



(FZM 109, FZM111) FİZİK -1

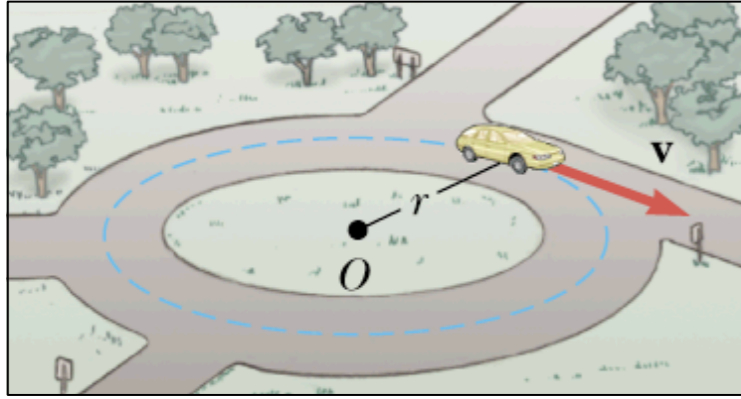
Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU



İÇERİK

- + *Dairesel Hareket*
- + *Düzgün Dairesel Hareket*
- + *Düzgün Olmayan Dairesel Hareket*

DAİRESEL HAREKET



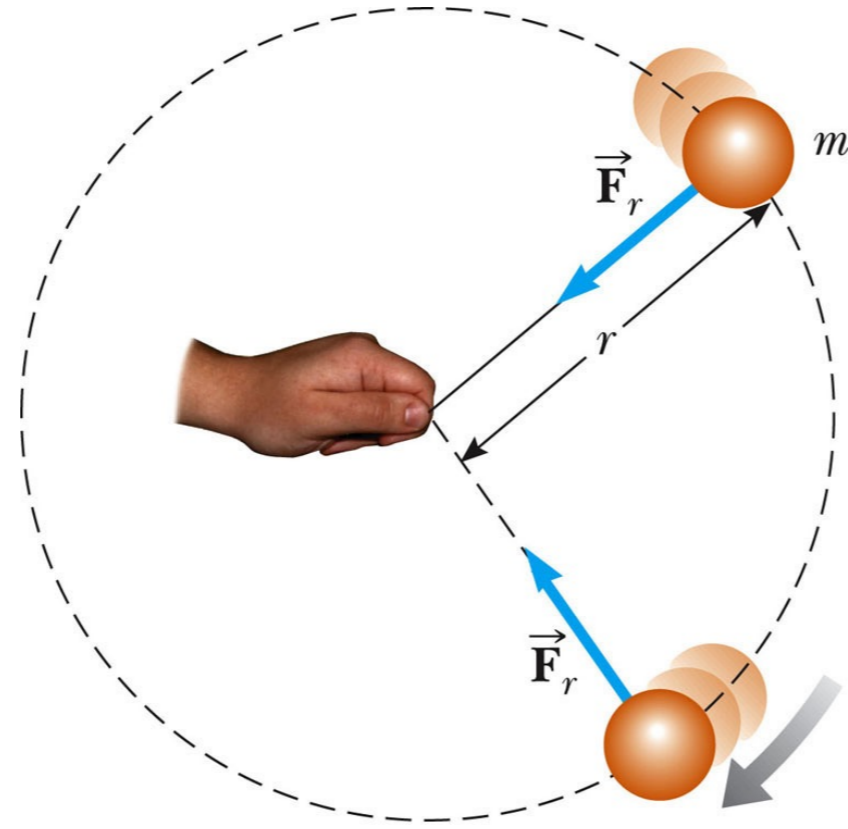
Güneşin etrafında dönen Dünyamız

Bir hidrojen atomunda bir proton etrafında hareket eden elektron.

Kavşaktan dönen araba.

Basit sarkaç

DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET



DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET

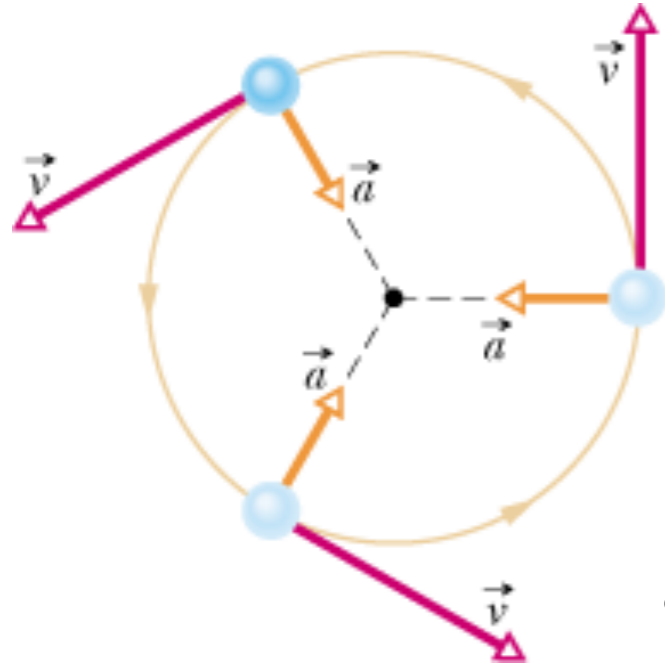
Sabit hız veya

Hızın büyüklüğü sabit

Bir daire boyunca hareket:

Hızın yönü değişiyor

DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET



* Burada hız vektörünün büyüklüğü sabitken yönü sürekli değişmektedir. Bu yüzden, cisim bir ivmeye sahiptir ve bu ivmenin yönü daima merkeze doğrudur.

T hareketinin periyodu: Bir parçacığın kapalı bir yoldan tam olarak geçmesinin özel bir adı vardır.

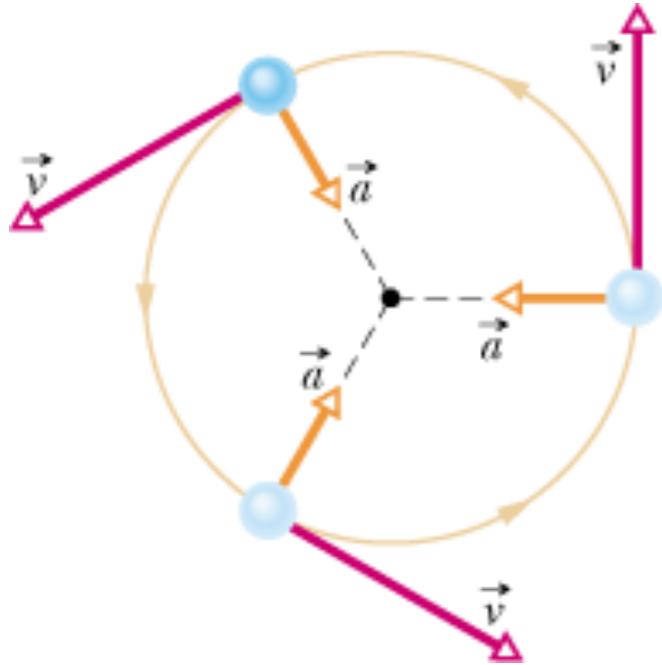
•Ortalama hız :

$$v = \langle v \rangle = \frac{\text{distance traveled}}{\text{time for the travel}} = \frac{2\pi r}{T} \quad (\text{average speed}) .$$

Belirli bir zamandaki bu devir sayısı, **frekans** olarak bilinir, f .

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{frequency}) .$$

DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET



Hız:

Büyükük: sabit v

Hızın yönü daireye teğet

İvme:

Büyükük:

hareket çemberinin merkezine doğru yönlendirildi

Periyot:

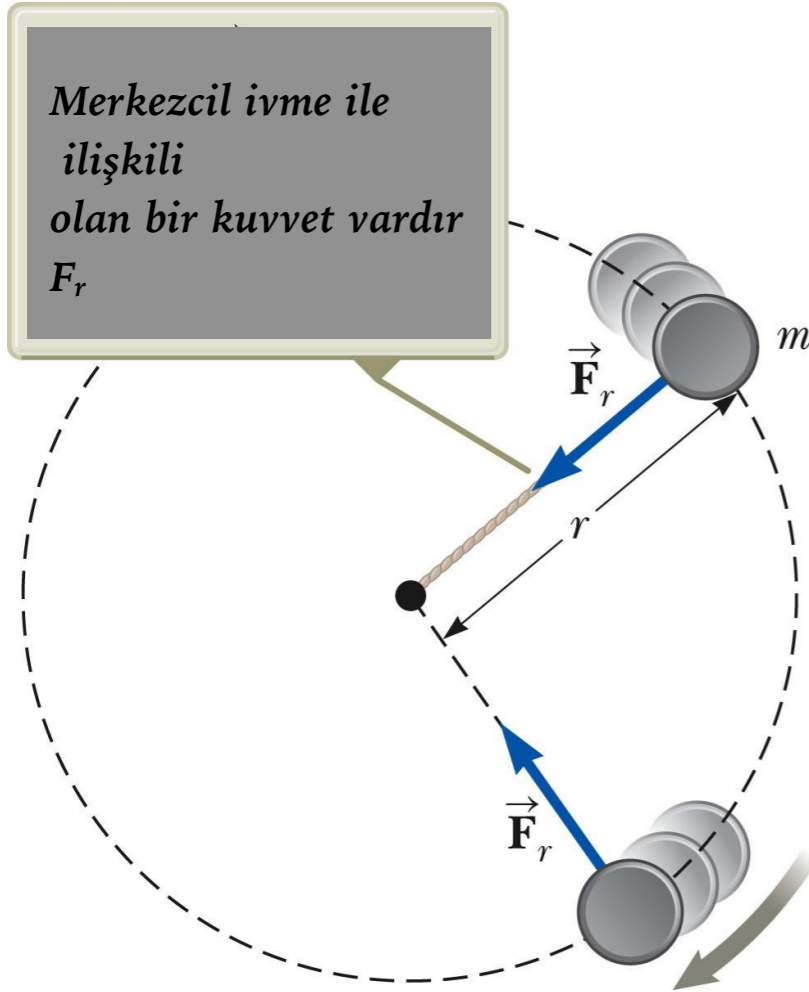
partikülün bir tam devri için gereken zaman aralığı

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

★ Düzgün dairesel hareketin ivmesine **merkezcil ivme** denir ve büyüklüğü $a = \frac{v^2}{r}$ 'dir. Cismin tam dolanım süresine **periyot** denir ve değeri $T = \frac{2\pi r}{v}$ 'dir.

Yön: Merkezcil ivme vektörü her zaman dairenin ortasına işaret eder ve nesne hareket ettikçe yönü sürekli değiştirir.

DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET



$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

NEWTON'UN 2. YASASI

$$F = m \times a$$

$$\sum F = ma_c = m \frac{v^2}{r}$$

Merkezcil ivme ile ilişkili olan bir kuvvet vardır F_r

Bu kuvvet aynı zamanda dairenin merkezine doğru yönelmiştir.

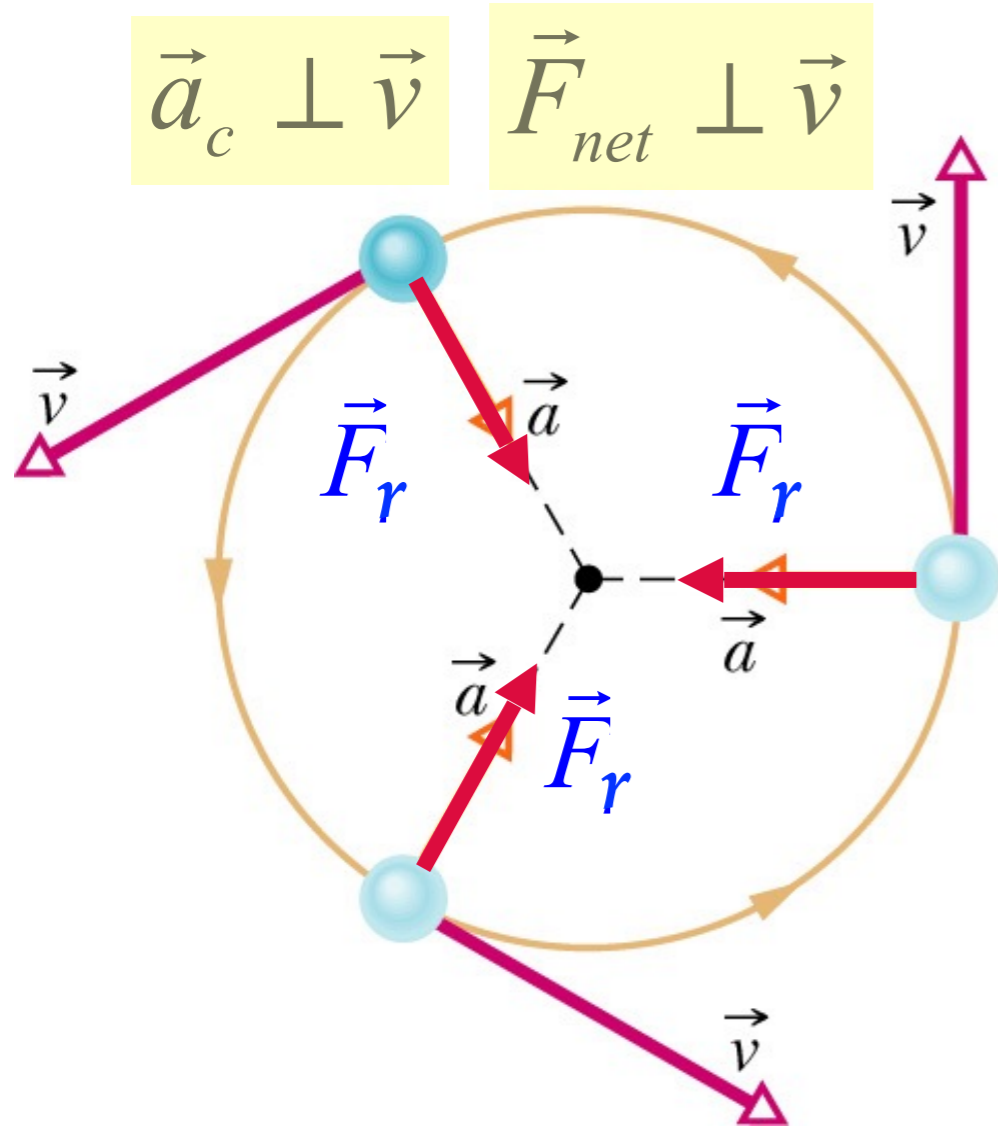
Newton'un İkinci Yasasını radyal doğrultuda uyguladığımızda kuvvetin formülü elde edilir,

Bu kuvvet kütlenin bu dairesel hareket içerisinde kalmasını sağlar.

DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET- KUVVET

Merkezcil bir ivmeye neden olan bir kuvvet
dairenin merkezine doğru etki eder.

Hız vektörünün yönünde bir değişikliğe neden olur.

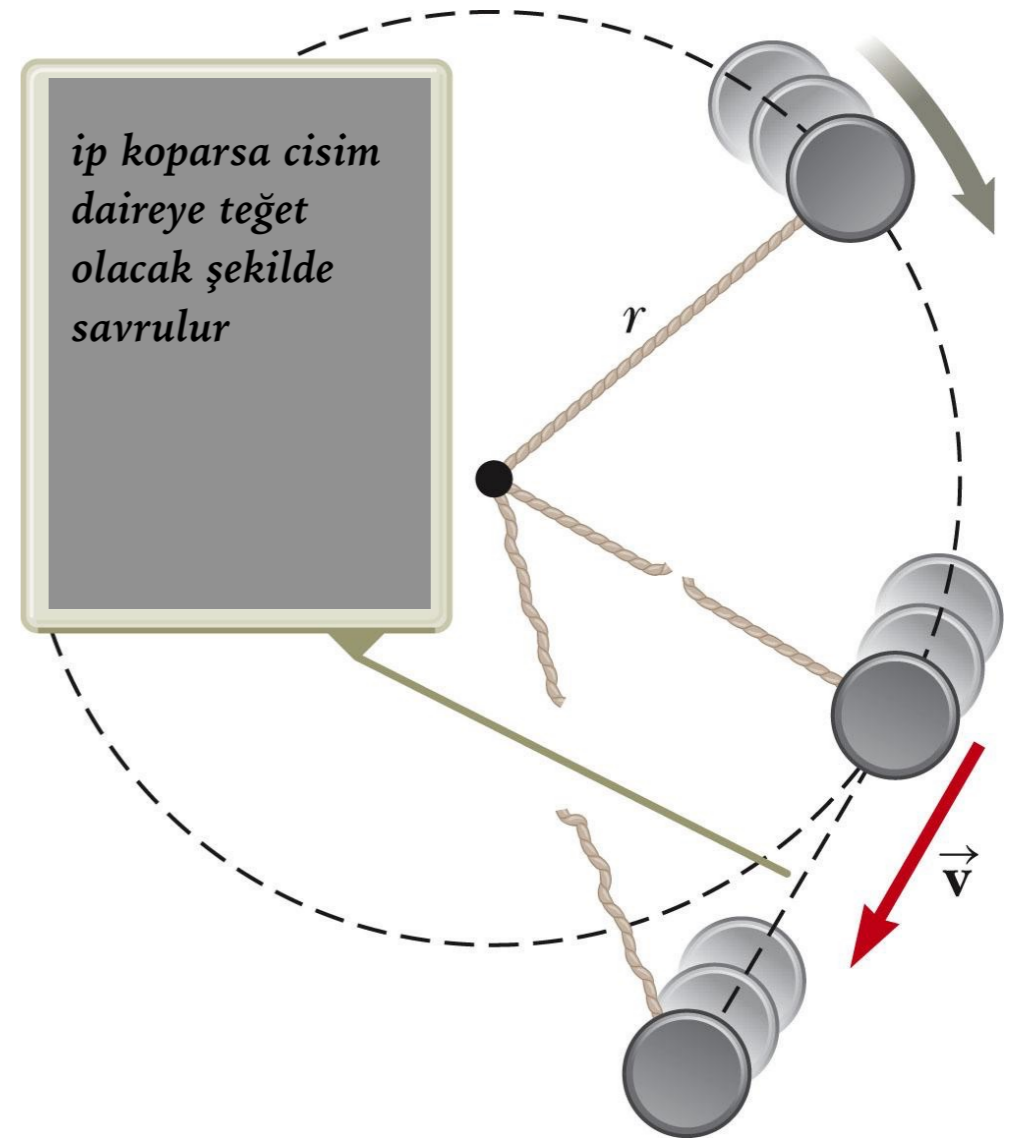


$$\vec{a}_c \parallel \vec{F}_{net}$$

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_r$$

Kuvvet kaybolursa,

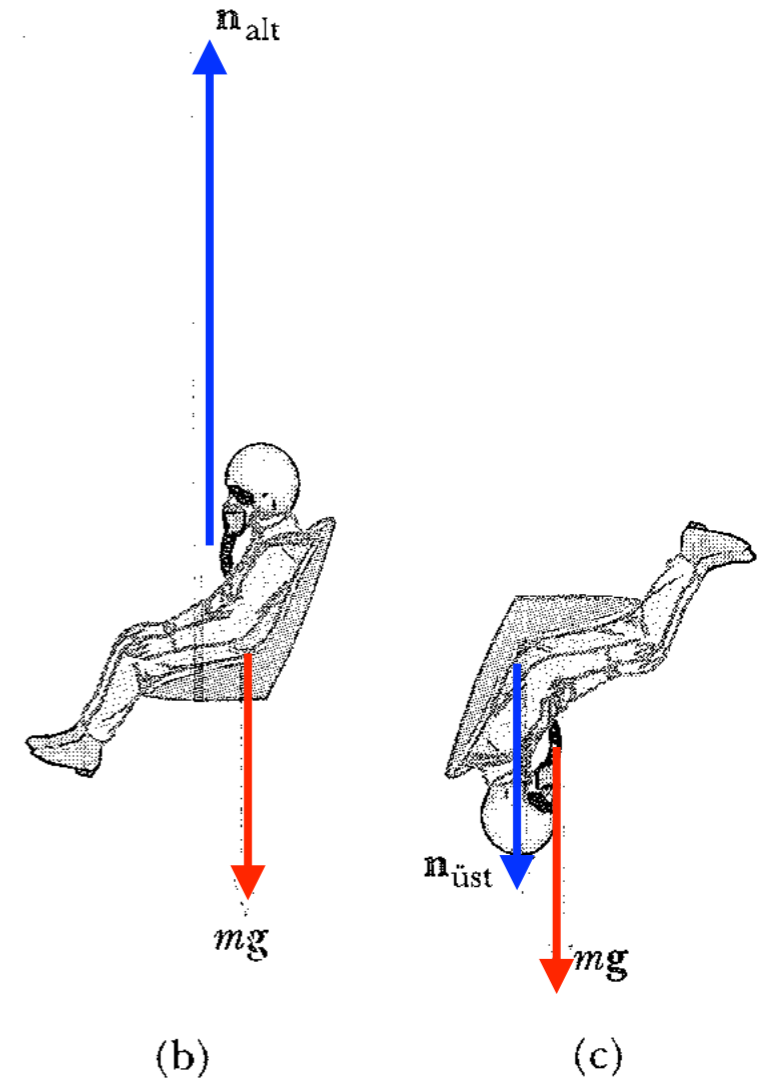
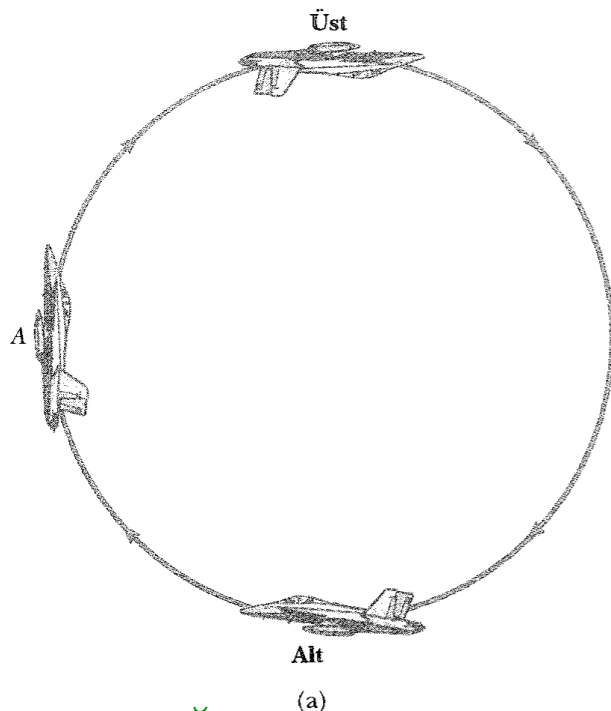
nesne daireye teğet düz bir çizgide hareket eder.



DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET

ÖRNEK 6.7 Çember Etrafında Dönen Uçak

m kütleli bir pilot, Şekil 6.8a da görüldüğü gibi uçakla bir çember etrafında dönmektedir. Bu uçuş düzeninde uçak, 2,70 km yarıçaplı düşey düzlemdeki dairesel yörüngede 225 m/s lik sabit bir hızla hareket ediyor. Koltuğun pilota uyguladığı kuvveti (a) dairesel yörüngenin en alt kısmında (b) en üstünde hesaplayınız. Sonucu pilotun mg ağırlığı cinsinden bulunuz.



DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET

$$\sum F_r = n_{\text{alt}} - mg = m \frac{v^2}{r}$$

veya

$$n_{\text{alt}} = mg + m \frac{v^2}{r} = mg \left(1 + \frac{v^2}{rg} \right)$$

bulunur. Yarıçap ve hız için yukarıda verilen $r = 2,70 \times 10^3$ m ve $v = 225$ m/s değerleri yerine konularak

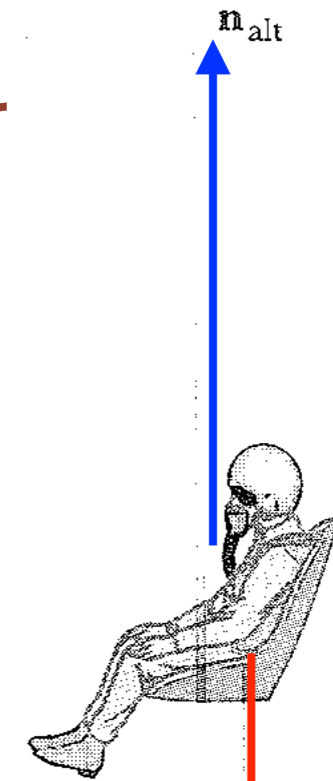
$$n_{\text{alt}} = mg \left[1 + \frac{(225 \text{ m/s})^2}{(2,70 \times 10^3 \text{ m}) (9,80 \text{ m/s}^2)} \right] = 2,91 \text{ } mg$$

$$\sum F_r = n_{\text{üst}} + mg = m \frac{v^2}{r}$$

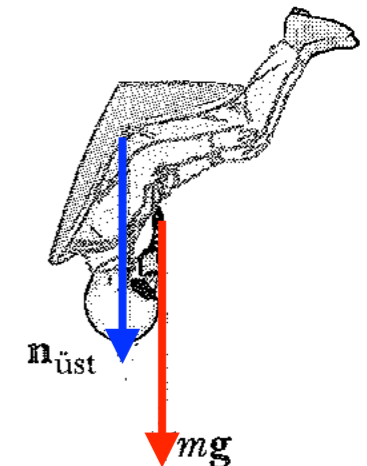
veya

$$n_{\text{üst}} = m \frac{v^2}{r} - mg = mg \left(\frac{v^2}{rg} - 1 \right)$$

$$n_{\text{üst}} = mg \left[\frac{(225 \text{ m/s})^2}{(2,70 \times 10^3 \text{ m}) (9,80 \text{ m/s}^2)} - 1 \right] = 0,913 \text{ } mg$$

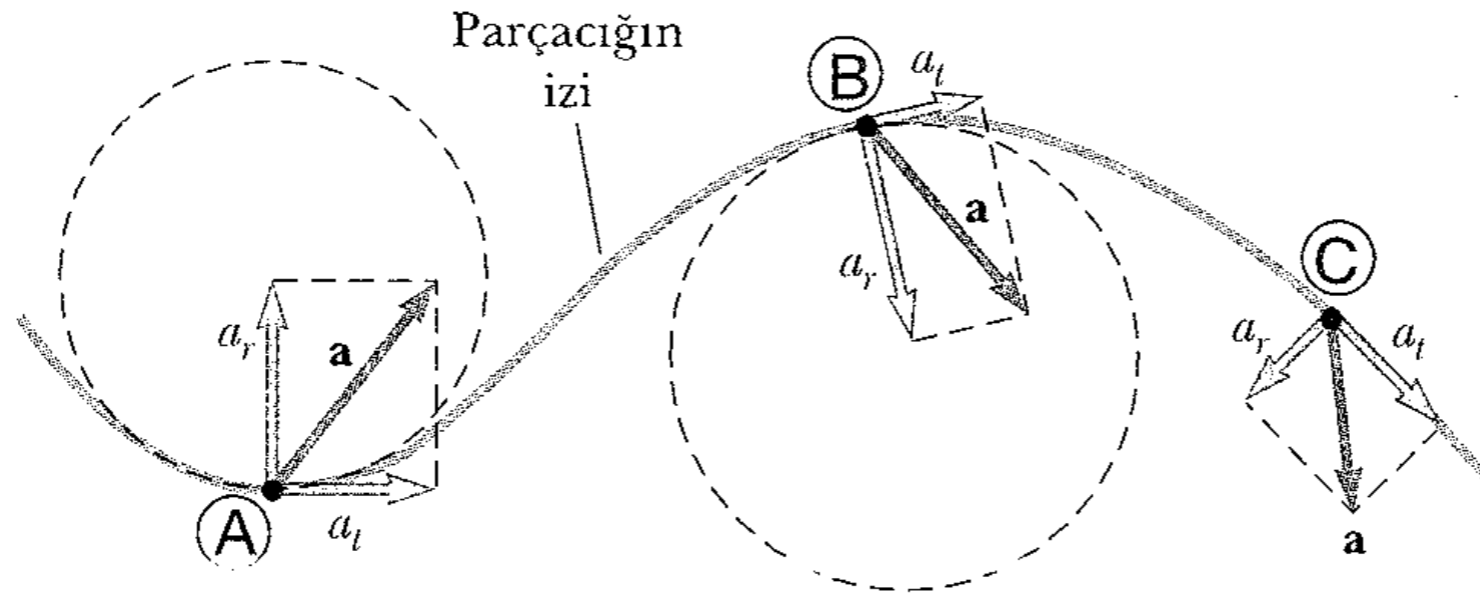


(b)



(c)

DÜZGÜN OLMAYAN DAİRESEL HAREKET



Şekil 4.17 Bir parçacığın xy düzleminde yer alan herhangi bir eğrisel yörüngedeki hareketi. \mathbf{v} (daima yörüngeye teğet) hız vektörünün doğrultusu ve büyüklüğü değişirse, parçacığın \mathbf{a} ivmesinin bileşen vektörleri, \mathbf{a}_t teğetsel ivme vektörü ve \mathbf{a}_r radyal ivme vektörüdür.

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}_r + \mathbf{a}_t$$

Toplam ivme

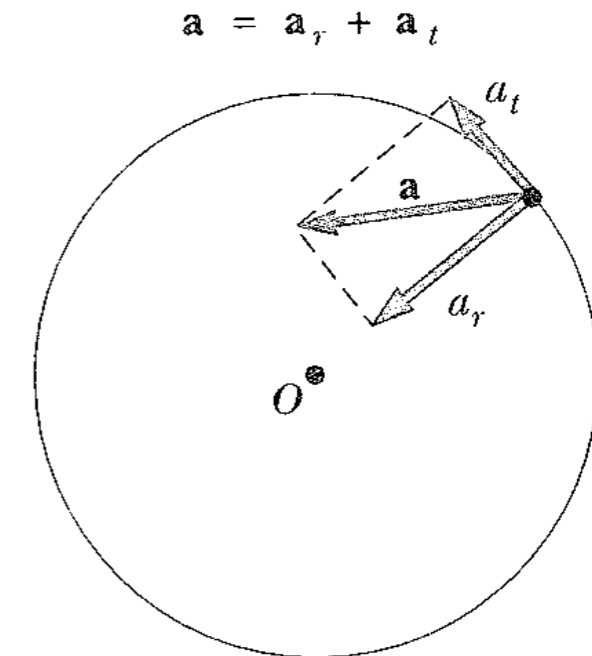
$$a_t = \frac{d|\mathbf{v}|}{dt}$$

Teğetsel ivme

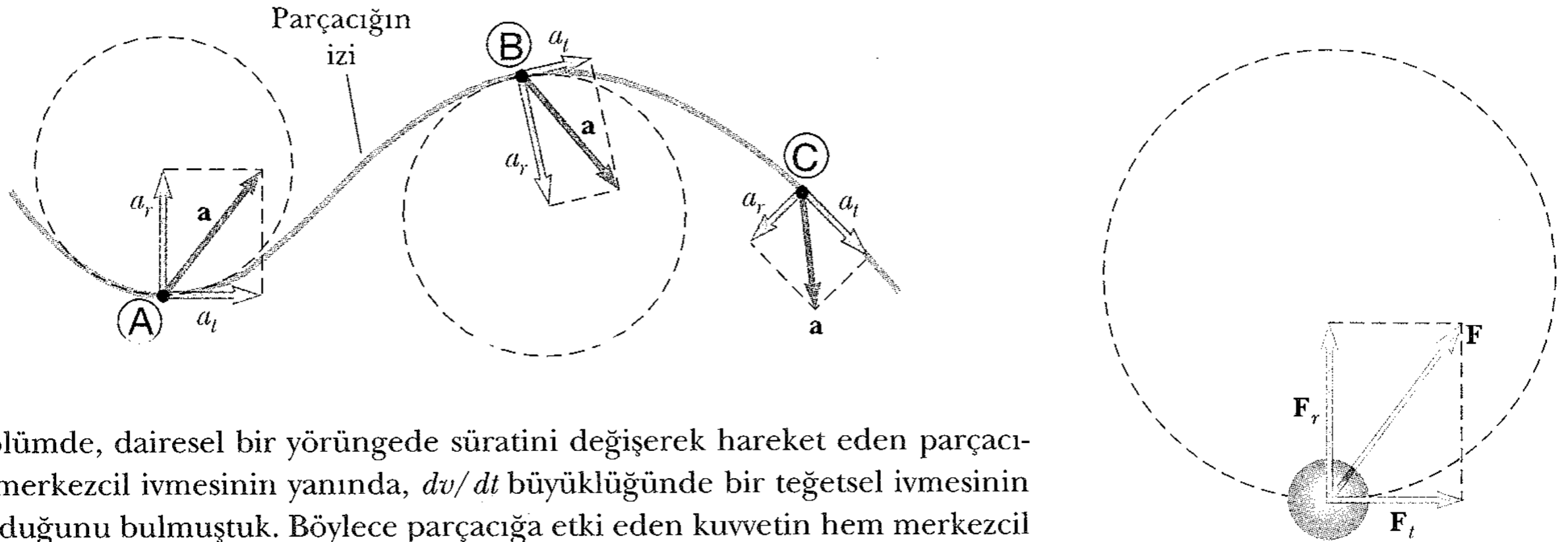
$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

Radyal ivme

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2}$$



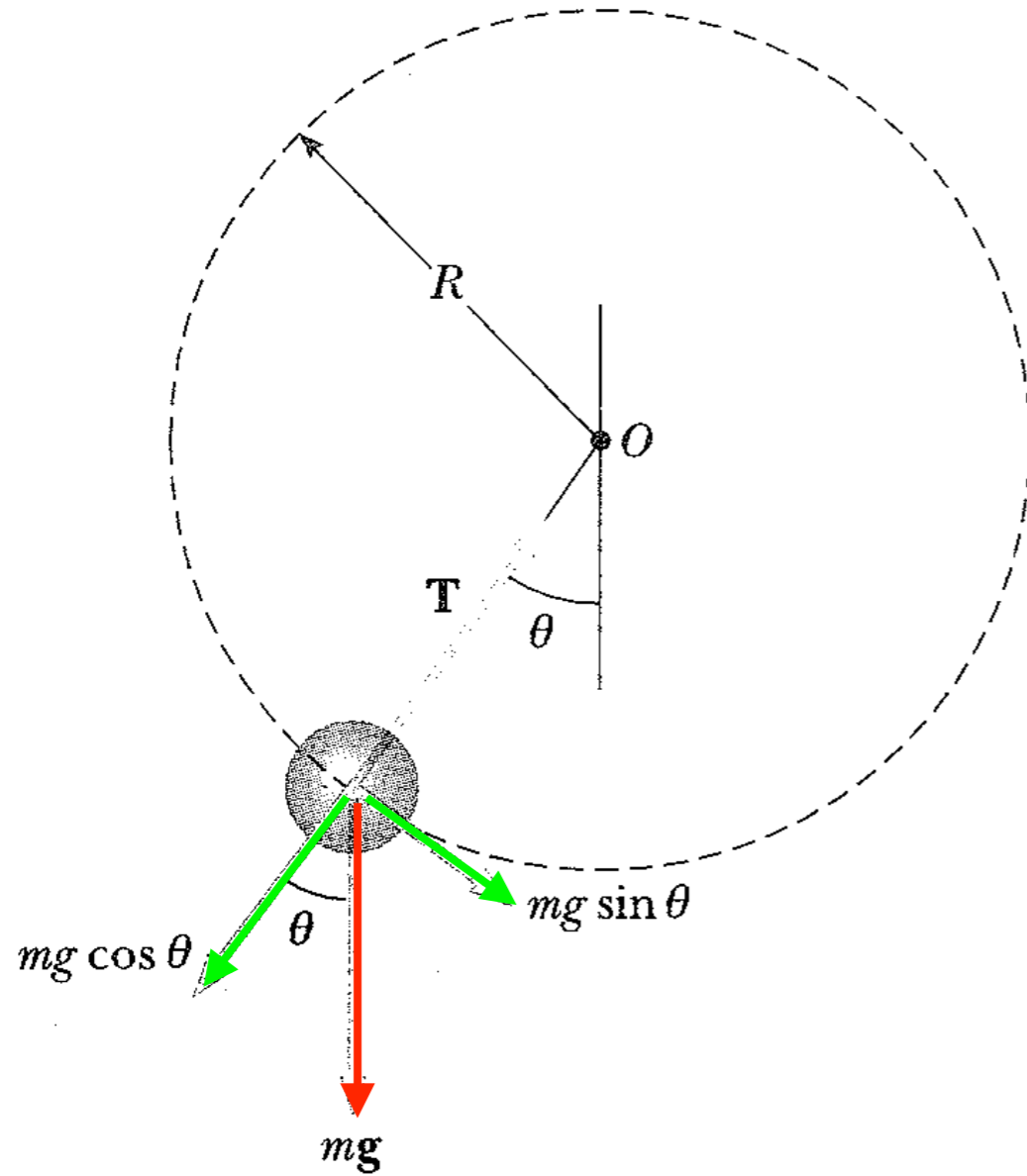
DÜZGÜN OLMAYAN DAİRESEL HAREKET



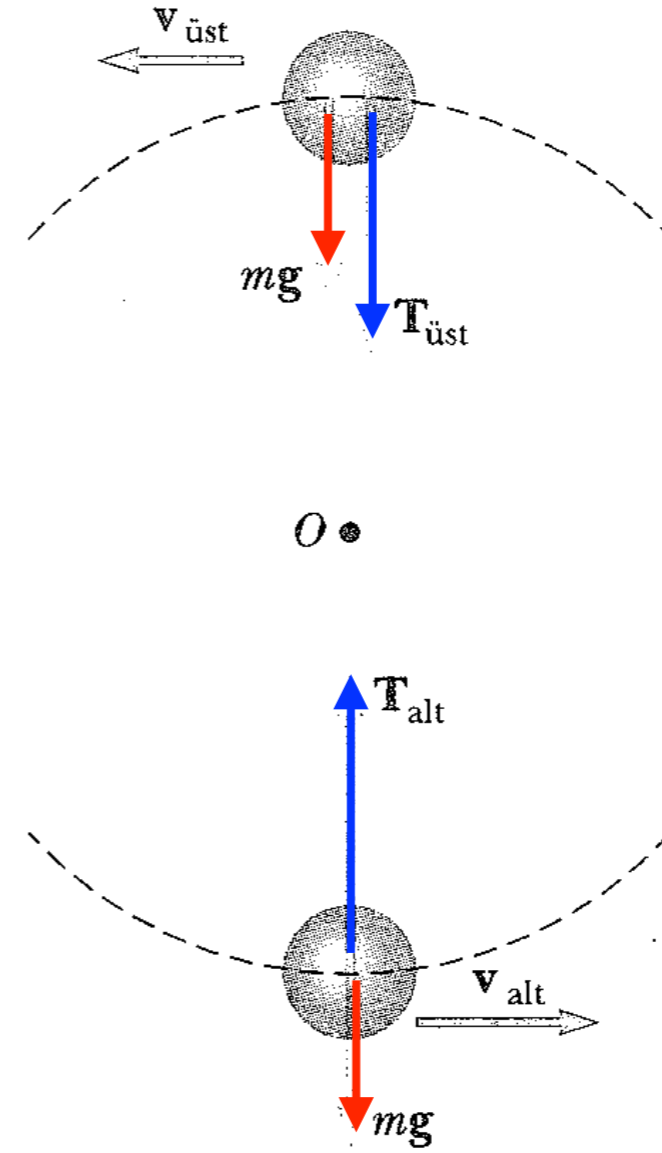
4. Bölümde, dairesel bir yörüngede süratini değiştirerek hareket eden parçacığın, merkezci ivmesinin yanında, dv/dt büyüklüğünde bir teğetsel ivmesinin de olduğunu bulmuştuk. Böylece parçacığa etki eden kuvvetin hem merkezci hem teğetsel bileşeni olmalıdır. Yani, toplam ivme $\mathbf{a} = \mathbf{a}_r + \mathbf{a}_t$ olduğundan,

parçacığa etki eden toplam kuvvet $\mathbf{F} = \mathbf{F}_r + \mathbf{F}_t$ ile verilir ve Şekil 6.10 da gösterildiği gibidir. Bu kuvvetin \mathbf{F}_r vektör bileşeni, dairenin merkezine yönelmiştir ve merkezci ivmenin meydana gelişinden sorumludur. Kuvvetin \mathbf{F}_t vektör bileşeni yörüngeye teğettir ve teğetsel ivmenin meydana gelişinden sorumludur ve parçacığın hızının zamanla değişmesine sebep olur. Aşağıdaki örnek bu tip

DÜZGÜN OLMAYAN DAİRESEL HAREKET



(a)



(b)

DÜZGÜN OLMAYAN DAİRESEL HAREKET

ÖRNEK 6.8 Dönen Top

m kütleli küçük bir küre Şekil 6.11a da görüldüğü gibi, R uzunluğunda bir ipin ucuna bağlanarak düşey düzlemde bir O noktası etrafında dairesel yörüngede dündürülüyor. Cismin hızının v olduğu ve ipin düşeyle θ açısı yaptığı bir anda, ipteki gerilmeyi hesaplayınız.

arıçap doğrultusundaki bileşeni $mg \cos \theta$ dir. Newton'un 2. hareket yasası uygulandığında

$$\begin{aligned}\sum F_t &= mg \sin \theta = ma_t \\ a_t &= g \sin \theta\end{aligned}$$

bulunur. İvmenin bu bileşeni v hızının zamanla değiştiğini ifade eder. Çünkü $a_t = dv/dt$ dir.

Newton'un ikinci yasasını yarıçap doğrultusunda uyguluyoruz. \mathbf{T} ve \mathbf{a}_r nin yarıçap doğrultusunda olduğuna dikkat ederek

$$\sum F_r = T - mg \cos \theta = \frac{mv^2}{R}$$

$$T = m \left(\frac{v^2}{R} + g \cos \theta \right)$$

bulunur.

DÜZGÜN VE DÜZGÜN OLAMAYAN DAİRESEL HAREKET

Düzgün

düzgün hızda dairesel bir yöründede hareket eden bir parçacığın ivmesi merkeze doğrudur.

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\vec{a}_c \perp \vec{v}$$

radyal doğrultuda

$$\sum F = ma_c = m \frac{v^2}{r}$$

Bu durumda, ivme radyal ivme ve teğetsel ivmeden oluşur.

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_t$$

$$\vec{F} = \vec{F}_r + \vec{F}_t$$

\vec{F}_r dairenin merkezine doğru yönlendirilir ve merkezci ivmeden sorumludur.

\vec{F}_t daireye teğet ve teğetsel ivmelenmeden sorumludur (hızdaki değişim).

Düzgün Olmayan

KAYNAKLAR

- 1.Fen ve Mühendislik için Fizik Cilt-2, R.A.Serway,R.J.Beichner,5.Baskıdan çeviri, (ÇE) K. Çolakođlu, Palme Yayıncılık.
2. Üniversite Fiziđi Cilt-I, H.D. Young ve R.A.Freedman, (Çeviri Editörü: Prof. Dr. Hilmi Ünlü) 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara.