

# (FZM 109, FZM111) FİZİK -1

*Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU*

# İÇERİK

---

- + *Doğrusal Momentum ve Korunumu*
- + *İki Parçacıklı Bir Sistem İçin Momentum Korunumu*
- + *İmpuls ve Momentum*
- + *Çarpışmalar*
  - + *Esnek Çarpışma*
  - + *Esnek Olmayan Çarpışma*
- + *İki Boyutta Çarpışma*
- + *Kütle Merkezi*

# DOĞRUSAL MOMENTUM VE KORUNUMU

---

*v* hızı ile hareket eden *m* kütleli bir parçacığın doğrusal momentumu kütle ve hızın çarpımı olarak tanımlanır.

$$\mathbf{p} \equiv m\mathbf{v}$$

*Bir m skaleri ile bir V vektörünün çarpımına eşit olduğundan momentum vektörel bir niceliktir. Yönü hız ile aynıdır ve boyutu ML/T'dir/SI'de birimi kg.m/s'dir.*

*Bir parçacık rasgele bir yönde hareket ediyorsa, p üç bileşene sahip olur ve*

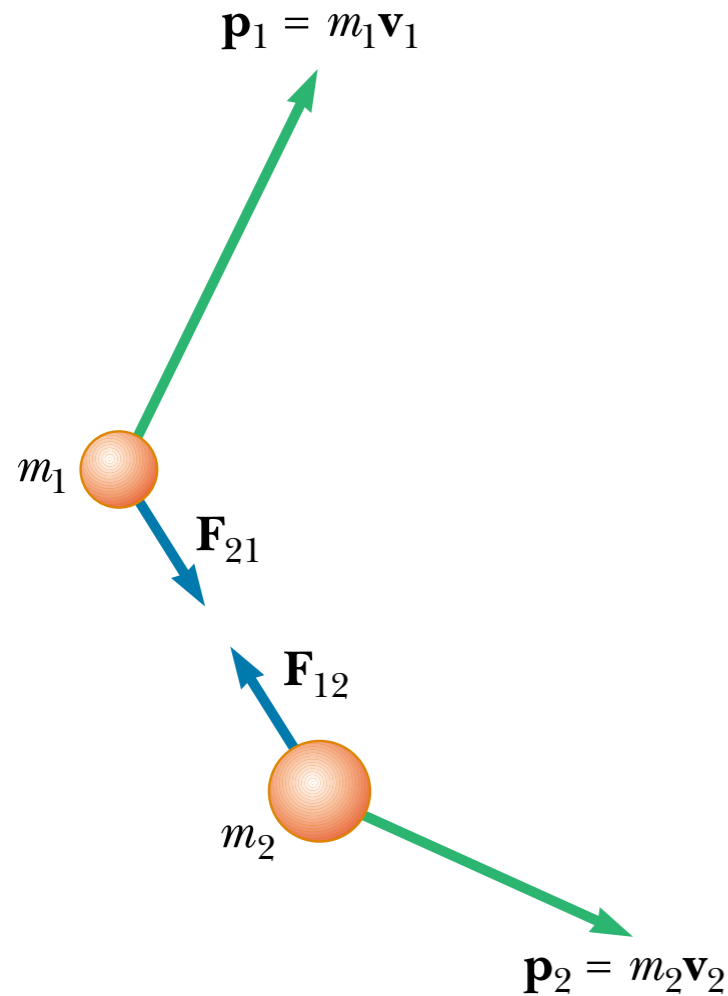
$$p_x = mv_x \quad p_y = mv_y \quad p_z = mv_z$$

# İKİ PARÇACIKLI BİR SİSTEM İÇİN MOMENTUM KORUNUMU

Birbirleriyle etkileşen çevrelerinden yalıtılmış iki parçacık ele alalım. Bu durumun analizinde Newton'u üçüncü kanunu önemlidir.

Bir an için 1. parçacığın momentumu  $\mathbf{p}_1$  ve 2. parçacığın momentumu  $\mathbf{p}_2$  olduğunu varsayalım.

Her parçacığa Newton'un 2. yasasını uygularsak;



$$\mathbf{F}_{21} = \frac{d\mathbf{p}_1}{dt} \quad \text{and} \quad \mathbf{F}_{12} = \frac{d\mathbf{p}_2}{dt}$$

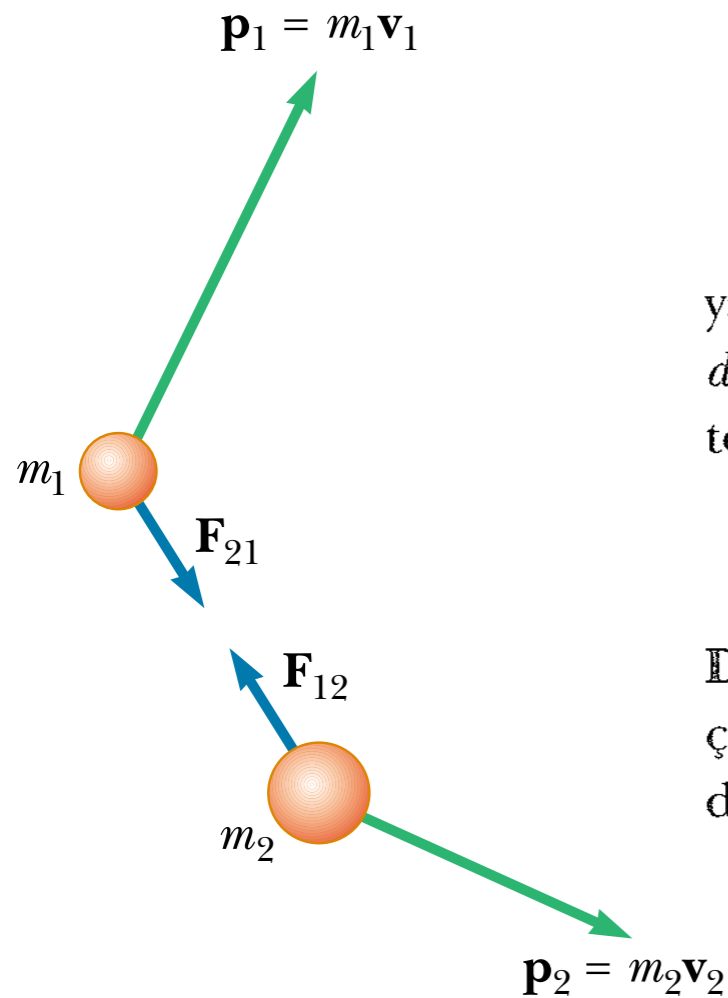
$$\mathbf{F}_{21} + \mathbf{F}_{12} = 0$$

$$\frac{d\mathbf{p}_1}{dt} + \frac{d\mathbf{p}_2}{dt} = \frac{d}{dt} (\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2) = 0$$

# İKİ PARÇACIKLI BİR SİSTEM İÇİN MOMENTUM KORUNUMU

Toplam momentumun ( $p_{top} = p_1 + p_2$ ) zamana göre türevi sıfır olduğundan sistemin toplam momentumunun sabit kaldığı sonucuna varırız.

$$\mathbf{p}_{tot} = \sum_{\text{system}} \mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 = \text{constant}$$



$$\mathbf{p}_{1i} + \mathbf{p}_{2i} = \mathbf{p}_{1s} + \mathbf{p}_{2s} \quad (9.5)$$

yazılabilir. Burada  $\mathbf{p}_{1i}$  ve  $\mathbf{p}_{2i}$  parçacık çiftinin ilk momentumları,  $\mathbf{p}_{1s}$  ve  $\mathbf{p}_{2s}$  ise  $dt$  gibi bir zaman aralığında etkileşen çiftin son momentumlarıdır. 9.5 Eşitliği, toplam momentumun  $x$ ,  $y$ ,  $z$  bileşenlerinin de ayrı ayrı korunacağını gösterir:

$$\sum_{\text{system}} p_{ix} = \sum_{\text{system}} p_{sx}} \quad \sum_{\text{system}} p_{iy} = \sum_{\text{system}} p_{sy} \quad \sum_{\text{system}} p_{iz} = \sum_{\text{system}} p_{sz} \quad (9.6)$$

Doğrusal momentumun korunumu kanunu olarak bilinen bu sonuç, yalıtılmış çok parçacıklı sistemlere genişletilebilir. Buna en önemli mekanik yasalarından biri olarak bakılabilir ve aşağıdaki şekilde ifade edilir:

*Yalıtılmış bir sistemin toplam momentumunun her zaman ilk momentumuna eşit olduğunu söyler.*

# İMPULS VE MOMENTUM

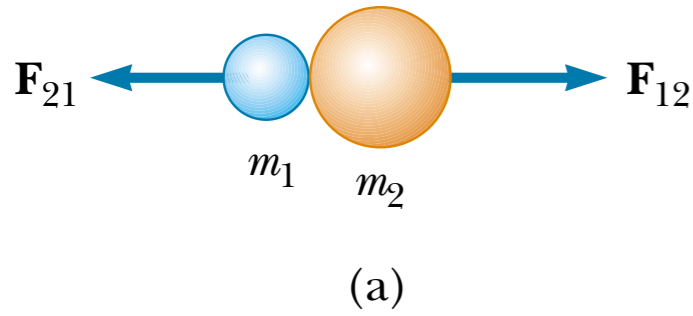
---

$$\mathbf{I} \equiv \int_{t_i}^{t_f} \mathbf{F} dt = \Delta \mathbf{p}$$

*Bir parçacık üzerine etkiyen  $F$  kuvvetinin impulsu, bu kuvvetin sebep olduğu parçacığın momentumundaki değişime eşittir.*

# ÇARPIŞMALAR

Çarpışma, iki parçacığın birbiri üzerine impulsif kuvvetler oluşturarak kısa süre birlikte olmaları olarak tanımlanabilir.



olarak yazılabilir. Benzer şekilde,  $m_1$ 'in  $m_2$  üzerine uyguladığı kuvvet  $\mathbf{F}_{12}$  olmak üzere,  $m_2$ 'nin momentumundaki değişim de

$$\Delta \mathbf{p}_1 = \int_{t_i}^{t_s} \mathbf{F}_{21} dt$$

$$\Delta \mathbf{p}_2 = \int_{t_i}^{t_s} \mathbf{F}_{12} dt$$

ile verilir. Nitekim Newton'un üçüncü yasasına göre şu sonucu yazabiliriz:

$$\Delta \mathbf{p}_1 = -\Delta \mathbf{p}_2$$

$$\Delta \mathbf{p}_1 + \Delta \mathbf{p}_2 = 0$$

Sistemin toplam momentumu  $\mathbf{p}_{\text{sistem}} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$  olduğundan, çarpışmadan dolayı sistemin momentumundaki değişimin sıfır olduğu sonucuna varırız. Bu da,

$$\mathbf{p}_{\text{sistem}} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 = \text{sabit}$$

**Yalıtılmış bir sistemin çarpışmadan hemen önceki toplam momentumu, çarpışmadan hemen sonraki toplam momentumuna eşittir.**

# BİR BOYUTTA ESNEK VE ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMALAR

---

iki cismin arasındaki esnek çarpışma toplam momentum ve toplam kinetik enerjinin çarpışmadan önce ve sonra sabit kaldığı çarpışmadır.

iki cismin arasındaki esnek olmayan çarpışma momentum korunduğu halde toplam kinetik enerjinin çarpışmadan önce ve sonra aynı olmadığı çarpışmadır.

bir meteor taşının yere çarptığında olduğu gibi çarpışan cisimlerin çarpışmadan sonra birlikte hareket ettiği çarpışma tamamen esnek olmayan çarpışma olarak adlandırılmaktadır.



# ESNEK ÇARPIŞMA

Şimdi kafa-kafaya esnek çarpışmaya uğrayan iki parçacığı ele alalım. Bu durumda momentum ve kinetik enerji birlikte korunur.

Before collision

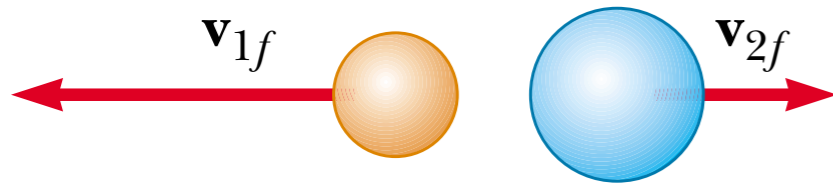


(a)

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

After collision



(b)

$$v_{1f} = \left( \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{1i} + \left( \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{2i}$$

$$v_{2f} = \left( \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) v_{1i} + \left( \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) v_{2i}$$

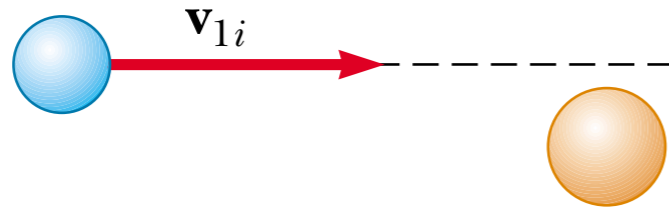
*İlk hızlar cinsinden son hızlar*

# İKİ BOYUTTA ÇARPIŞMA

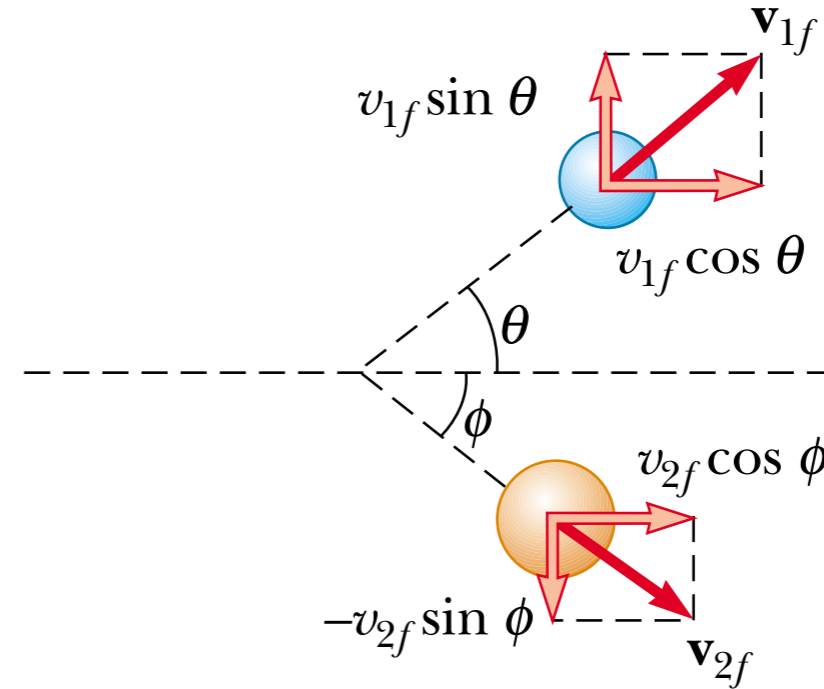
İki parçacığın herhangi bir çarpışması içinde  $x, y$  ve  $z$  doğrultularının herbirinde toplam momentum korunur.

$$m_1 v_{1ix} + m_2 v_{2ix} = m_1 v_{1fx} + m_2 v_{2fx}$$

$$m_1 v_{1iy} + m_2 v_{2iy} = m_1 v_{1fy} + m_2 v_{2fy}$$



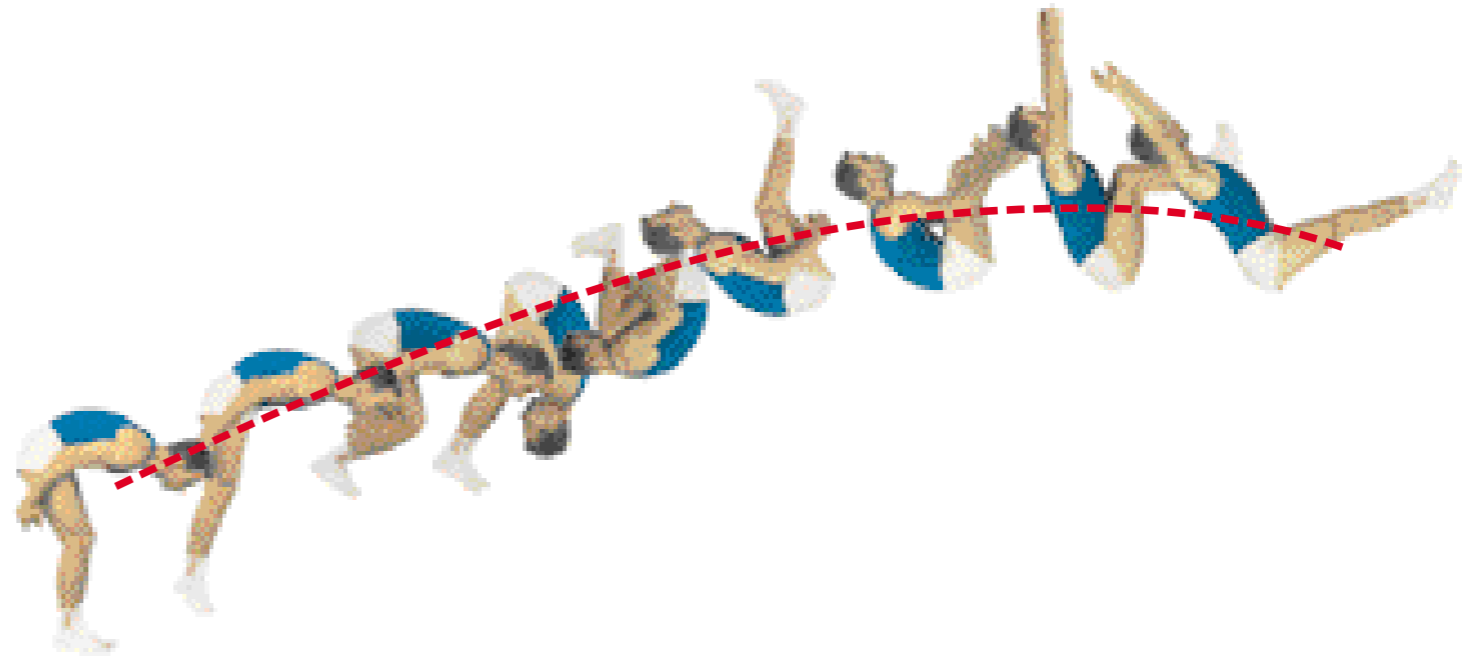
(a) Before the collision



(b) After the collision

# KÜTLE MERKEZİ

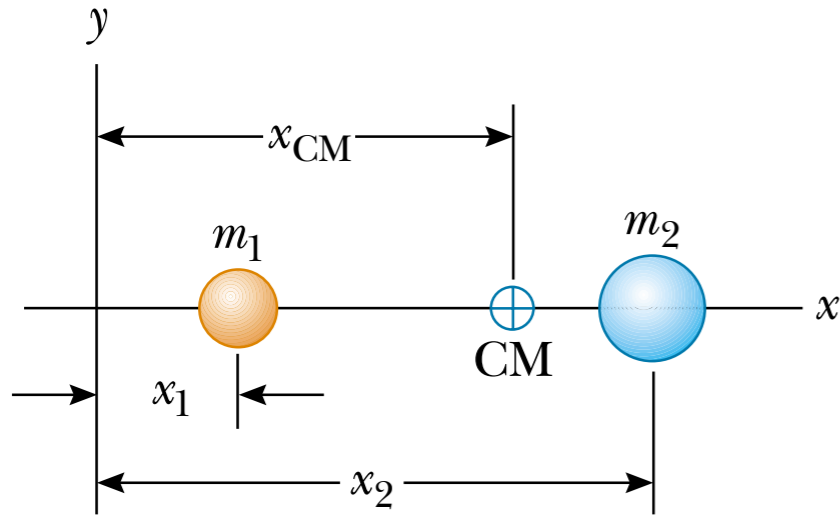
Bu kesimde, mekanik bir sistemin bütününün hareketini, sistemin **kütle merkezi** olarak adlandırılan özel bir nokta yardımıyla açıklayacağız. Mekanik sistem, bir kap içindeki atomlar gibi bir parçacıklar sistemi veya havada takla atan bir jimnastikçi gibi büyük bir cisim olabilir. Mekanik sistemin, sanki bütün kütesinin kütle merkezinde yoğunlaşmış gibi hareket ettiğini göreceğiz. Dahası, sisteme etkiyen toplam dış kuvvet  $\sum \mathbf{F}_{\text{dış}}$  ve sistemin toplam kütlesi  $M$  ise, kütle merkezi,  $\mathbf{a} = \sum \mathbf{F}_{\text{dış}} / M$  ivmesi ile hareket eder. Yani, sistem sanki dış kuvvet kütle merkezine yerleşmiş  $M$  kütleli tek bir parçacığa uygulanıyormuş gibi hareket eder.



# KÜTLE MERKEZİ

Örneğin, Şekil 9.18’de gösterilen bir parçacık çiftinin kütle merkezi,  $x$  ekseninde ve parçacıklar arasında bir yerdedir. Bu durumda kütle merkezinin  $x$  koordinatı

$$x_{\text{KM}} \equiv \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \quad (9.27)$$



**Figure 9.18**

# 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.