarak tanımlanır. Mekanikte cisimler davranışına göre, rijit, elastik, elasto-plastik, vizkoelastik cisim olarak adlandırılır. Statikte ise cisimler rijit olarak kabul edilir. Yani cisimler kuvvet etkisi altında hiç şekil değiştirmezler.

Atalet: Atalet, cismin hareket sırasında değişikliğe karşı direnç gösterme özelliğidir

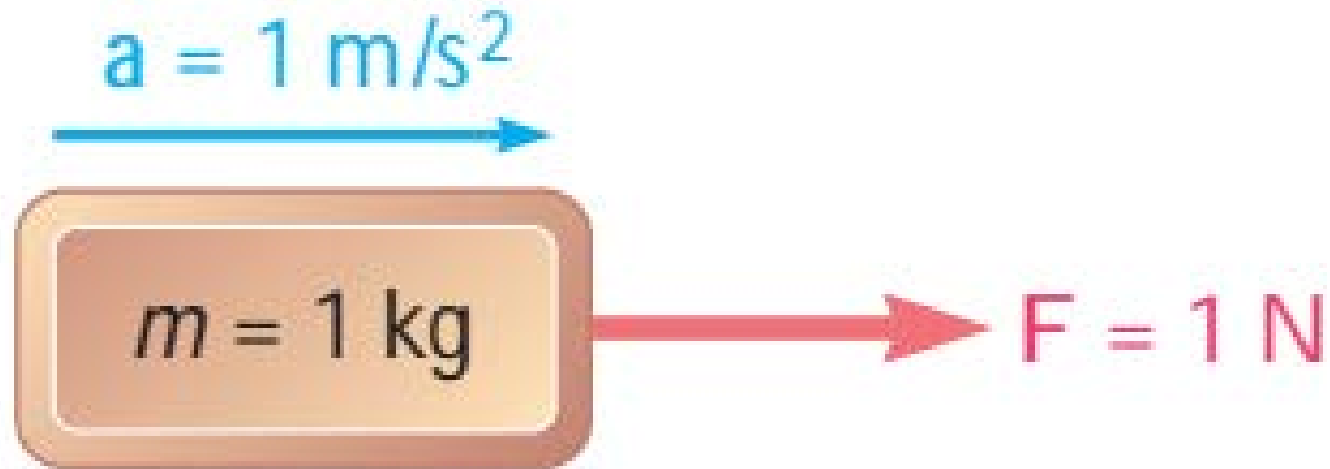
Mekanikte , dört temel kavram vardır:

- 1.Uzunluk, metre (m): Uzaydaki bir noktanın konumunu belirlemek, bir sistemin büyüklüğünü tanımlamak için gereklidir.
2. Zaman, saniye (s): Sistemlerin dinamik analizinde önemli rol oynar.
3. Kütle, kilogram (kg): Bir cismin fiziksel bir özelliğidir.
4. Kuvvet, Newton (N) , (kg.m/s²): Kuvvet, tatbik edildiği cisimlerin buldukları konumları değiştirmeye çalışan fiziksel bir etki olarak tanımlanabilir.

Burada , **SI (the International System of Units)** mutlak birim sistemi kullanılacaktır.

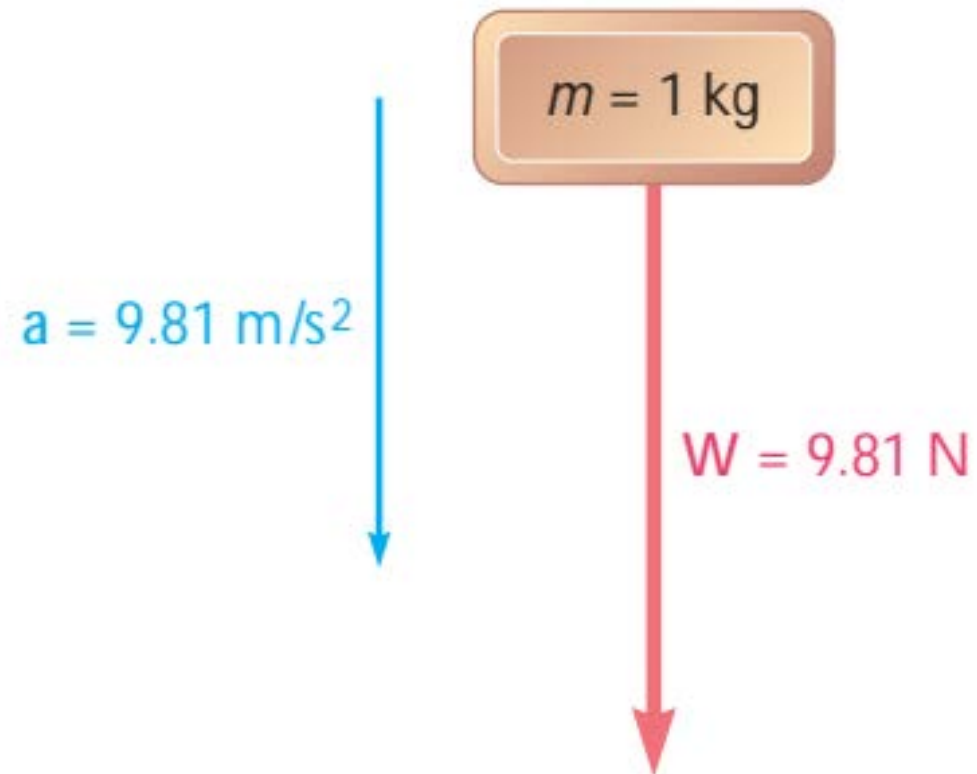
Kuvvet

- Kuvvet birimi Newton'dur .
- 1 Newton , 1 kg ' lık kütleye 1 m/s^2 lik ivme kazandıran kuvvettir .



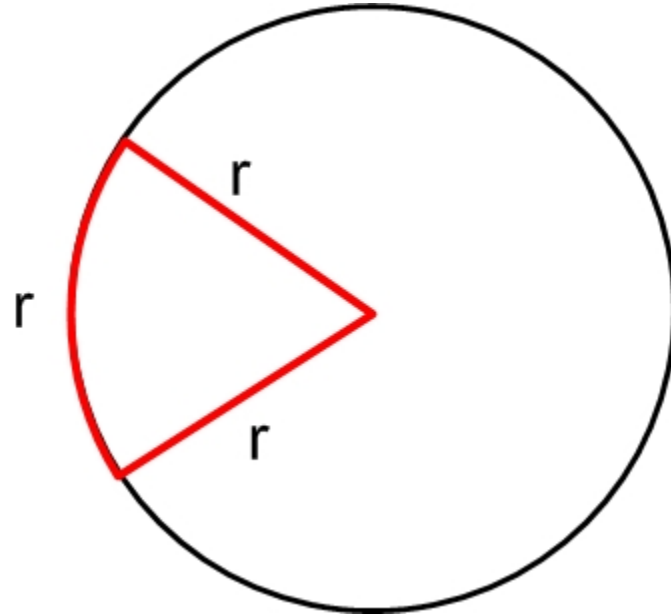
Ağırlık

1 kg 'lık kütleyle 9.81 m/s^2 lik ivme kazandıran kuvvettir.



Radyan

Uzunluđu yarıçapa eşit bir daire yayının gördüğü açıdır.



$$1 \text{ dönüş } 360^\circ \\ = 2\pi \text{ radyan}$$

$$1 \text{ radyan} = 57.30'$$

Mekanikte kullanılan SI birimler

Büyüklik	Birimi
Açı	radyan
Açısal hız	radyan/s, rad/s
Açısal ivme	radyan/s ² , rad/s ²
Alan	m ²
Bir kuvvetin momenti	N.m
Basınç	Pa, N/m ²
Enerji	Joule, J
Frekans	Hertz, Hz
Gerilme	Pa, N/m ²
Güç	Watt, W, J/s
İmpuls	N.s
İş	Joule, J
Hacim	m ³
Hız	m/s
Kuvvet	N
Kütle	kg
İvme	m/s ²
Uzunluk	m
Yoğunluk	kg/m ³
Zaman	s

TABLE 1.2 Principal SI Units Used in Mechanics

Quantity	Unit	Symbol	Formula
Acceleration	Meter per second squared	...	m/s ²
Angle	Radian	rad	†
Angular acceleration	Radian per second squared	...	rad/s ²
Angular velocity	Radian per second	...	rad/s
Area	Square meter	...	m ²
Density	Kilogram per cubic meter	...	kg/m ³
Energy	Joule	J	N · m
Force	Newton	N	kg · m/s ²
Frequency	Hertz	Hz	s ⁻¹
Impulse	Newton-second	...	kg · m/s
Length	Meter	m	‡
Mass	Kilogram	kg	‡
Moment of a force	Newton-meter	...	N · m
Power	Watt	W	J/s
Pressure	Pascal	Pa	N/m ²
Stress	Pascal	Pa	N/m ²
Time	Second	s	‡
Velocity	Meter per second	...	m/s
Volume			
Solids	Cubic meter	...	m ³
Liquids	Liter	L	10 ⁻³ m ³
Work	Joule	J	N · m

†Supplementary unit (1 revolution = 2π rad = 360°).

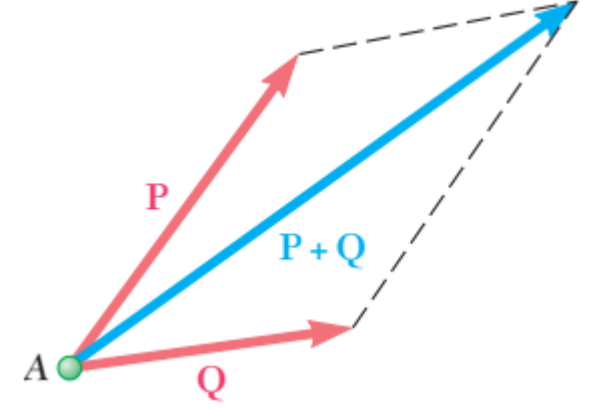
‡Base unit.

Temel Mekanik İlkeleri

- Temel mekanik, deneylerden elde edilen altı ilke üzerine kurulmuştur:

1. Kuvvetlerin eklenmesi için paralelkenar yasası

Bir parçacık üzerine etkiyen iki kuvvet paralel kenarın köşegeni ile gösterilen tek bir kuvvete eşittir. Bu kuvvete **bileşke kuvvet** adı verilir.

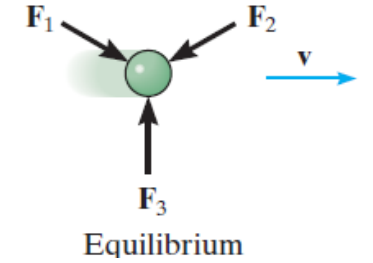


2. Newton'un 1. yasası:

Denge halindeki kuvvetlerin etkisinde bir maddesel nokta, ya sabit durur; ya da doğrusal hareket eder.

3. Newton'un 2. yasası:

Bir maddesel noktanın ivmesi, uygulanan bileşke kuvvetin büyüklüğü ile doğru orantılıdır ($F=m.a$). İvme, kuvvet ile aynı doğrultu ve yöndedir.



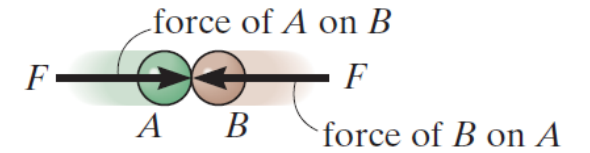
$$F = ma$$



Accelerated motion

4. Newton'un 3. yasası:

Temas halindeki cisimlerin temas noktasındaki etki ve tepki kuvvetleri aynı doğrultuda ve şiddette fakat zıt yönlüdür.



Action - reaction

Temel Mekanik'in İlkeleri....

5. Süperpozisyon ve İletkenlik ilkesi

Bir rijit cismin belirli bir noktasına etkiyen bir kuvvetin yerine, aynı büyüklükte, aynı doğrultuda ve aynı yönde olan bir kuvvet cismin başka noktasına uygulanırsa, rijit cismin denge ve hareketinde değişiklik olmaz.

6. Genel çekim yasası

Kütleleri M ve m olan iki maddesel nokta karşılıklı olarak eşit ve zıt yönlü F ve $-F$ kuvvetleri ile şekilde görüldüğü gibi birbirini çeker. Cisimler arasındaki bu çekime Newton'un gravitasyon yasası adı verilir.

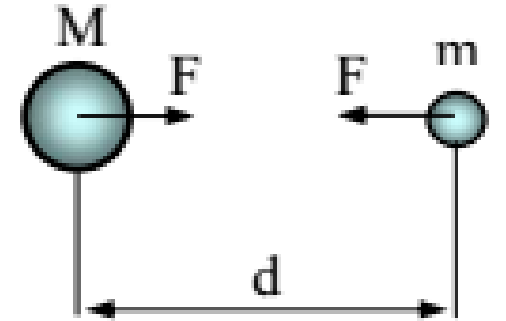
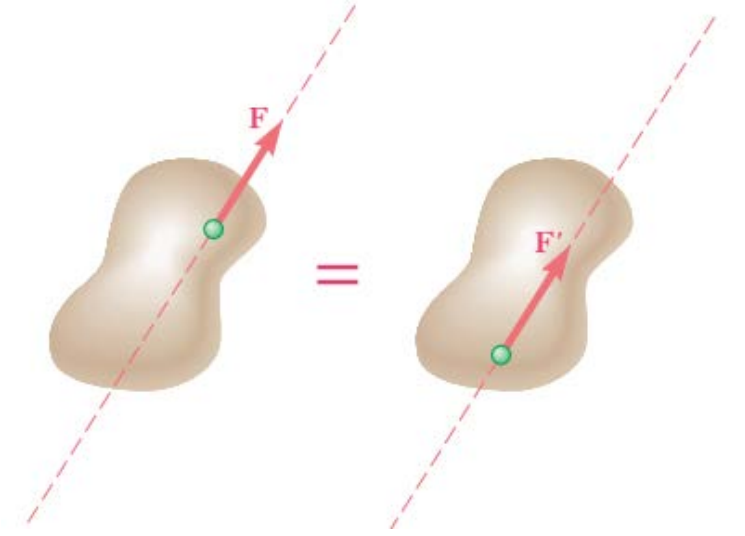
$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

F : İki maddesel nokta arasındaki karşılıklı çekim kuvveti

G : Gravitasyon sabiti

d : Maddesel noktaların merkezleri arasındaki uzaklık

M, m : Maddesel noktaların kütleleri



Problemleri nasıl çözeceğiz

- Problemler dört aşamalı SMART yöntemi ile çözümlenecek:
- **Strategy:** - Strateji

Problemin ifadesi açık ve doğru olmalıdır. Verilere ve amaca göre hangi bilginin gerekli olduğu bilinmelidir. Problemin çözümünde ilk aşamada verilen bilgilerle öğrenilen kavramların hangileri olduğuna karar verilmelidir. Çoğunlukla bulunması istenen bilgiden geriye doğru çalışmak yararlı olacaktır: Kendinize cevabı bulmak için gerekli büyüklüklerin ne olduğunu sorun. Bunlar bilinmiyorsa, eldeki verilerden nasıl bulunacağını araştırın.

- **Modeling** - Modelleme

Modellemede ilk aşama analizi kolaylaştıracak şekilde bir sistem tanımlamaktır. Sistem seçildikten sonra, problemdeki her cisim için şematik olarak çizim yapılmalıdır. Denge problemleri için, uzunluklar, açılar gibi ilgili geometrik veriler ile birlikte her cisim üzerine etkiyen kuvvetler açık şekilde gösterilmelidir. Bu çizimler genellikle serbest cisim diyagramı (**free-body diagram**, SÇD) olarak adlandırılır.

- **Analysis** - Analiz

Uygun diyagramlar çizildikten sonra, göz önüne alınan cisimlerin hareketsiz yada hareket halindeki koşulları tanımlayan denklemleri yazın. Her denklem SÇD ile ilişkilendirilir ve denklemler numaralandırılır. Bilinmeyenleri çözmek için yeterli denklem yoksa, başka bir sistem seç ve çözüme ulaş. Yeterli çözüm yöntemi tespit edildikten sonra, uygun sayısal çözümler üzerinde çalışın.

- **Reflect and Think** – Düşün ... Taşın bulduğun sonucu muhakeme et...

Cevabı elde ettikten sonra, sayısal büyüklüklerin doğruluğunu kontrol edin. Cevabınız negatif ise, bunun ne anlama geldiğini sorgulayın.

VEKTÖRLER

Vektörler

Çevremizdeki büyüklükler, alan, hız, hacim, kütle vb. genellikle **skaler ve vektörel büyüklükler:** olarak adlandırılmaktadır.

Skaler: Sadece fiziksel büyüklüğü tanımlamak için kullanılan sıcaklık, kütle, alan gibi değerlere skaler adı veriyoruz.

Vektör: Fiziksel büyüklüğü, yönü ve doğrultusu olan hız, ivme, kuvvet ve moment gibi değerleri tanımlamak için kullanılanlara vektör diyoruz.

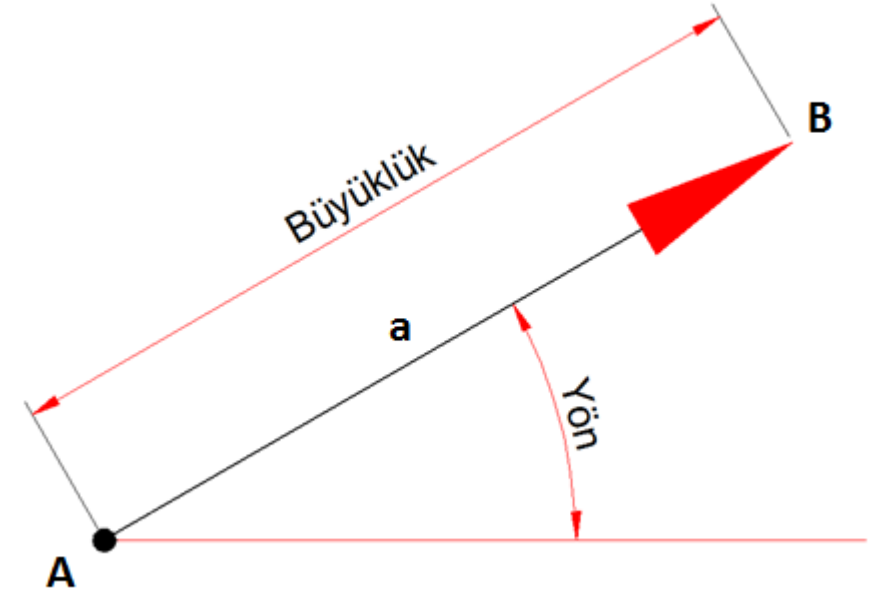
Vektörel ifadeleri skalerden ayırmak için ya üzerinde bir ok (\vec{F}) veya koyu olarak (**F**) gösterilir.

Skaler büyüklükler için geçerli olan dört işlem (toplama, çıkarma, çarpma bölme) ve diğer matematiksel (türev, integral) işlemler vektörler içinde vektörlere özel yöntemlerle yapılabilmektedir.

Vektör Gösterimi

Mühendislik mekaniğinde statik konusunun en önemli kavramı vektörlerdir. Vektörler şekildeki gibi bir ok ile belirtilir ve üzerine büyüklüğü yazılır.

Biz derslerimizde vektör üzerinde ok işaretinin bulunduğu yere vektörün başı, noktanın bulunduğu başlangıç yerine ise vektörün kuyruğu diyeceğiz



Vektörün başlangıç noktası: Vektörel büyüklüğün uygulandığı noktaya uygulama ya da başlangıç noktası denir. Yukarıdaki vektörün uygulama noktası A noktasıdır.

Vektörün büyüklüğü: Vektörün sayısal değerine o vektörün büyüklüğü denir. Şekilde verilen vektörün büyüklüğü $a = AB$ olarak yazılır.

Vektörün yönü: Doğru parçasının ucuna konulan okun yönündedir. Şekildeki vektörün yönü A' dan B' ye yöneliktir.

Kapsam

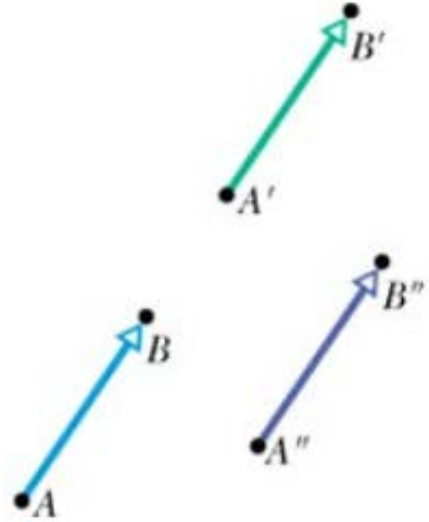
Büyüklik yanında ayrıca yön bilgisi içeren diğer fiziksel niceliklere ise “**vektörel**” nicelikler diyoruz.

Yer-değiştirme, hız, ivme, kuvvet bunlardan bazılarıdır .

Bu bölüm kapsamında, aşağıdaki konulara değineceğiz:

- ☐ **Vektörleri geometrik toplama ve çıkarma işlemi**
- ☐ **Vektörleri bileşenlerine ayırma ve birim vektör notasyonu**
- ☐ **Bileşenler yardımıyla toplama ve çıkarma**
- ☐ **Bir vektörün bir skaler ile çarpılması**
- ☐ **İki vektörün skaler (dot veya nokta) çarpımı**
- ☐ **İki vektörün vektörel (cross) çarpımı**

A noktasından B noktasına hareket eden bir cismin yerdeğiştirme vektörü A noktasından B noktasına çizilen bir okla gösterilir.

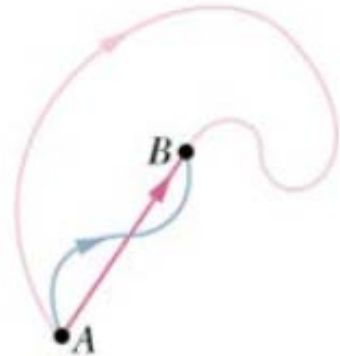


Şekilde A dan B ye, A' den B' ne ve A'' nden B'' ne çizilen vektörlerin büyüklükleri ve yönleri aynıdır.

Vektörler, büyüklükleri ve doğrultuları değiştirilmeden istenildiği gibi kaydırılabilir.

Kitaplarda vektörler sembolik olarak iki şekilde gösterilir:

- nicelięin üzerine bir ok çizilir: \vec{r}
- nicelik koyu yazılır: r



Vektörün büyüklüğü aşağıdaki gibi gösterilir: $|\vec{r}|$

Vektör İşlemleri

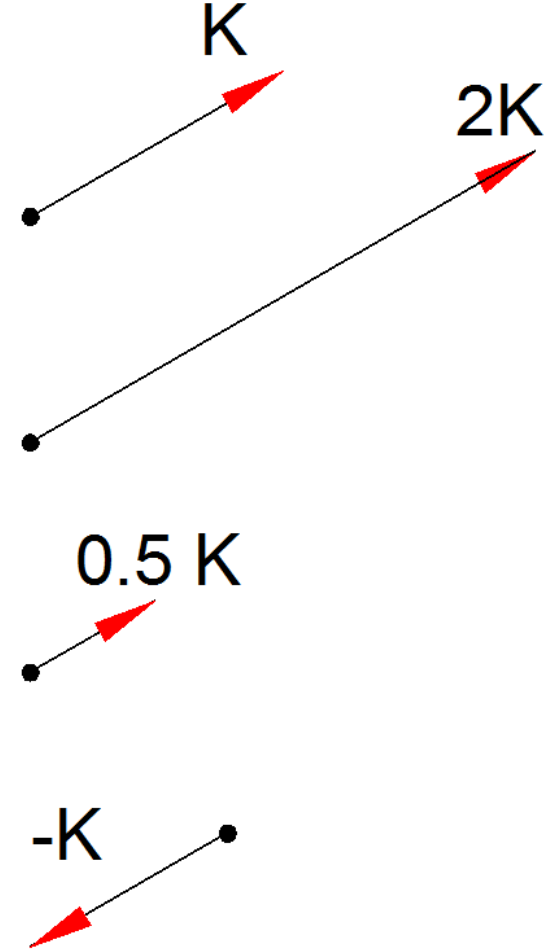
- Vektörlerin Eşitliği
- Bir Vektörün Negatifi
- Vektörün Taşınması
- Vektörlerin Toplanması
- Vektörlerin Çıkarılması
- Vektörün Bileşenlerine Ayrılması
- Vektörün Büyüklüğünün Bulunması
- Vektörün bir eksenle yaptığı açının bulunması
- Vektörlerin bileşenleri cinsinden toplanması
- Vektörlerin Çarpılması
 1. Bir Vektörün Bir Skaler ile Çarpılması
 2. İki Vektörün Skaler (dot veya nokta çarpım) Çarpılması
 3. İki Vektörün Vektörel Çarpılması
- Vektörlerin Skalerle Bölünmesi
- **VEKTÖR VEKTÖRE BÖLÜNMEZ !!!**

Vektör işlemleri

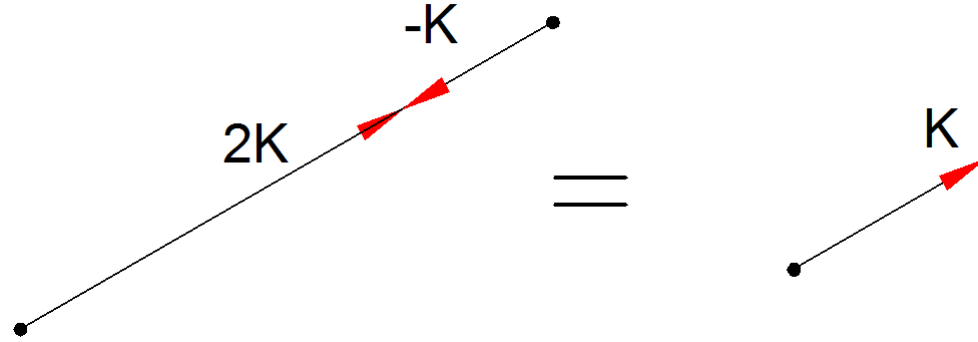
VEKTÖR ÇARPMA VE BÖLME İŞLEMİ

Vektör çarpma ve bölme işlemi vektörün doğrultusu ve büyüklüğünün çarpma, bölme oranında değişmesi demektir.

Eğer çarpan veya bölen negatif değerde ise doğrultu aynı kalır ancak yön tersine döner.



Vektör çıkarma



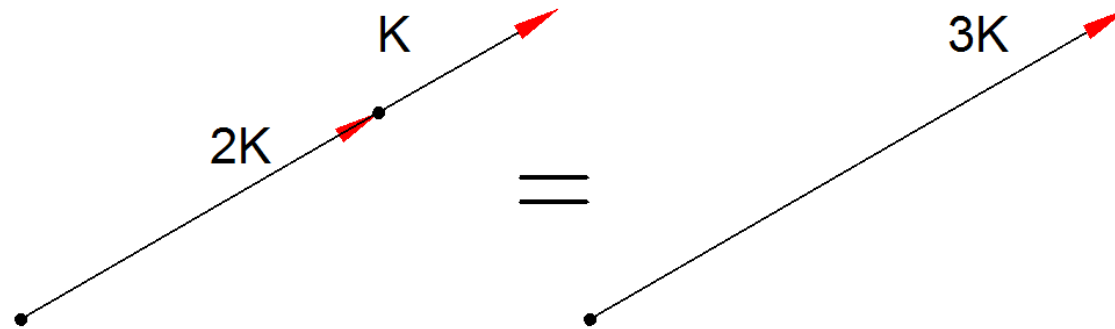
Vektör çıkarma işlemi sadece aynı doğrultuda fakat ters yönde olan vektörler için geçerlidir.

Sonuç vektörün doğrultusu aynı kalır ancak yönü çıkarılan vektörlerden büyük olanın yönü olur, büyüklük ise iki vektörün farkı kadar olur.

Doğrultu farklı ise yönü ne olursa olsun vektörler toplanırlar.
(Eğer vektör negatif ise yönü ters çevrilerek toplanır)

Vektörlerin toplanması

- Aynı doğrultu ve yöndeki vektörlerin toplanmasında ise doğrultu ve yön aynı kalır büyüklük toplam değerın büyüklüğü kadar olur



Vektörlerin toplanması (Paralel kenar yöntemi)

- Vektörlerin grafiksel olarak toplanması için iki metod vardır. Birincisi paralelogram metodu kullanılarak toplanması metodudur.
- Paralelogram çizimi aşağıdaki gibidir.
 1. Önce vektörlerin kuyrukları birbirleri ile çakıştırılır
 2. Sonra vektörün birinin başından diğer vektöre paralel yardımcı bir çizgi çizilir
 3. Sonra ikinci vektörün başından diğer vektöre paralel bir yardımcı çizgi çizilir.
 4. Vektörlerin çakışık kuyruklarından çizilen yardımcı çizgilerin kesiştiği noktaya bir vektör çizilir.
 5. Bu vektörün kuyruğu diğer vektörlerle çakışık olan yerde, başı ise kesişim noktasında olur.
 6. İki vektörün toplamı olan bu vektörün büyüklüğü kuyruk ile baş arasındaki büyüklük, yönü ise ortak çakışma noktası ile kesişim noktası arasındaki yöndür

