

## 12.1. ÇEMBERSEL HAREKET

### 1. DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET

Bir çember etrafında dönen cisimlerin hareketine **çembersel hareket** denir. Bu hareket esnasında cismin hızı sabit ise buna **düzgün çembersel hareket** denir. Düzgün çembersel hareketi tanımlamak için belli başlı kavramlara ihtiyaç vardır. Bu kavramlar periyot, frekans, çizgisel hız, açısal hız, merkezci ivme ve merkezci kuvvettir.

**Periyot ve frekans:** Cismin çember etrafındaki bir turunun zaman olarak ifadesidir. Cismin çember etrafındaki bir saniyede attığı tur sayısıdır. ( $T \cdot f = 1$ )

**Çizgisel Hız:** Cismin çember üzerinde birim zamandaki yer değiştirmesidir.

**Açısal Hız:** Cismin çember üzerinde açısal olarak birim zamandaki yer değiştirmesidir. Çizgisel hız ile açısal hız birbirinden farklı kavramlardır. Örneğin Dünya üzerindeki her noktanın açısal hızı aynıdır fakat çizgisel hızı yarıçapla orantılı olarak değişir. Çizgisel hız ve açısal hız vektörel büyüklüklerdir. Çizgisel hız vektörü çemberin merkezine her noktada teğet olarak çizilir.

**Merkezcil İvme:** Çizgisel hızın sürati sabittir fakat hız vektörü sürekli yön değiştirir. Hız vektörünün sürekli yön değiştirmesi ile oluşan kuvvet merkezcil ivmeyi oluşturur. Merkezcil ivmenin yönü her zaman merkeze yöneliktir.

**Merkezcil Kuvvet:** Cismi çember yörüngesinde tutan kuvvettir. Merkezcil kuvvet, hız vektörünün yönünü sürekli değiştirir fakat büyüklüğünün sabit olmasını sağlar. Merkezcil kuvvet her zaman merkeze yöneliktir ve çizgisel hız vektörüne diktir. Kütle, hız ve yörünge yarıçapı merkezcil kuvvetin büyüklüğü ile ilişkilidir. Kütle ve hız, merkezcil kuvvet ile orantılı yarıçap ile ters orantılıdır.

Cisimler düzgün çembersel hareket yaparken yatay veya düşey düzlemde bulunabilirler. Her iki durumda da merkezcil kuvvetin yönü merkeze yönelik olur. Cismin ağırlığının ise yer çekiminin etkisiyle her zaman yere doğru olması bu kuvvetleri bir arada göstermeyi kolaylaştırır.

Araçların yatay, düşey ve eğimli zeminlerde virajı emniyetli dönmeleri için belli şartlar vardır. Yatay zeminde oluşan sürtünme kuvveti merkezcil kuvvettir. Merkezcil kuvvet hız ile orantılı olarak arttığı için virajlarda yüksek hız araçların savrulmasına neden olabilir.

### 2. DÖNEREK ÖTELEME HAREKETİ

Nesnenin kayarak belirli doğrultuda bir noktadan başka bir noktaya gelmesine **öteleme hareketi** denir. Nesnenin kendi merkezi etrafındaki çembersel hareketine **dönme hareketi** denir. Kaymadan yuvarlanan nesneler her iki hareketi aynı anda yapabilir. Örneğin yol alan bir araca ait tekerlek hem dönme hem öteleme hareketini aynı anda yapar.

Kütlesi olan bir nesnenin ivmelenmeye karşı gösterdiği dirence **eylemsizlik momenti** denir. Nesne çok sayıda parçacıktan oluşuyorsa her bir parçacığın eylemsizlik momenti toplanarak nesnenin eylemsizlik momenti bulunur ( $m \cdot r^2$ ). Her geometrik şeklin eylemsizlik momenti farklıdır. Örneğin silindirin eylemsizlik momenti  $\frac{1}{2} m \cdot r^2$  şeklindedir.

Silindir gibi dönerek ilerleyen cisimlerin öteleme ve dönme olmak üzere iki çeşit kinetik enerjileri vardır. Öteleme kinetik enerjisi ( $\frac{1}{2} m.v^2$ ) ve dönme kinetik enerjisi ( $\frac{1}{2} I.w^2$ ) formüllerindeki değişkenlere bağlıdır.

### 3. AÇISAL MOMENTUM

Çizgisel momentum vektörünün sabit bir uzaklıktaki noktaya göre dönmesi açısai momentumu oluşturur. Açısai momentum çizgisel momentum gibi fiziksel bir niceliktir ( $L=m.v.r$ ). Atomik boyutta elektronların çizgisel momentumu olduğu gibi açısai momentumu da bulunmaktadır.

Kendi eksenii etrafında dönen cisimlerin eylemsizlik momentleri açısai momentum oluşturur ( $L=I.w$ ). Birim zamandaki açısai momentum değişimi torku meydana getirir.

Açısai momentumun korunumuna günlük hayattan birçok örnek verilebilir. Dönen bir balerinii kendini hızlandırmak için kollarını kavuşturması, havuza atlayan sporcunun havada dönerken kendini hızlandırmak için ayaklarını vücudunun üst kısmına doğru çekmesi gibi örnekler bunlardan bazılarıdır. Burada hızlanmanın sebebi eylemsizlik momentinin küçülmesidir. Ayrıca topaç ve jiroskoplar da açısai momentum ilkelerinden yararlanarak dönme hareketi yapar.

### 4. KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ

Her kütlenin bir çekim alanı vardır. Nesnelerin veya gök cisimlerinin çekim alanına giren cisimlere uyguladığı kuvvete kütle çekim kuvveti denir. Yapay uyduların, ay ve gezegenlerin hareketleri kütle çekim kuvvetine göre açıklanır.

Kütle çekim kuvveti gök cisminin kütlesine, yarıçapına ve cisim ile arasındaki uzaklığa bağlı olarak değişir. Kütle çekim kuvveti etkisiyle oluşan yer çekimi ivmesi kişinin kendi kütlesinden önemsizdir. Yer çekimi ivmesi gök cisminin kütlesi ve yarıçapı ile ifade edilir. Kütle çekim kuvvet vektörü her zaman gök cisminin merkezine doğru olarak çizilir

Bir nesnenin kütle çekim alanında bulunmasından dolayı kütle çekim potansiyel enerjisi oluşur. Bu enerji; cismin kütlesi, gök cisminin kütlesi ve cisim ile gök cismi arasındaki uzaklık cinsinden ifade edilir. Bir roketin Dünya'nın çekim alanından kurtulması için roketi kütle çekim potansiyel enerjisi kadar kinetik enerji verilmelidir. Bu enerjiye **kurtulma enerjisi** denir. Uydular gök cisimlerinin kütle çekim alanında olduğu için bir bağlanma enerjisine sahip olur.

### 5. KEPLER KANUNLARI

Bugün Kepler Kanunları olarak bilinen 3 yasa Kepler tarafından oluşturulmuştur. Bu üç yasa şu şekildedir.

1. Her gezegen, odak noktalarından birinde Güneş'in bulunduğu eliptik yörüngelerde dolandır.
  2. Gezegenler yörüngeleri etrafında eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar.
  3. Gezegenin yörünge periyodunun karesi, gezegenin Güneş'e olan ortalama uzaklığının küpüne eşittir.
- Kepler'den önce bazı bilim insanları astronomik çalışmalar yapmış ve tarihe damgasını vurmuştur. Özellikle Galileo Galilei, Ali Kuşçu ve Uluğ Bey'in gök cisimleri ve gök cisimlerinin hareketleri ile ilgili çalışmaları bilim adına çok önemlidir. Bu çalışmalar günümüzde değerini korumaktadır.