

# 11. SINIF FİZİK DERS NOTLARI

## 1. ÜNİTE : VEKTÖRLER

Hız gibi yönü ile ifade edilen büyüklüklere **vektörel büyüklükler** denir. Vektörel büyüklük, temsil edildiği doğrultuda, uzunluğu vektörel niceliğin şiddeti ile orantılı bir ok çizilerek gösterilir. Bu şekilde yönü ve büyüklüğü belirtilerek çizilen oka **vektör** denir.

### Vektörlerin özellikleri:

- İki vektörün toplamı ya da farkı yine bir vektördür.
- Vektörlerde toplamada değişme özelliği vardır.
- Bir vektörü skaler bir sayıyla çarpmak yada bölmek o vektörün büyüklüğünü çarpmak yada bölmek demektir.
- Bir vektörü (-) ile çarpınca aynı vektörün zıt yönlü olanını elde ederiz. Büyüklüğü ve doğrultusu aynı, zıt yönlü vektörlere zıt vektör denir.
- Bir vektörün doğrultusu, yönü ve şiddeti değiştirilmeden istenilen yere taşınabilir.
- Doğrultusu, yönü ve şiddeti aynı olan vektörler eşit vektörlerdir. Uygulama noktası (Başlangıç noktası) farklı olabilir.

### Vektörlerin Toplanması

Vektörlerin toplanması üç yöntemle olur. Bunlar;

- Paralel kenar metodu
- Ucucu ekleme metodu
- Bileşenlere ayırma metodu

#### 1. Paralel Kenar Metodu

Başlangıç noktası aynı olan vektörler paralel kenara tamamlanır. Başlangıç noktası ile kesim noktasını birleştiren vektör, toplam vektörü verir.

İkiden fazla vektörün toplanması paralel kenar metoduna göre yapılırken önce rastgele iki vektörün toplamı yapılır, sonra toplam vektör ile diğer vektör paralel kenar metoduna göre yapılarak işlem devam ettirilir.

#### 2. Ucucu ekleme Metodu

Vektörler den biri rastgele seçilip diğer vektörlerin doğrultusu, yönü ve şiddeti değiştirilmeden sıra ile ucucu eklenir. Birinci vektörün başlangıç noktası ile son vektörün ucuna doğru toplam vektör çizilir.

#### 3. Bileşenlere Ayırma Metodu

Bir vektörün bileşenleri o vektörün x ve y düzlemlerindeki izdüşümüdür.

### Vektörlerde Çıkarma İşlemi

Vektörlerde çıkarma işlemi yapılırken çıkarılacak olan vektörün yönü ters çevrilir ve uç uca ekleme yöntemi uygulanır.

## 2. ÜNİTE : BAĞIL HAREKET

### Sabit Hızlı İki Cismin Birbirine Göre Hareketi

Bir referans sistemindeki gözlemciye göre hareketsiz görülen bir cisim başka bir referans sistemindeki gözlemciye göre hareketli olabilir. Bu nedenle mutlak bir referans sisteminden bahsedilemez ancak seçilen referans sistemi durgun kabul edilir ve hareket durgun kabul edilen bu referans sistemine göre tanımlanır. Bir hareketli farklı referans sistemlerinden gözlemlendiğinde farklı hızlardan bahsedilir. Trafikte sabit ve eşit hızla aynı yönde giden araçların birbirini duruyor gibi görmesinin nedeni gözlemcinin içinde bulunduğu referans sistemini hareketsiz algılamasıdır.

Bir hareketlinin herhangi bir referans sistemindeki gözlemciye göre hareketine **bağlı hareket**, hızına da **bağlı hız** denir. Bağlı hız, göreceli hız olarak da ifade edilebilir. Bağlı hız hesaplanırken gözlemci ve gözlenenin hız vektörleri kullanılır.

Hareket hâlindeki iki cismin birine göre diğerinin hızı ( $V_{bağlı}$ ), gözlenenin hızı ( $V_{gözlenen}$ ) ile gözlemcinin hızının ( $V_{gözlemci}$ ) vektörel olarak farkına eşittir. Gözlemcinin ve gözlenenin hızları yere göre belirlenen hızlardır.

$$V_{bağlı} = V_{gözlenen} - V_{gözlemci}$$

### Hareketli Bir Ortamdaki Cisimlerin Birbirlerine Göre Hareketi

Hareketli bir ortamda bulunan sabit hızlı cisimlerin bu ortama (referans sistemine) göre hızından bahsedildiğinde bu hız, cismin referans sisteminden bağımsız kendine ait hızıdır. Hareket hâlindeki trende yürüyen insan, hareket hâlindeki geminin güvertesindeki bir bisikletli veya nehirde hareket eden bir kayığın sahip olduğu hız cismin bu hareketlilerden bağımsız kendi hızıdır.

### 3. ÜNİTE : NEWTON'UN HAREKET YASALARI

**1.Hareket Yasası:** Bir cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfır ise bu cisim duruyorsa durmaya devam eder, hareket hâlinde ise sabit hızla hareketine devam eder.

**2.Hareket Yasası (Dinamiğin Temel Prensibi):** Bir cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfırdan farklı olduğunda cismin bu kuvvetin etkisi ile hızı değişir ve ivmeli hareket yapar. Cismin ivmesinin yönü net kuvvetle aynı yönde olur. Cismin kütlesi ile ivmesinin çarpımı net kuvvete eşittir.

**3.Hareket Yasası:** Birbirine temas eden A ve B cisimlerinden A cismi B cismine bir etki uyguladığında B cismi de A cismine eşit fakat zıt yönde bir kuvvet uygular. Bu kuvvet tepki kuvveti olarak adlandırılır.

#### Net Kuvvetin Yönünün Bulunması ve Hesaplanması

Net kuvvetin hesaplanması için sisteme etki eden kuvvetler serbest cisim diyagramı üzerinde ayrı ayrı gösterilir. Ortam sürtünmeli olduğunda sürtünme kuvvetinin de hesaplanması gereklidir.

Cisim durgun hâlde iken cisimle yüzey arasındaki statik sürtünme kuvveti;

$$F_{ss} = k_s \cdot N$$

ile hesaplanır ve duran cismi harekete geçirebilecek en küçük kuvvete eşittir.

Cisim hareket hâlinde iken cisimle yüzey arasındaki kinetik sürtünme kuvveti ise

$$F_{ks} = k_{ks} \cdot N$$

ile hesaplanır ve cismin sabit hızla hareket etmesi için gerekli en küçük yatay kuvvete eşittir. Newton'ın 2.hareket yasasına göre;

$$F_{net} = m \cdot a$$

$$F - F_s = m \cdot a$$

Statik ve kinetik sürtünme katsayıları arasındaki farkın ihmal edildiği durumlarda sürtünme katsayısı tek bir katsayı (k) olarak verilir.

$$F_{net} = F - k_k \cdot N = m \cdot a \text{ olur.}$$

### 4. ÜNİTE : BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

Doğrusal bir yolda sabit bir net kuvvet altında hızı düzgün olarak artan veya azalan cisimlerin yaptığı harekete sabit ivmeli hareket denir. Örneğin arabaların hızlanması veya yavaşlaması ivmeli bir harekettir. Eğer arabalar sürekli aynı kuvvetin etkisinde kalarak aynı ivmeyle hızlanıyor veya yavaşlıyorsa bu olay sabit ivmeli hareket olarak adlandırılır.

#### Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

Hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda değişmesi (artması veya azalması) ivmesinin sabit olduğu anlamına gelir. Hız değişimi  $\Delta v$  ile gösterilir ve ilk hız ile son hız arasındaki fark

$$\Delta v = v_2 - v_1 \text{ ile bulunur.}$$

$a = v/t$  ile ifade edilir. İvme-zaman grafiğinde grafik çizgisi ile zaman eksenini arasındaki alan hız değişimin verir.

Bir hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda artıyorsa hareketlinin yaptığı harekete **düzgün hızlanan doğrusal hareket** denir. Bir hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda azalıyorsa hareketlinin yaptığı harekete ise **düzgün yavaşlayan doğrusal hareket** denir. Düzgün hızlanan harekette ivme pozitif, düzgün yavaşlayan harekette ivme negatif olur.

Sabit ivmeli harekette konum-zaman grafiğinde t anındaki hız, eğriye o noktada çizilen teğetin eğimi ile bulunur ve bu hıza **anlık hız** denir. Sabit ivmeli harekette konum-zaman grafiğinde eğriye t1 ve t2 noktalarında çizilen kirişin eğimi hızı verir bu hıza bu zaman aralığındaki **ortalama hız** denir.

### Hava Direncinin Olmadığı Yerde Serbest Düşme Hareketi

Hava direncinin ve diğer etkenlerin ihmal edildiği bir ortamda serbest bırakılan cisme yer çekimi kuvveti yani cismin ağırlığı kadar kuvvet etki eder. Serbest bırakılan cismin ivmesi Newton'ın II. Hareket Kanunu'ndan yararlanarak  $a=g$  olarak bulunur ve cismin ivmesinin cismin kütlelerinden bağımsız olduğu görülür.  $m$  kütleli cisme etki eden kuvvet yer çekimi kuvvetinin etkisindeki  $m$  cismi düzgün hızlanan hareket yapar. Düzgün hızlanan hareket formüllerinde  $a$  yerine  $g$  yazılarak serbest düşme hareketinin formülleri cisim serbest bırakıldığı için ilk hız sıfır olur.

$$v = g t \quad x = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad v^2 = 2 g \cdot x$$
 ile ifade edilir.

### Hava Direncinin Olduğu (Sürtünmeli) Ortamda Serbest Düşme Hareketi

Hava sürtünmesinin olduğu bir ortamda hava içinde serbest düşen cisme hareket yönüne zıt yönde bir kuvvet etki eder bu kuvvet havanın direnç kuvveti olarak adlandırılır ve  $R$  ile gösterilir. Havanın direnç kuvvetinin büyüklüğü cismin şekline, ortamın özelliklerine bağlıdır. Havanın direnç kuvveti hızın karesi ile orantılı olarak artar. Cismin hareket doğrultusuna dik en büyük kesit alanı  $A$ , cismin şekline bağlı katsayı  $k$  ile gösterildiğinde havanın direnç kuvveti;

$R = k \cdot A \cdot v^2$  bağıntısı ile ifade edilir.

### Limit Hız

Yukarıdaki başlıkta hava direncinden bahsettik ve bunu etkileyen bir faktör cismin hızıydı. Düşme hareketi yapan cisimler ne kadar hızlanırsa hava direnci o kadar artar ve bir süre sonra ağırlık kuvvetiyle hava direnci eşitlenir ve daha fazla hızlanamaz. Bu durumda cisim maksimum hızına ulaşmış olur yani diğer bir deyişle bu değer cismin **limit hızı**dır.

### Aşağı Yönlü Düşey Atış Hareketi

Düşey doğrultuda ilk hız verildiği için serbest düşme hareketi formüllerine ilk hız eklenir ve;

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 g \cdot h$$

$$v = v_0 + g \cdot t$$

formülleri elde edilir.

### Yukarı Yönlü Düşey Atış Hareketi

Yerden yukarı doğru  $v_0$  ilk hızı ile fırlatılan cisim düzgün yavaşlayan hareket yaparak yükselir, hızı sıfır olduğunda ulaştığı maksimum yükseklikten aşağı doğru serbest düşme hareketi yapar ve yükseklik ve hız formülleri;

$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2 g \cdot h$$

$$v = v_0 - g \cdot t$$

şeklinde olur.

## **5. ÜNİTE : İKİ BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET**

### Yatay Atış Hareketi

Yerden yüksekte bir noktadan yatay doğrultuda  $v_0$  hızı ile atılan cismin yaptığı harekete yatay atış hareketi denir. Yatay atış hareketi yapan cisme (hava sürtünmelerinin ihmal edildiği ortamda) yatay doğrultuda etki eden bir kuvvet olmadığı için düzgün doğrusal hareket yapar ve hızı yatay doğrultudaki  $v_x = v_0$  olur. Yatay doğrultuda yaptığı yer değiştirme ise  $x = v_0 t$  bağıntısı ile hesaplanır. Yatay atış hareketi yapan cisim düşey doğrultuda  $g$  ivmesi ile düzgün hızlanan hareket yapar ve ilk hızı olmayan serbest düşme hareketindeki bağıntılar geçerlidir. Düşey doğrultudaki yer değiştirme  $h = \frac{1}{2} g t^2$ , düşey doğrultudaki hızı  $v_y = g t$ , herhangi bir andaki hızı  $v^2 = v_x^2 + v_y^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

### Eğik Atış Hareketi

Yatay doğrultu ile belli bir açı yapacak şekilde fırlatılan cismin hareketi eğik atış hareketi olarak adlandırılır. Eğik atış hareketi yapan cismin (hava sürtünmelerinin ihmal edildiği ortamda) ilk hızının yatay bileşeni  $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ , düşey bileşeni ise  $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$  olarak ifade edilir. Eğik atış yapan cisim yerçekimi ivmesinin etkisi altındadır ve hız vektörünün yönü ve doğrultusu zamanla değişmektedir.

Cisme yatay doğrultuda etki eden kuvvet bulunmadığı için yatay doğrultuda düzgün doğrusal hareket yapar. Cismin hızının yatay bileşeni sabittir;  $v_x = v_{0x}$  olur. Eğik atış hareketinde cisim düşey doğrultuda yukarı yönlü düşey atış hareketi yapar. İlk hızın büyüklüğünün düşey bileşeninin  $v_{0y}$  olan cismin t anındaki hızının düşey bileşeni;  $v_y = v_{0y} - gt$  şeklindedir. Eğik atılan cisim düzgün yavaşlayan hareket yaparak yükselir ve maksimum yüksekliğe ulaşır. Cismin t anında yerden yüksekliği ise;  $h = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

Maksimum yükseklik  $h_{max} = \frac{v_{0y}^2}{g}$  bağıntısı ile hesaplanır.

Maksimum yüksekliğe ulaştığında hızı sıfır olur bu noktadan itibaren düzgün hızlanan hareket yapar. Cismin maksimum yüksekliğe ulaşma süresi çıkış süresi, cismin havada kalış süresi uçuş süresi olarak denir ve  $t_{çıkış} = \frac{v_{0y}}{g}$ ,  $t_{uçuş} = 2t_{çıkış}$  olarak ifade edilir.

Eğik atışta cismin yatay doğrultuda yaptığı yer değiştirmeye menzil adı verilir.

Menzil;  $x_{menzil} = v_{0x} \cdot t_{uçuş}$  bağıntısı ile hesaplanır.

## **6. ÜNİTE : ENERJİ VE HAREKET**

### **Yapılan İş ve Enerji Arasındaki İlişki**

Sürtünmesiz yatay düzlemde m kütleli cisme etki eden F kuvvetinin yaptığı iş cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

**W = ΔE kinetik**

Cisme etki eden kuvvet ile cismin yaptığı yer değiştirme arasındaki grafikte zaman eksenini ile grafik arasındaki alan yapılan işi verir.

$$W = F \cdot \Delta x = E_{son} - E_{ilk}$$

### **Esneklik Potansiyel Enerjisi**

Yay, lastik gibi esnek maddeleri germek için kullanılan kuvvetin büyüklüğü yayın uzunluğundaki değişim ile doğru orantılıdır, bu durum Hook Kanunu olarak adlandırılır. Sarmal bir yayın uzaması için gereken kuvvetin büyüklüğü;

$F_{yay} = -k \cdot x$  bağıntısı ile bulunur (k yayın cinsine bağlı katsayı). (–) işareti yaya uygulanan kuvvet ile yaydaki gerilme kuvvetinin zıt yönlü olduğunu gösterir.

Esnek cisimlere kuvvet uygulandığında cisim üzerinde depolanan enerjiye esneklik **potansiyel enerjisi** denir. Esneklik potansiyel enerjisi;

$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

Yaya etki eden kuvvetin yaptığı iş esneklik potansiyel enerji değişimine eşittir ve **W = ΔE<sub>p</sub>** olarak ifade edilir.

### **Mekanik Enerjinin Korunumu**

Bir sisteme dışarıdan bir kuvvet etki etmediği sürece (sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda) mekanik enerji korunur. Cismin ilk durumdaki toplam enerjisi son durumdaki toplam enerjisine eşit olur ve

**E<sub>ilk</sub> = E<sub>son</sub>**

$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$  olarak ifade edilir.

### **Sürtünmeli Yüzeylerde Enerjinin Korunumu ve Dönüşümü**

Sürtünmeli ortamlarda iş yapmak için harcanan enerjinin bir kısmı hedefle en işe dönüşmez. Cismin kinetik enerjisindeki değişim sürtünme kuvvetinin yaptığı işe eşittir ve **W<sub>sür</sub> = ΔE<sub>k</sub>** olarak ifade edilir. Net iş, uygulanan kuvvetin yaptığı iş ile sürtünme kuvvetinin yaptığı işin farkı alınarak bulunur ve **W<sub>net</sub> = W – W<sub>sür</sub>** bağıntısıyla hesaplanır. Net iş, net kuvvetin yaptığı işi bularak da hesaplanabilir.

## 7. ÜNİTE : İTME ÇİZGİSEL MOMENTUM

**İtme;** bir cisme etki eden kuvvet ile kuvvetin etki süresinin çarpımıdır. I ile gösterilir. Vektördür. Yönü kuvvetin yönü ile aynıdır.

Birimi N.s dir.

$I = F \cdot \Delta t$  bağıntısı ile hesaplanır

Momentum çizgisel ve açısal olmak üzere iki başlık altında incelenir. Çizgisel momentum çizgisel hız kullanılarak hesaplanır. Bir cismin kütlesi ve hızının çarpımına **momentum** denir. Momentum vektörel bir büyüklüktür, P sembolü ile gösterilir ve SI'da birimi kgm/s'dir. Momentum;

$P = m \cdot v$  bağıntısı ile hesaplanır. Momentumun zamana bağlı değişim grafiğinde grafiğin eğimi cismin kütlesini verir.

### **Çizgisel Momentumun Korunumu**

Cisme etki eden kuvvetlerin toplamı (net kuvvet) sıfır ise sistemin momentumu sabittir başka bir ifade ile momentum korunur. Çarpışmalar patlamalar gibi tepkili sistemlerde momentum korunmaktadır. Sistemin çarpışmadan önceki momentumları

toplamı, çarpışmadan sonraki momentumları toplamına eşittir, bu durum momentumun korunumu kanunu olarak adlandırılır. Çarpışmadan sonraki momentumları P' ile gösterildiğinde momentum korunumu;

$$P_{ilk} = P_{son}$$

$P_1 + P_2 = P'_1 + P'_2$  olarak ifade edilir.

### **Çarpışmalar**

Dış kuvvetlerden yalıtılmış bir ortamda momentum korunur. Cisimlerin kütle merkezleri doğrultusunda gerçekleşen çarpışmalar merkezî çarpışmalar olarak adlandırılmaktadır. Kütle merkezi doğrultusunda gerçekleşmeyen çarpışmalara ise merkezî olmayan **çarpışmalar** denir.

Çarpışmadan önce ve sonra toplam momentum ve toplam kinetik enerjinin sabit kaldığı (korunduğu) çarpışmalara esnek çarpışma denir. Esnek çarpışan iki cisim kütle merkezleri doğrultusunda çarpışıyorlarsa yaptıkları çarpışmaya merkezî esnek çarpışma olarak adlandırılır. Esnek çarpışmalarda kinetik enerjinin korunumundan yararlanılarak

$$v_1 + v'_1 = v'_2 + v_2$$
 eşitliği elde edilir.

## 8. ÜNİTE : TORK VE DENGE

### **Tork**

Kuvvetin, uygulandığı cismi bir eksen etrafında döndürme etkisi tork olarak adlandırılır.  $\tau$  sembolü ile gösterilir ve birimi N . m'dir. Tork, kuvvetin büyüklüğü ve kuvvetin dönme eksenine olan dik uzaklığına bağlı bir vektörel bir büyüklüktür.

Tork cisme uygulanan kuvvet ile kuvvetin dönme eksenine olan dik uzaklığın çarpımına eşittir;

$$\tau = F \cdot d$$
 bağıntısı ile hesaplanır.

Torkun yönü: Sağ el kuralı uygulanarak bulunur.

**F:** Baş parmak yönü

**d:** Dön parmak yönü

**$\tau$ :** Avuç içinin baktığı yön

### **Denge ve Denge Şartları**

Bir cisim sabit hızla hareket ediyor ya da duruyor ise dengede olduğu söylenir. Denge halindeki cismin denge şartlarını sağlaması gerekir.

### **Denge Şartları**

– Cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır.

$$R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots = 0$$

$$R_x = 0, R_y = 0$$

– Cisme etki eden kuvvetlerin herhangi bir noktaya göre torkları toplamı sıfır olmalıdır.

$$T_{top} = T_1 + T_2 + T_3 + \dots = 0$$

## Kütle ve Ağırlık Merkezi

Bir cismi küçük noktasal parçacıklardan oluşmuş kabul edildiğinde cismin ağırlığı bu noktasal parçacıkların ağırlıklarının bileşkesinin uygulama noktasına ise ağırlık merkezi denir. Cisim tüm kütesinin toplandığı kabul edilen noktaya ise kütle merkezi denir. Yer çekimi ivmesinin sabit olduğu durumda kütle ve ağırlık merkezi aynı nokta olur. Düzgün ve türdeş cisimlerin ağırlık merkezi simetri eksenine ve simetri düzlemi üzerinde olur.

## 9. ÜNİTE : ELEKTRİK VE MANYETİZMA

### Elektrik Akımı

Negatif yüklerin titreşim hareketi sonucunda yükler arasında gerçekleşen elektrik enerjisi aktarımına **elektrik akımı** denir.

Elektrik akımı, yüklerin (elektronların) akışı anlamına gelmez. Elektrik akımı, iletken bir teldeki yüklerin titreşim hareketi sonucunda oluşur. Bir iletkenin t sürede geçen yük miktarına akım şiddeti adı verilir ve **I** sembolü ile gösterilir.

Akım şiddeti,

$I = q / t$  bağıntısıyla hesaplanır.

Bu bağıntıda;

**I**: Amper (A) olarak akım şiddetini,

**q**: Coulomb (C) olarak yük miktarını,

**t**: Saniye (s) olarak zamanı ifade eder.

### Potansiyel Farkı

Bir iletkenin elektrik akımını oluşturmak için gerekli enerjiyi sağlayan enerji kaynaklarına **üreteç** adı verilir. Üretecin iletken telin iki ucu arasındaki elektronlar üzerine uyguladığı kuvvet ile elektronların enerjilerinde meydana gelen enerji farkına **potansiyel fark** denir. Potansiyel fark **V** sembolü ile gösterilir ve SI'da birimi Volt (V)'tur.

Potansiyel farkı devreye paralel bağlanan voltmetre denilen araçla ölçülür. Voltmetrenin direnci çok büyüktür.

### Direnç

Elektrik yükünü kolay ileten maddelere **iletken madde** denir. Demir, bakır, alüminyum gibi maddeler iletkenlerdir. Elektrik yükünü kolay iletmeyen maddelere **yalıtkan madde** denir. Plastik, cam, ebonit, saf su, kuru hava gibi maddeler yalıtkandır.

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir ve **R** ile gösterilir. Direnç birimi ohm (Ω) dur.

Bir iletkenin direnci;

$R = \rho \cdot L / A$

bağıntısı ile hesaplanır.

### Elektrik Devreleri

#### Akım, Direnç Ve Potansiyel Farkı Arasındaki İlişki

Elektrik enerjisinin, elektrik akımı ile taşındığı, farklı devre elemanlarının bağlı olduğu iletken yola **elektrik devresi** denir. Basit bir elektrik devresinde, pil, anahtar, lamba gibi devre elemanları bulunur. Üretecin yanı sıra, elektrik enerjisinin harcandığı, lamba gibi devre elemanlarının dirençleri devredeki elektrik akım şiddetini belirler. Bir devredeki akım, potansiyel farkı ve direnç arasındaki ilişki **Ohm Yasası** olarak bilinir ve aşağıdaki gibi ifade edilir

**Ohm Yasası**: Sıcaklığı sabit olmak koşuluyla, bir iletkenin uçları arasındaki gerilimin, bu iletkenin geçen akım şiddetine oranı sabittir. Bu sabit oran o iletkenin direncine eşittir. Ohm Yasası'na göre bir iletkenin direnci;

$V / I = \text{sabit} = R$  olarak yazılır.

### Seri ve Paralel Bağlı Devreler

Bir elektrik devresinde, devre elemanları, istenilen amaca uygun olarak farklı şekillerde bağlanabilir. Bağlama şekillerine göre devrede ölçülen gerilim, akım ve direnç değerleri değişebilir.

Bir elektrik devresinde doğrudan üretece bağlı olan kola ana kol denir.

Birden fazla direncin bağlı olduğu bir elektrik devresinde, dirençlerin toplam etkisine eş değer direnç denir ve  $R_{\text{eş}}$  şeklinde gösterilir.

**Seri bağlama:** İki ya da daha fazla direncin uç uca bağlanmasıdır. Bu tür bağlanma şeklinde dirençler üzerinden aynı akım geçer. Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklarının toplamı üretecin potansiyel farkına eşittir. Seri bağlı dirençlerin eş değeri dirençlerin toplamına eşittir.

**Paralel bağlama:** İki ya da daha fazla direnci birbirine paralel yerleştirilip uçlarını birleştirilerek bir üretece bağlanmasıdır. Bu tür bağlamada dirençlerin uçları arasında oluşan gerilim eşittir. Dirençler üzerinden geçen akım şiddetinin toplamı ana koldan geçen akım şiddetine eşittir. Paralel bağlı dirençlerin eş değerinin tersi dirençlerin tersleri toplamına eşittir.

## Manyetizma

### Mıknatıs ve Manyetik Alan

#### Mıknatıs Nedir?

Demir, nikel, kobalt gibi maddeleri çekme özelliği gösteren maddelere **mıknatıs** denir. Mıknatısın en fazla çekme etkisini gösterdiği uç bölgelerine **mıknatısın kutbu** adı verilir. Bir mıknatısın kuzey (**N**) ve güney (**S**) olmak üzere iki kutbu vardır.

#### Manyetik Alan Nedir?

Basit bir şekilde söylemek gerekirse, manyetik alan, mıknatısı çevreleyen bir bölgedir. Mıknatıslar, demiri çeken bir özelliğe sahip magnetit (ya da mıknatıstaşı) denilen madenden yapılmıştır. Bilim insanları, manyetik alanları açıklamak için manyetik alan çizgilerini kullanır.

Mıknatıstan etkilenebilen maddeler manyetik alan içinde bulduklarında, manyetik kuvvetin etkisinde kalır. Manyetik kuvvet, yer çekimi kuvveti gibi temas gerektirmeyen bir kuvvettir.

#### Mıknatısın Manyetik Alanı

Bir mıknatısın yakınında tutulan bir pusulanın iğnesi sapar. Pusula, mıknatıs çevresinde farklı konumlarda gezdirildiğinde, pusula iğnesi buna göre sürekli yön değiştirir. Pusula iğnesinin bu etkileşimi manyetik alan nedeniyledir.

Pusula iğnesine benzer bir etki demir tozları ile mıknatıs arasında da gözlenir. Mıknatısın manyetik alanındaki demir tozları çizgiler oluşturur. Manyetik alan görsel olarak modellenirken, demir tozlarının oluşturduğu gibi çizgiler kullanılır.

Manyetik alanın gösterilmesi için kullanılan hayali çizgilere **manyetik alan çizgileri** ya da **manyetik alan kuvvet çizgileri** denir.

Bir bölgedeki alan manyetik alan çizgileri ile ifade edilir. Manyetik alan çizgilerinin sık olması o bölgedeki manyetik alan şiddetinin büyük, seyrek olması ise alan şiddetinin küçük olduğunu gösterir. Manyetik alan kuvvet çizgileri alan kaynağının özelliğine göre birbirine paralel olabilir. Bu tür manyetik alana **düzgün manyetik alan** denir. Manyetik alan çizgilerinin sıklık ve seyrekliği mıknatısın bulunduğu ortama göre değişir.

#### Manyetik Geçirgenliklerine Göre Maddeler

Maddeler manyetik geçirgenliklerine göre üç gruba ayrılır.

#### Diyamanyetik Maddeler

- Zayıf manyetik özellik gösteren maddelerdir.
- Bağlı manyetik geçirgenlik katsayıları 1'den biraz küçüktür.
- Manyetik alan içine konulduğunda alan çizgilerini seyreltirir.
- Bakır, gümüş, bizmut, azot ve karbon bazı diyamanyetik maddelerdir.

#### Paramanyetik Maddeler

- Manyetik alan içine konulduğunda zayıf olarak mıknatıslanan maddelerdir.
- Bağlı manyetik geçirgenlik katsayıları 1'den biraz büyüktür.
- Manyetik alan içine konulduğunda alan çizgilerini biraz sıklaştırır.
- Alüminyum, magnezyum, oksijen ve hava bazı paramanyetik maddelerdir.

#### Ferromanyetik Maddeler

- Manyetik alan içine konulduğunda kuvvetli olarak mıknatıslanan maddelerdir.
- Manyetik alan çizgilerini paramanyetik maddelere göre daha fazla sıklaştırır.
- Bağlı manyetik geçirgenlik katsayıları 1'den çok büyüktür.
- Demir, nikel ve kobalt bazı ferromanyetik maddelerdir.

## **Akım ve Manyetik Alan**

Elektrik akımının çevresinde bir manyetik alan oluşturması elektromıknatıslık olay olarak tanımlanmaktadır.

İletken bir telden akım geçirildiğinde çevresinde manyetik alan oluşur. Böylece tel bir mıknatıs gibi davranır. Üzerinden akım geçen iletken telin etrafında manyetik alan oluşturmasına akımın manyetik etkisi denir. Akımın manyetik etkisi telden geçen akımın artması ile artarken telden uzaklaştıkça azalır. Bu etki aynı zamanda telin bulunduğu ortama göre de değişir.