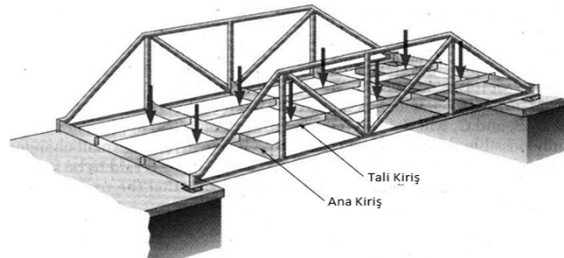


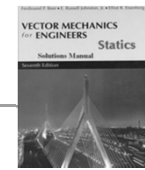
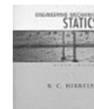
Mühendislik Mekaniği (STATİK)



Yrd. Doç. Dr. Mehmet Alpaslan KÖROĞLU

KAYNAKLAR

- Omurtag M. H., Mühendisler İçin Mekanik Statik, Birsen Yayınevi, 2012
- Bakioğlu M., Mühendislik Mekaniği Statik, Birsen Yayınevi, 2006
- Hibbeler R. C., Engineering Mechanics Statics, Macmillan Publishing, 5th Edition.
- Kaltakçı M. Y. ve Umucalılar A., Teknik Mekanik (Statik), Konya, 2000.
- Beer F.P. ve Johnston E.R., Vector Mechanics for Engineers, Statics, Mc Graw Hill, 6th Edition.



HAFTALIK DERS PLANI	
1. Hafta	Statiğe giriş
2. Hafta	Vektörler
3. Hafta	Düzlemde Denge
4. Hafta	Ağırlık merkezi
5. Hafta	Rijit Cisimlerin Düzlemde dengesi
6. Hafta	Rijid cisimlerin statığı
7. Hafta	Çerçevesel ve kafes sistemler
8. Hafta	Ara sınav
9. Hafta	Eğrilerin ve alanların ağırlık merkezleri
10. Hafta	Yayıllı kuvvetler.
11. Hafta	Çerçeveselerde ve kirişlerde iç kuvvetler ve iç kuvvet diyagramlarının çizimi.
12. Hafta	Alanların ve kütlelerin atalet momentleri
13. Hafta	Alanların ve kütlelerin atalet momentleri
14. Hafta	Genel sınav

DERSLE İLGİLİ GENEL İLKELER

Değerli Öğrencilerimiz,

Derse dahil olmanız, dersi tam öğrenmeniz ve hak ettiğiniz başarıyı elde etmeniz amacıyla her derse, işlenecek konularla ilgili bölümleri mutlaka temel ve yardımcı ders kitaplarından okuyarak hazırlıklı gelmeniz gerekmektedir. Ders saatlerine titizlikle uymanızı, çok zaruri olmadıkça dersleri aksatmamanızı, derse aktif katılım sağlamanızı, hocanızla ve sınıf arkadaşlarınızla tam iletişim kurmanızı, sınıftaki tartışmalara katılarak aktif olmanızı bekliyoruz. Gerek derslerde, gerekse sınavlarda meydana gelebilecek etik-dışı davranışlar konusunda ilgili yönetmelik çerçevesinde hareket edilecektir. Her dersin başında, ortasında veya sonunda olmak üzere dersin hocası istediği bir zamanda yoklama alabilir ve kısa sınav yapabilir. Her konu bitiminde o konu için kısa sınav yapılabilir veya o konuda ödev verilebilir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Değerlendirmede Esas Alınan Çalışmalar	KATKI PAYI
Ödevler	%10
Kısa Sınavlar (Quiz)	%10
Ara Sınav	%32
Genel Sınav ve Bütünleme	%48

GEREKLİ MATEMATİK ALT YAPISI BİLGİLERİ

1 kilogram : 1 kg veya 10^3 g. 1 millimeter: 1mm veya 10^{-3} m.

1 megagram: 1 Mg veya 10^6 g. 1 micrometer: 1 μ m veya 10^{-6} m.

1 gigagram: 1 Gg veya 10^9 g. 1 nanometer: 1 nm veya 10^{-9} m.



İkinci dereceden bir denklemin köklerinin bulunması

$$ax^2 + bx + c = 0$$

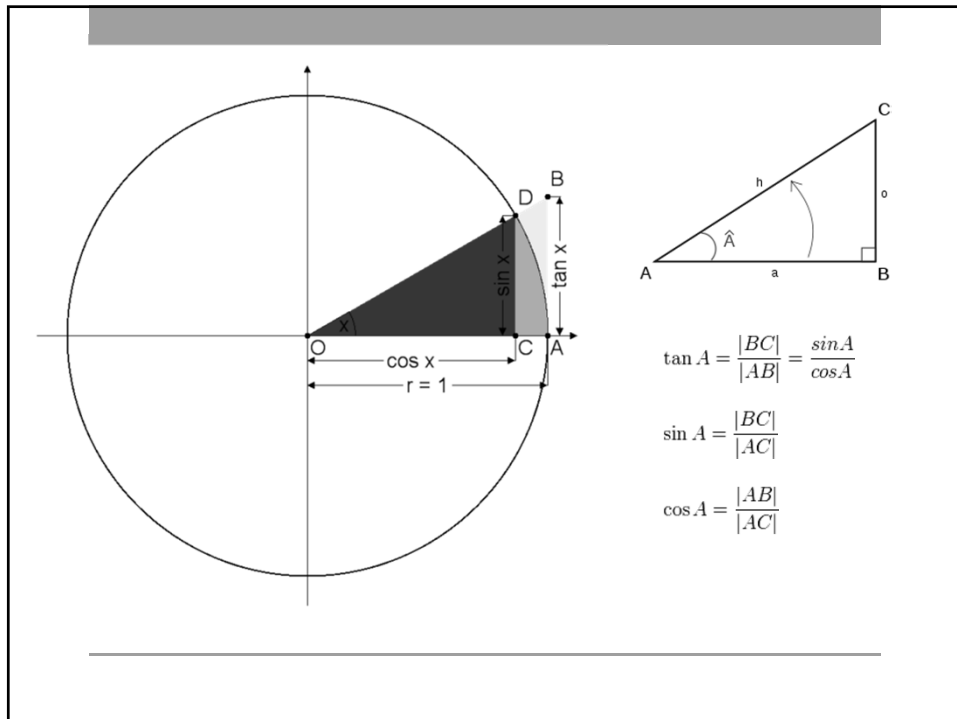
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{ve} \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{dir.}$$



- İki bilinmeyenli iki denklemin köklerinin bulunması

$$ax + by + c = 0$$

$$px + qy + r = 0$$



$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2r$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

Dik kenar a
Dik kenar b
Hipotenüs c

Pisagor formülü: $a^2 + b^2 = c^2$

Ömek

3
4
x

X'i bulalım
 $3^2 + 4^2 = x^2$
 $9 + 16 = x^2$
 $25 = x^2$
 $5 = x$

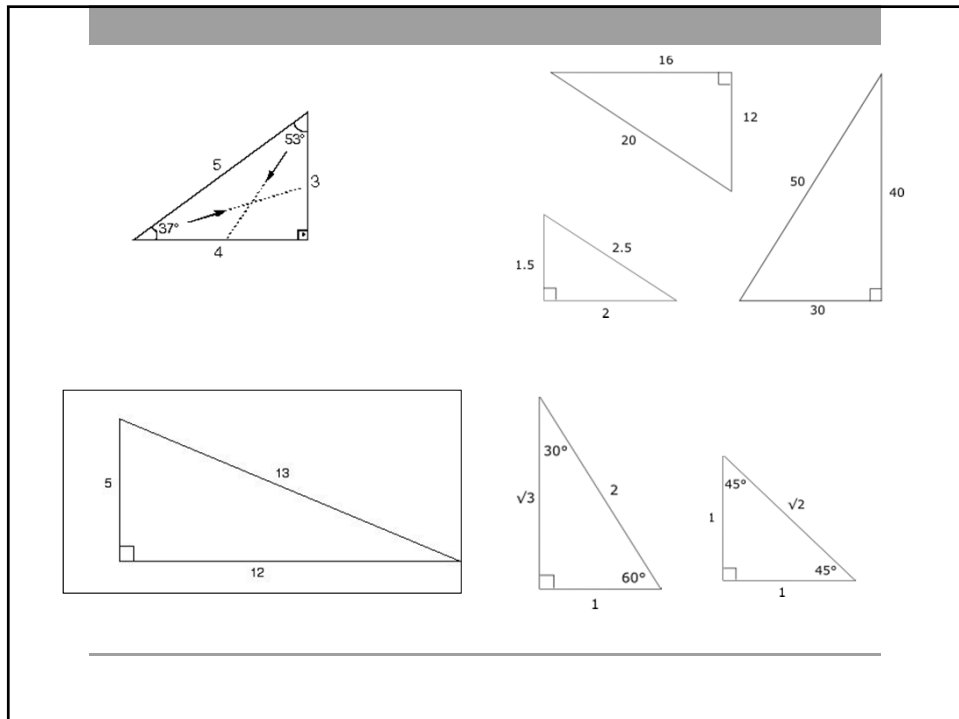
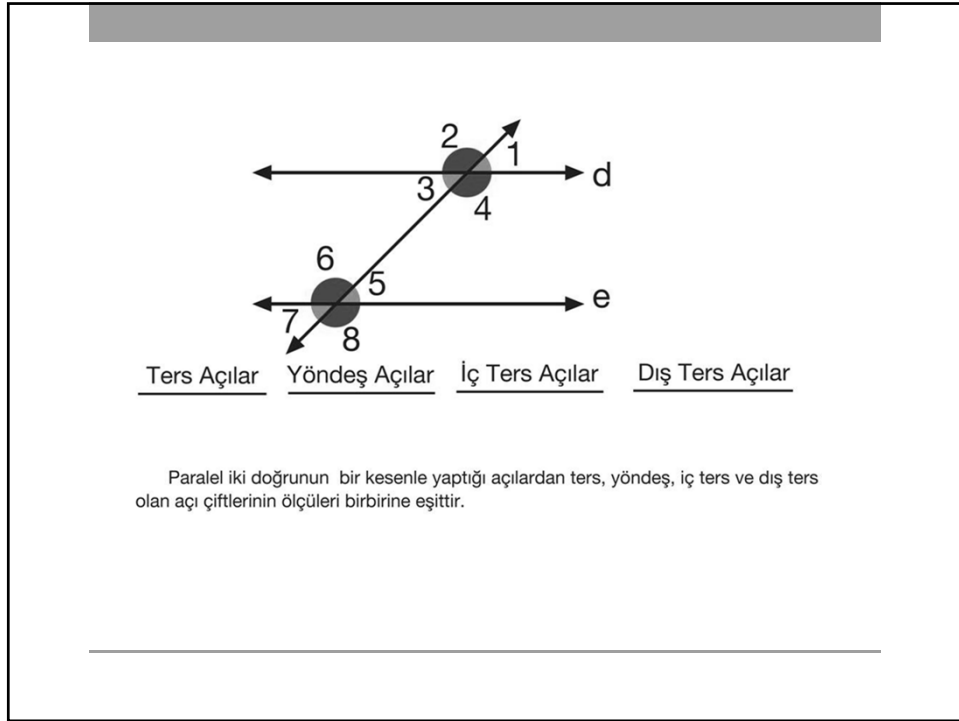
TEMEL BENZERLİK TEOREMİ

ABC üçgeninde [ED] // [BC]

• $\frac{|AE|}{|AB|} = \frac{|AD|}{|AC|} = \frac{|ED|}{|BC|}$

temel benzerlik teoremi denir.

α	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π
	0°	30°	45°	60°	90°	180°
sin α	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0
cos α	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0	-1
tan α	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	tanımsız	0
cot α	tanımsız	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0	tanımsız



1.GİRİŞ

MEKANİK

Mekanik bir dalı olan statik daha iyi anlayabilmek için öncelikle mekaniği ve ona bağlı konuları hızlı bir şekilde gözden geçirmekte yarar vardır.

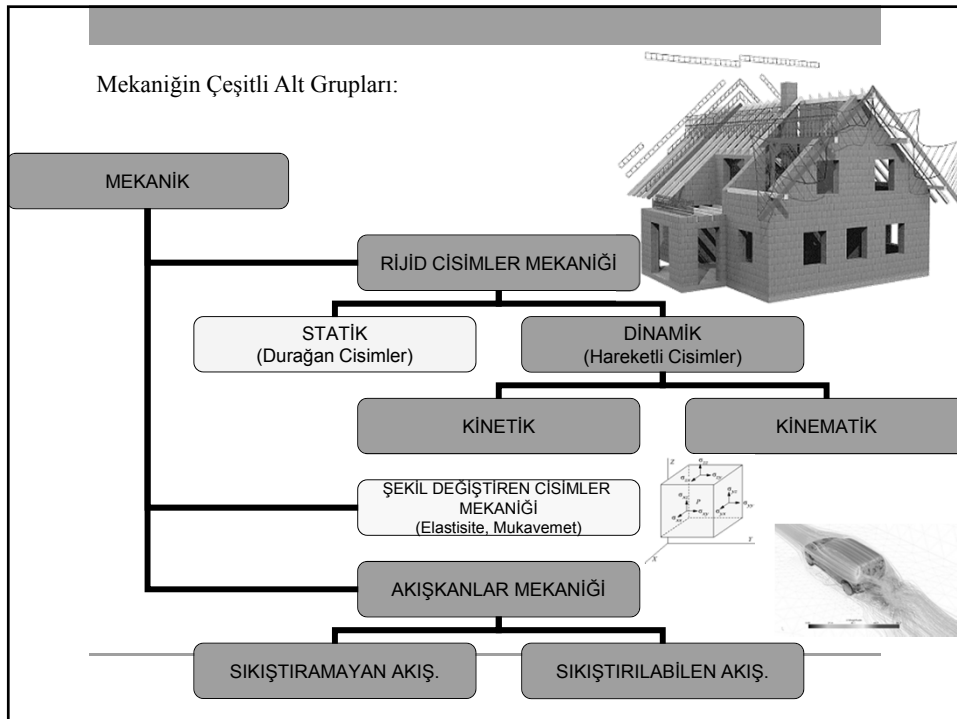
- **MEKANİK:**

Kuvvetlerin etkisi altında cisimlerin denge ve hareket şartlarını anlatan ve inceleyen bilim dalıdır. Amacı fiziksel olayları açıklamak, önceden tahmin etmek ve böylece mühendislik uygulamalarına ışık tutmaktır.

Mekanik, mühendislik bilimlerinden birçoğunun temelidir ve onların incelenmesinden önce okunması şart olan bir bilim dalıdır.



Mekanik'in Çeşitli Alt Grupları:



STATİĞİN KONUSU

Mekanik, özünde statik konusu ile başlar, diğer bir deyişle statik mekaniğin kavramlar bazında temel taşıdır. O nedenle statığın, önce içeriğine dönük tanımlarını vermekte yarar vardır.

➤ **STATİK:**

Uzayda, kuvvetler etkisi altındaki cisimlerin **denge koşullarını** inceler.

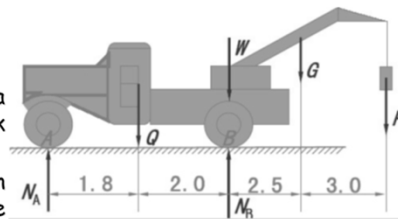
Yukarıdaki tanımdan da açıkça görüldüğü üzere statikte üç ana kavram vardır;

1. Kuvvet,
2. Uzay,
3. Cisim.

Niçin statik bilmeye ihtiyaç duyarız?

- Günlük hayatımızda önceden tanımlanmış veya bildiğimiz yükleri taşıyacak bir yapı tasarlamak isteyebiliriz.

Bunu yapabilmemiz için yapının hasarlanmayacağı yükleri yada hangi yükte hasarlanacağını hesaplayabilmemiz gerekir.



tabii ki en önemlisi (sizin için)

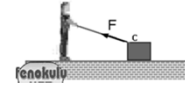
- (dönem sonunda final sınavından geçerli bir not almanız için de statik bilmeniz gerekiyor).



ÖNEMLİ KAVRAMLAR

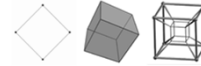
➤ **Kuvvet: (Force)**

Tatbik edildiği cisimlerin içinde bulunduğu halı değiştirmeye çalışan herhangi bir tesir olarak tarif edilir. Bir kuvvet, **etki noktası, şiddeti, doğrultusu ve yönü** ile bir bütündür. Yani bu özellikleri ile kuvvet bir *vektörel* büyüklüktür.



➤ **Uzay: (Space)**

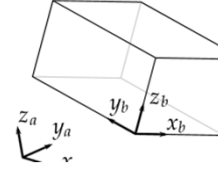
Fiziksel olayın meydana geldiği geometrik bir bölgedir. Uzay incelenen probleme bağlı olarak *tek boyutlu, iki boyutlu* ya da *üç boyutlu* olabilir.



➤ **Cisim: (Body)**

Fiziksel olayın etkilerinin ölçüldüğü geometrik bölgedir. Statikte cisimler ile ilgili iki temel idealleştirme yapılır.

1. Maddesel Nokta (Parçacık),
2. Rijid Cisim.



STATİĞİN KONUSU (DEVAM)

Maddesel Nokta/Parçacık:

Boyutları, incelenen statik problemin boyutları yanında ihmal edilebilecek mertebede küçük olan cisim. Parçacığın kütlesi bir noktada toplanmış olarak kabul edilir.

Rijid cisim:

- Boyutları, kuvvetler etkisinde hiç değişmediği kabul edilen ideal bir cisimdir. Katı cisimlerin çeşitli etkiler altında boyutlarındaki değişme yeterince küçük olduğu zaman, ele alınan hesaplamalarda boyut değişimi ihmal edilebilir. Bu durumda cisim, rijid cisim olarak modellenir.

Deformasyon:

Bir cisme kuvvet uygulandıktan sonra (zorlamaya tabi tutulduktan sonra) cisimde meydana gelen şekil değişikliğidir. Örneğin; Uzama-kısalma-çökme-dönme v.s

• Kuvvet

Bir cismi hareket ettiren veya hareketinin yönünü değiştiren etkiye denir, Kuvveti vektör olarak ifade etmek mümkündür. Dolayısıyla vektör için geçerli olan kanunlar veya kurallar kuvvet için de uygulanır.



- etki noktası,
- şiddeti,
- doğrultusu
- yönü

BİRİM SİSTEMLER

"Birim (Unit)" ve "Boyut (Dimension)" kelimeleri kesinlikle birbirine karıştırılmaması gereken birer kavramı ifade ederler. "Boyut", kalitatif bir kavram olup herhangi bir büyüklüğün "hangi türden" bir büyüklük olduğunu belirtir. Örneğin, "uzunluk" kelimesi iki nokta arasındaki uzaklığı herhangi kantitatif bir değer belirtmeksizin ifade eder ve bir boyuttur. Bunun gibi hacim, ağırlık, hız, sıcaklık vb. kelimeler de birer boyutu belirtirler. "Birim" kelimesi ise herhangi bir boyutun ölçümü için kullanılan referans büyüklüğü ifade eder. Örneğin, "metre" "uzunluk" boyutunu ölçmekte kullanılan bir referans büyüklüktür. İstersek aynı uzunluk boyutunu ölçmek için bir başka birimi de kullanabiliriz (örneğin; santimetre, kilometre gibi).

Tablo (1.1): Çeşitli sistemlerde birimler.

Sistemler	Uzunluk	Kütle	Ağırlık	Zaman
CGS	cm	gr	Din (gr.-cm./sn ²)	sn
MKS	m	kg	N (kg.-m./sn ²)	sn
SI	m	kg	N (kg.-m./sn ²)	sn
İngiliz	ft	lb	Poundal (lb.-ft./sn ²)	sn

Tablo (1.2): Birim çevirmeleri. (1N≈9.81kg, 1Pa=1N/m²)

1 lb = 453.59 gr.	1 in = 2.54 cm
1 kg = 2.2046 lb	1 k-m = 9.80665 J
1 psi = 0.0703 kg/cm ² = 6.894 kPa = 6.894 N/m ²	1 ft = 12 in = 30.48 cm
psi= lb/in ² , Pa= Pascal	

BİRİM ÇEVİRME TABLOLARI

UZUNLUKLAR	mm	cm	dm	m	inç	foot
1 Milimetre (mm)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	3.937x10 ⁻²	3.281x10 ⁻³
1 Santimetre (cm)	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	3.937x10 ⁻¹	3.281x10 ⁻²
1 Desimetre (dm)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	3,937	3.281x10 ⁻¹
1 Metre (m)	10 ³	10 ²	10	1	3.937x10	3,281
1 İnç (in)	2.54x10	2,54	2.54x10 ⁻¹	2.54x10 ⁻²	1	8.33x10 ⁻²
1 Foot (ft)	3.048x10 ²	3.048x10	3,048	3.048x10 ⁻¹	1.2x10	1

ALAN ÖLÇÜLERİ	mm ²	cm ²	dm ²	m ²	inç ²	ft ²
1 Milimetre kare	1	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	1.55x10 ⁻³	1.076x10 ⁻⁵
1 Santimetre kare	10 ⁻²	1	10 ⁻²	10 ⁻⁴	1.55x10 ⁻¹	1.076x10 ⁻³
1 Desimetre kare	10 ³	10 ²	1	10 ⁻²	1.55x10	1.076x10 ⁻¹
1 Metre kare	10 ⁶	10 ⁴	10 ²	1	1.55x10 ³	1.076x10
1 İnç kare	6.452x10 ²	6,452	6.452x10 ⁻²	6.452x10 ⁻⁴	1	6.94x10 ⁻³
1 Foot kare	9.29x10 ⁴	9.29x10 ²	9,29	9.29x10 ⁻²	1.44x10 ²	1

SI – Metrik Birim Dönüşümleri

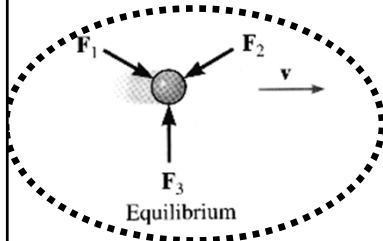
Cins	SI (Uluslararası)	Metrik
Tekil Yük	kN	0,0981 ton = 98,1 kgf
	N	9.80665002864 kg
Gerilme	MPa = N/mm ²	Yaklaşık 10 kgf/cm ²
	Pa = N/m ²	0,1 kgf/m ²

kg/cm²	MPa	MPa	kgf/cm²
1	0.0980665	1	10.1972

MEKANİĞİN İDEALLEŞTİRMELERİ (YAPTIĞI KABULLER)

1. Süreklilik: Ele alınan cismin atom ve molekülleri arasında sanki boşluk yokmuş gibi bütün hacmin boşluk kalmayacak şekilde bu malzeme ile dolu olduğunu kabul eder.
2. Rijid Cisim: Kuvvet etkisinde cismin geometrisinde oluşan küçük değişiklikler ihmal edilerek sanki hiç geometride değişiklik yokmuş gibi hesaplar yapılır.
3. Nokta Kuvvet: Cisme etkiyen sonlu bir kuvvet cisimde lokal (yerel) şekil değiştirmeye yol açar. Bu yerel yer değiştirme ihmal edilir. Bir cisim üzerine tesir eden bir kuvvetin tatbik noktası, cisim üzerinde öyle bir noktadır ki kuvvet bu noktada toplanmış farz edilir.
4. Parçacık: Kütlesi olan fakat hacimsel boyutları sıfır olarak kabul edilen cisme parçacık denir.

Newton'un Temel Kanunları



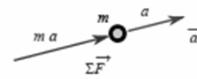
$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{0}$$

“Bir cisim üzerine dengelenmemiş bir dış kuvvet etkiledikçe, cisim hareket durumunu (durağanlık veya sabit hızlı hareket) korur.”

Newton'un Çekim Kanunu: İki cisim birbirlerini kütlelerinin çarpımı ile doğru orantılı, uzaklıklarının karesi ile ters orantılı ve bunları birleştiren doğrultuda çekerler.

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

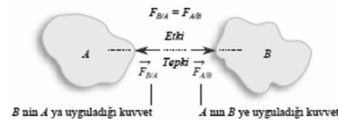
m, M: cisimlerin kütleleri
r : iki maddesel nokta (cisim) arasındaki uzaklık
G : Evrensel çekim sabiti.




$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

Yön: $\vec{\Sigma F} // \vec{a}$
Şiddet: $|\Sigma F| = m a$

Bir cisim üzerindeki net kuvvet, cismin kütlesi ile ivmesinin çarpımına eşittir.”



“Her etkiye karşılık eşit ve zıt bir tepki vardır.”

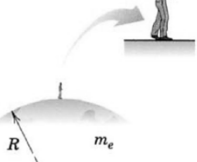


Weight = $F_g = G \frac{Mm}{r^2} = mg$

M is the mass of the Earth ($5.976 \cdot 10^{24}$ kg)
m is the mass of the object
r is radius of Earth = 6 378.1 kilometers (equatorial)
g is the acceleration due to gravity at the Earth's surface

Yeryüzünde 70 kg kütleyle sahip bir kişinin ağırlığını hesaplamak için Newton'un çekim yasasını kullanın, daha sonra bulduğunuz sonucu $W=mg$ den bulduğunuz ile karşılaştırın.

m = 70 kg



Ağırlık = $F_g = G \frac{m_e \cdot m}{R^2}$

$$= 66.73 \cdot 10^{-12} (m^3 kg / s^2) * \frac{5.976 \cdot 10^{24} (kg) * 70 (kg)}{(6378100)^2 (m^2)}$$

= 686.19 N

$W = m \cdot g = 70 * 9.81 = 686.7 \text{ N}$

Önemli Noktalar

1. Statik dengede olan yada sabit hızla hareket eden cisimleri analiz etmeye çalışır.
 2. Maddesel noktanın kütlesi vardır fakat boyutları ihmal edilebilir.
 3. Bir rijid cisim yük altında deforme olmaz.
 4. Tekil kuvvetin cisme bir noktadan etki ettiği kabul edilir.
-

STATİĞİN İLKELERİ

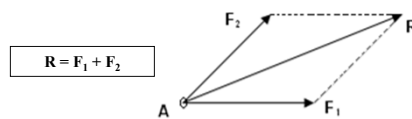
Statığın hedefi, karşımızdaki fizik problemi matematiği bir araç olarak kullanarak çözmektir.

- Statikte, idealize edilmiş fiziksel durumdan matematiğe geçişte dört ana ilke vardır. Bunlar,
 1. Kuvvetlerin toplanmasında *paralelkenar ilkesi*,
 2. *Denge ilkesi*,
 3. *Süperpozisyon ilkesi*,
 4. *Etki-tepki ilkesi*.

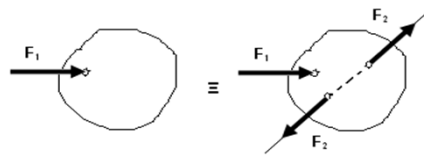
STATİĞİN İLKELERİ (DEVAM)

Statikte, idealize edilmiş fiziksel durumdan matematiğe geçişte 4 ana ilke vardır.

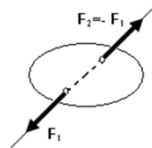
- ***Kuvvetlerin toplanmasında paralelkenar ilkesi:***



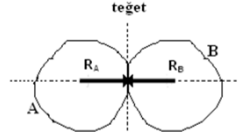
- ***Süperpozisyon ilkesi:***



- ***Denge ilkesi:***

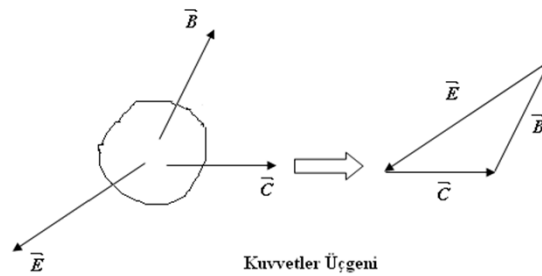


- ***Etki-tepki ilkesi:***



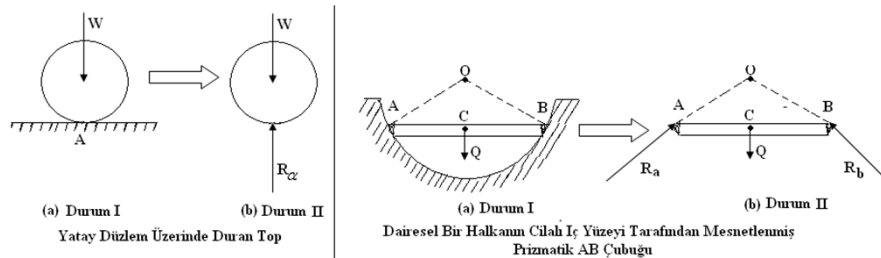
STATİĞİN İLKELERİ (DEVAM)

- ★ **Not:** Üç vektörün etki ettiği bir cismin dengede olabilmesi için bu üç vektörün “kapalı kuvvetler üçgeni” oluşturması gerekir. Maddesel nokta üçten fazla kuvvetin etkisinde dengede ise problem grafik yoldan bir kuvvetler çokgeni çizerek çözülebilir.



BAĞ (MESNET)

Cismin herhangi bir doğrultudaki serbest hareketine mani olan şeye bağ denir. Örneğin, yatay bir düzlem üzerinde duran top, düzlem boyunca harekete karşı serbest olduğu halde, düşey olarak aşağıya doğru hareket edemez.



MESNET (BAĞ) TEPKİLERİ

Bir takım dış kuvvetlerin etkisine maruz olan ve harekete karşı tamamiyle serbest olmayan bir cisim mesnet noktalarında bir takım *basınçlar* meydana getirir.

Bir mesnet üzerindeki herhangi bir basınç, mesnetten eşit fakat zıt yönlü bir basıncın doğmasına sebep olur, öyle ki tesir ve zıt tesir (reaksiyon) eşit fakat zıt yönlü iki kuvvettirler.

Bağlı cisme etkiyen iki cins kuvvet:

- Aktif kuvvetler (verilen kuvvetler): Yerçekimi kuvveti (W , Q) vb.
- Mesnetler yerine konulan zıt tesir kuvvetleri (veya reaksiyon kuvvetleri) gelir ki yukarıdaki şekilde gösterilen R_a , R_b kuvvetleri bu çeşit kuvvetlerdir.

SERBEST CİSİM DİYAGRAMI (SCD)

Cisimlerin mesnetlerinden izole edilip kendilerine etkiyen aktif kuvvetlerle, reaksiyon kuvvetlerinin bir arada gösterildiği krokilere serbest cisim diyagramı adı verilir.

Bir cismin dengede olduğunu söyleyebilmek için yalnız aktif kuvvetlerin dengede olması kafi gelmez. Aktif ve reaksiyon kuvvetlerinin hep birlikte denge koşullarını sağlaması gerekir.

KUVVETLER

Kuvvetleri düzlemde ve uzayda olmak üzere,

1. Düzlemde kuvvetler,
 - Düzlemde bir noktada kesişen kuvvetler,
 - Düzlemde paralel kuvvetler,
 - Düzlemde genel kuvvetler hali,
 2. Uzayda kuvvetler,
 - Uzayda bir noktada kesişen kuvvetler,
 - Uzayda paralel kuvvetler,
 - Uzayda genel kuvvetler hali.
-