

T.C.  
MILLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

HAYAT BOYU ÖĞRENME GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
AÇIK ÖĞRETİM DAİRE BAŞKANLIĞI

# FİZİK 3

YAZAR  
Sedef AKIN



ANKARA - 2023

**MEB HAYAT BOYU ÖĞRENME GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YAYINLARI**  
**AÇIK ÖĞRETİM OKULLARI**

**Dil Uzmanı**

Bülent Kenan ERKAN

**Görsel Tasarım**

Fatih SAĞLAM

**Grafik Tasarım**

Zeynep Azra KESMEN



## İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;  
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.  
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;  
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!  
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?  
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.  
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!  
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.  
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,  
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.  
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,  
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;  
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:  
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.  
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:  
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?  
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:  
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.  
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-  
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerâhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!  
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.  
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;  
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyet;  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif ERSOY**

## GENÇLİĞE HİTABE

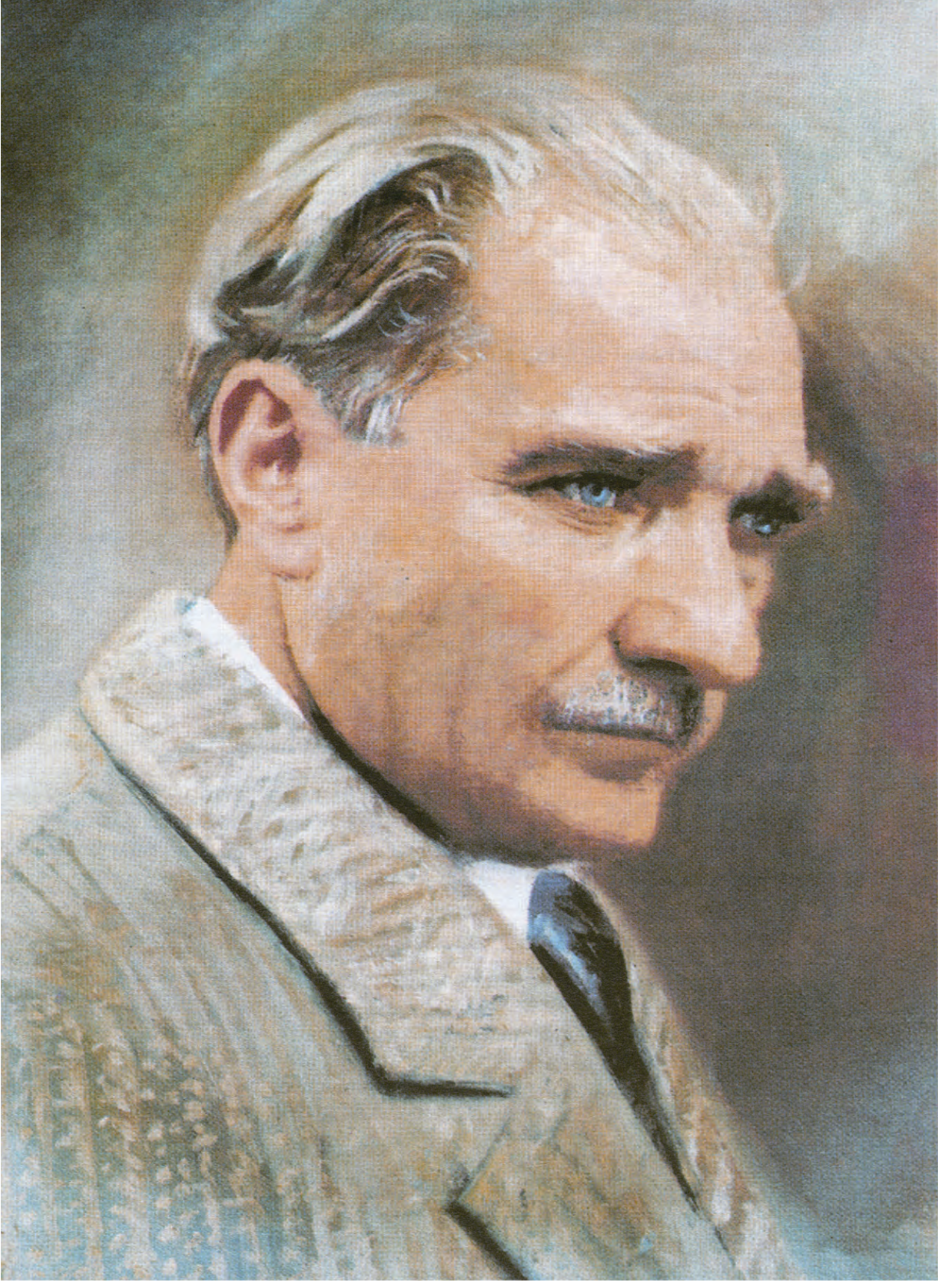
Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyen dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaid bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk





**MUSTAFA KEMAL ATATÜRK**



# İÇİNDEKİLER

## I. ÜNİTE: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

<b>1. BÖLÜM: ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ</b> .....	<b>10</b>
1.1.1. Elektrik Akımı, Potansiyel Farkı ve Direnç .....	11
1.1.2. Katı İletkenin Direnci .....	15
<b>2. BÖLÜM: ELEKTRİK DEVRELERİ</b> .....	<b>18</b>
1.2.1. Akım, Direnç ve Potansiyel Fark Arasındaki İlişki.....	19
1.2.2. Üreteçlerin Seri ve Paralel Bağlanması.....	28
1.2.3. Elektrik Enerjisi ve Elektriksel Güç .....	35
1.2.4. Elektriğin Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Önlemler .....	40
<b>3. BÖLÜM: MIKNATIS VE MANYETİK ALAN</b> .....	<b>42</b>
1.3.1. Mıknatısın Oluşturduğu Manyetik Alan ve Özellikleri .....	43
<b>4. BÖLÜM: AKIM VE MANYETİK ALAN</b> .....	<b>50</b>
1.4.1. Üzerinden Akım Geçen Düz Bir Telin Oluşturduğu Manyetik Alanı .....	51
1.4.2. Dünya'nın Oluşturduğu Manyetik Alanın Sebepleri ve Sonuçları .....	55
<b>1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI</b> .....	<b>63</b>

## II. ÜNİTE: BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

<b>1. BÖLÜM: BASINÇ</b> .....	<b>70</b>
2.1.1 Katı, Sıvı ve Gazlarda Basınç Kuvveti .....	71
2.1.2. Akışkanlarda Akış Hızı ve Akışkan Basıncı Arasındaki İlişki .....	89
<b>2. BÖLÜM: KALDIRMA KUVVETİ</b> .....	<b>96</b>
2.2.1. Durgun Akışkanlarda Kaldırma Kuvveti.....	97
<b>2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI</b> .....	<b>108</b>
<b>SÖZLÜK</b> .....	<b>114</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>118</b>
<b>CEVAP ANAHTARI</b> .....	<b>119</b>





1

• Ünite

ELEKTRİK VE

MANYETİZMA







# 1. BÖLÜM

## ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ

### Anahtar Kavramlar

- Elektrik akımı
- Potansiyel farkı
- Direnç

### Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümü tamamladığınızda,

1. Elektrik akımı, potansiyel farkı ve direnç kavramlarını,
2. Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri öğrenmiş olacaksınız.

### 1.1.1. Elektrik Akımı, Potansiyel Farkı ve Direnç

Bir ampulün ışık vermesi ya da elektrikli bir cihazın çalışmasını sağlayan nedir? Resim 1.1' deki ampuller neden farklı parlaklıkta ışık verir? Bu sorulara cevap bulabilmek için elektrik akımı, potansiyel farkı ve direnç kavramlarını tanımlayalım.



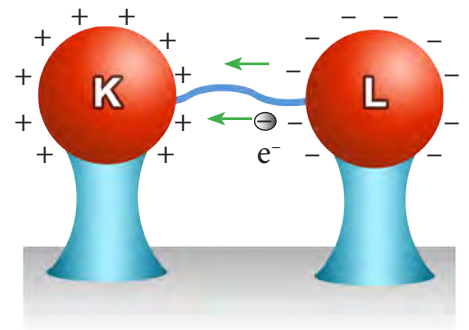
Resim 1.1. Farklı parlaklıkta yanan ampuller

#### Elektrik Akımı

Cisimler sürtünme, dokunma ve etki (tesir) ile elektriklelenme sonucunda yüklenir ve yükler cisim üzerine dağılır. Zıt elektrik yükü ile yüklü olan ya da yük miktarları farklı iki cisim birbirine temas ettirildiğinde aralarında yük geçişi olur. Şekil 1.1' deki gibi zıt elektrik yüküne sahip iki iletken küre birbirine iletken bir telle bağlandığında küreler arasında yük geçişi meydana gelir. Yük geçişi elektronların yani negatif (-) yüklerin hareketi ile gerçekleşir.

İletken tel boyunca yük hareketinin (elektron hareketi) oluşabilmesi için telin iki ucu arasındaki yüklerin enerjilerinin farklı olması gerekir. Yük hareketi sırasında enerji, telin yüksek enerjili ucundan düşük enerjili ucuna doğru aktarılır. Yük hareketinin sürekli olması için elektrik enerjisi üreten pil, jeneratör, dinamo gibi enerji kaynakları kullanılır. Bu kaynaklar yüklere kuvvet uygulayarak elektrik enerjisi kazanmalarını sağlar. Bunun sonucunda iletken teldeki elektrik yükleri arasında enerji aktarımı olur ve bu enerji tel boyunca iletilir. Negatif yüklerin titreşim hareketi sonucunda yükler arasında gerçekleşen bu elektrik enerjisi aktarımına **elektrik akımı** denir.

Elektrik akımı, yüklerin (elektronların) akışı anlamına gelmez. Elektrik akımı, iletken bir teldeki yüklerin titreşim



Şekil 1.1. Yük geçişi



hareketi sonucunda oluşur. Bir iletkenin t sürede geçen yük miktarına **akım şiddeti** adı verilir ve **I** sembolü ile gösterilir.

Akım şiddeti,

$$I = \frac{q}{t}$$

bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntıda;

I: Amper (A) olarak akım şiddetini,

q: Coulomb (C) olarak yük miktarını,

t: Saniye (s) olarak zamanı ifade eder.



Resim 1.2. Ampermetre

Bir iletkenin üzerinden geçen akım şiddeti ampermetre ile ölçülür (Resim 1.2). Ampermetre, üzerinden geçen akım şiddeti ölçülecek iletkenine seri olarak bağlanır ve devre şemasında —**A**— sembolü ile gösterilir.

### Katı, Sıvı, Gaz ve Plazmalarda Elektrik İletimi

Elektrik akımı her maddede aynı değildir. Yapılan deneyler bazı maddelerin elektriği iyi ilettiğini, bazılarının da kolay iletmediğini göstermiştir. Örneğin; metaller iyi bir elektrik iletkenidir. Bazı sıvılar iletken, bazıları yalıtkandır. Gazlar elektriği iletmez ancak belirli şartlar sağlandığında iletken hâle gelir. Gaz maddenin aşırı ısıtılması ile meydana gelen plazma madde ise yüklü parçacıklardan oluşur ve sistem bütünüyle nötr olarak davranır. Plazmalar gaz maddelerden farklı olarak iyi bir elektrik iletkenidir.

Maddelerin elektrik iletkenliği, bir dış kuvvetin etkisinde kalan serbest elektronların hareket edebilmesine bağlıdır. Bu özellikleri nedeniyle metaller elektriği iyi iletir. Gümüş, altın, bakır alüminyum gibi elektriği iyi ileten maddelere **iletken madde** adı verilir. Cam, plastik, porselen, tahta, ebonit, saf su, kuru hava, iyonlaşmamış gaz gibi elektrik yükünü kolay iletmeyen maddelere de **yalıtkan madde** adı verilir.

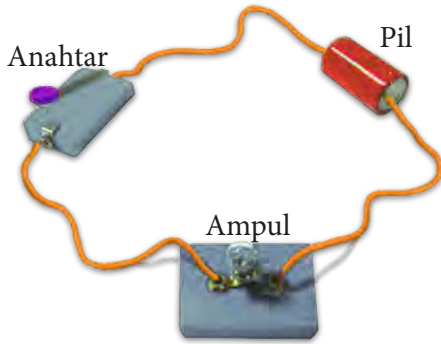


Elektrik akımını katı iletkenlerde hareket eden elektronlar, sıvı iletkenlerde hareket eden iyonlar, gaz iletkenlerde ve plazmalarda ise hareket eden elektronlar ile iyonlar sağlar.

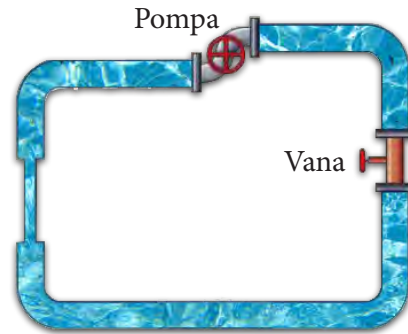
### Potansiyel Fark

Bir iletken telde, elektron hareketinin oluşabilmesi için telin iki ucu arasındaki yüklerin enerjilerinin farklı olması gerektiğini ifade etmiştik. Elektron hareketinin sürekliliğini sağlamak için enerji kaynağı kullanılması gerektiğini de biliyoruz. Elektrik enerjisi üreten enerji kaynaklarına **üreteç** adı verilir. Üreteçler elektrik yüklerinin enerji düzeylerinin farklı olmasını sağlar. Böylece iletken boyunca sürekli yük akışı sağlanır.

Basit bir elektrik devresinde yük akışı borudaki su akışına benzetilebilir (Şekil 1.2.a ve b). Pompa suyu pompaladığında pompadan çıkan ve pompaya giren suyun enerjileri arasında fark oluşur. Bu enerji farkı suyun boruda dolaşmasını sağlar.



Şekil 1.2.a. Elektrik devresi



Şekil 1.2.b. Su tesisatı benzetmesi

Üretecin çalışması su pompasının çalışması gibidir. Üreteç, iletkenin elektronlarına kuvvet uygulayarak iki ucu arasında elektrik yüklerinin enerji düzeylerinin farklı olmasını sağlar. Böylece tel boyunca yük akışı oluşur. İşte bir iletkende yük akışını sağlayan enerji farkına **potansiyel farkı** denir. Potansiyel farkına **gerilim** adı da verilmektedir.

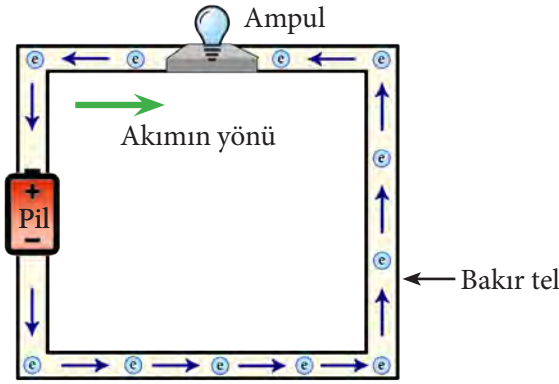


Resim 1.3. Voltmetre

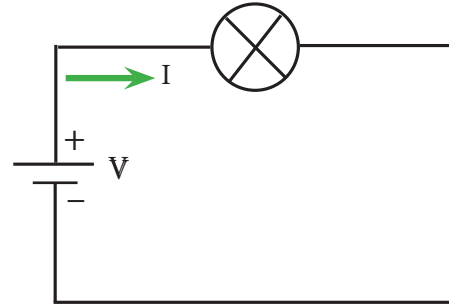
Potansiyel farkı  $V$  sembolü ile gösterilir ve birimi volt (V)'tur. Bir iletkende, iletkenin uçları arasında gerilim olduğu sürece akım olur. Gerilim sıfır olursa yük akışı kesilir. Bir iletkenin uçları arasında oluşan gerilimin değeri voltmetre ile ölçülür (Resim 1.3) ve devre şemasında  $\text{---}(\text{V})\text{---}$  sembolü ile gösterilir. Voltmetre potansiyel farkı ölçülecek iletkene paralel bağlanır.

*Peki, bir elektrik devresinde akımın yönü nasıldır?*

Şekil 1.3.a' da görülen basit bir elektrik devresi ampul ve pilden oluşur. Elektronlar üreticinin eksi (-) ucundan artı (+) ucuna doğru titreşim hareketi yapar. Bilim insanları, bir karışıklığa neden olmaması için uluslararası bir anlaşmayla bir elektrik devresinde elektrik akımının yönünü, elektron akışının ters yönü olarak kabul etmişlerdir (Şekil 1.3.b). Buna göre bir elektrik devresinde elektrik akımı üreticinin (+) ucundan başlayıp, dış devreyi dolaşarak üreticinin (-) ucuna gelir.



Şekil 1.3.a. Elektrik devresinde yük hareketi



Şekil 1.3.b. Elektrik devresinde akımın yönü

### Direnç

Elektrikli bütün aletlerin çalışabilmesi için uçları arasında potansiyel farkın oluşması gerekir. Bunun için üreticiler kullanılır. Üreticinin verdiği enerjiyle (-) kutuptan (+) kutuba titreşim hareketi yapan elektronlar, devre boyunca (+) kutuptan (-) kutuba doğru bir elektrik akımı oluşturur. Böylelikle elektrikli aletin çalışması sağlanır.

İçerisinden akım geçen iletken maddeler ısınır. Bu nedenle elektrik yükleri enerjilerinin bir kısmını ya da tümünü ısı şeklinde kaybeder. Bunun nedeni iletken maddelerde hareket eden elektronların sürtünmeye benzer bir zorlukla karşılaşmasıdır. İletken bir maddede elektrik yüklerinin karşılaştığı zorluğa **elektriksel direnç** adı verilir ve **R** sembolü ile gösterilir. İletken maddenin direnci az olduğunda akım çok, direnç çok olduğunda akım az olacaktır. Buna göre iletkenin direncine bağlı olarak üzerinden geçen akım miktarı değiştirilebilir.

Metallerin iyi bir elektrik iletkeni olduğunu ifade etmiştik. Şimdi bir katı iletkenin direncinin nelere bağlı olduğunu açıklayalım:

### 1.1.2. Katı İletkenin Direnci

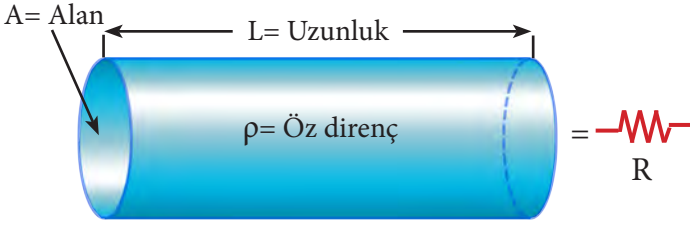
Bir elektrik devresinde elektrik akımını iletmek için metal tel kullanılır. Metalde hareket eden elektronlar güçlkle yani dirençle karşılaşır. Acaba bir metalin direnci nelere bağlıdır? Yapılan deneyler iletkenin boyunun uzun olmasının direnci arttırdığını, kesit alanının büyük olmasının küçük bir direnç ortaya çıkardığını göstermiştir. İletkenin direnci kullanılan metalin cinsine göre de değişmektedir. Buna göre bir iletken telin direnci,

- Telin boyu ile doğru orantılıdır.
- Telin kesit alanı ile ters orantılıdır.
- Metalin türüne bağlıdır.

Yapılan deneylerden elde edilen bu sonuçlara göre bir iletkenin direnci matematiksel olarak

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

eşitliği ile verilir.



Şekil 1.4. İletken tel

Bu eşitlikte Şekil 1.4'te görüldüğü gibi R: Ohm ( $\Omega$ ) olarak direnci,

L: Metre (m) olarak telin uzunluğunu,

A:  $\pi.r^2$  ( $m^2$ ) olarak telin kesit alanını,

$\rho$ : Ohm. metre ( $\Omega.m$ ) olarak telin yapıldığı maddenin cinsini verir.

Maddenin cinsini ifade eden  $\rho(\text{ro})$  sabit bir sayıdır ve **öz direnç** olarak adlandırılır. Öz direnç, boyu ve kesit alanı 1 birim olan telin direncini ifade eder ve maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Tablo 1.1'de bazı katı iletken maddelerin oda sıcaklığındaki öz dirençleri verilmiştir.

Madde adı	Öz direnç ( $\Omega.m$ )
Gümüş	$1,6. 10^{-8}$
Bakır	$1,7. 10^{-8}$
Altın	$2,4. 10^{-8}$
Tungsten	$5,6. 10^{-8}$
Demir	$9,7. 10^{-8}$
Kâğıt	1
Porselen	$10^3$
Sert plastik	$10^3$
Tahta	$10^8 - 10^{11}$
Cam	$10^{10} - 10^{14}$
Yağ	25

Tablo 1.1. Bazı katı iletken maddelerin öz direnci

Tablo 1.1'e göre gümüş en iyi elektrik iletkenidir ancak daha ucuz, sert ve dayanıklı olmasının yanında doğada daha çok bulunması nedeniyle elektrikli aletlerde bakır kullanılır.

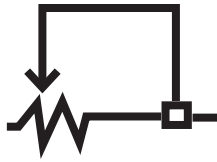
İletken telin direnci Şekil 1.4'te görüldüğü gibi devre şemalarında ( $\text{---}\text{---}\text{---}$ ) şeklinde gösterilir. Bir elektrik devresinde direncin değerini değiştirmek için **reosta** adı verilen bir araç kullanılır (Resim 1.4). Reostanın sürgüsü ileri geri



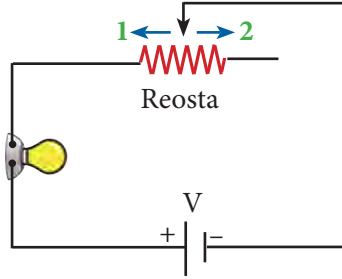
Resim 1.4. Reosta



hareket ettirilerek iletkenin boyu değiştirilirken buna bağlı olarak direncinin de değişmesi sağlanır. Elektrik devresinde reostanın gösterimi Şekil 1.5'teki gibidir. Basit bir elektrik devresinde reosta ampule seri olarak bağlanır (Şekil 1.6).



Şekil 1.5. Reostanın devre sembolü



Şekil 1.6. Elektrik devre şeması

Aşağıda Genel Aę adresi verilen simülasyonu yaparak bir iletkenin direncini etkileyen faktörleri inceleyiniz.

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/resistance-in-a-wire>

### Örnek

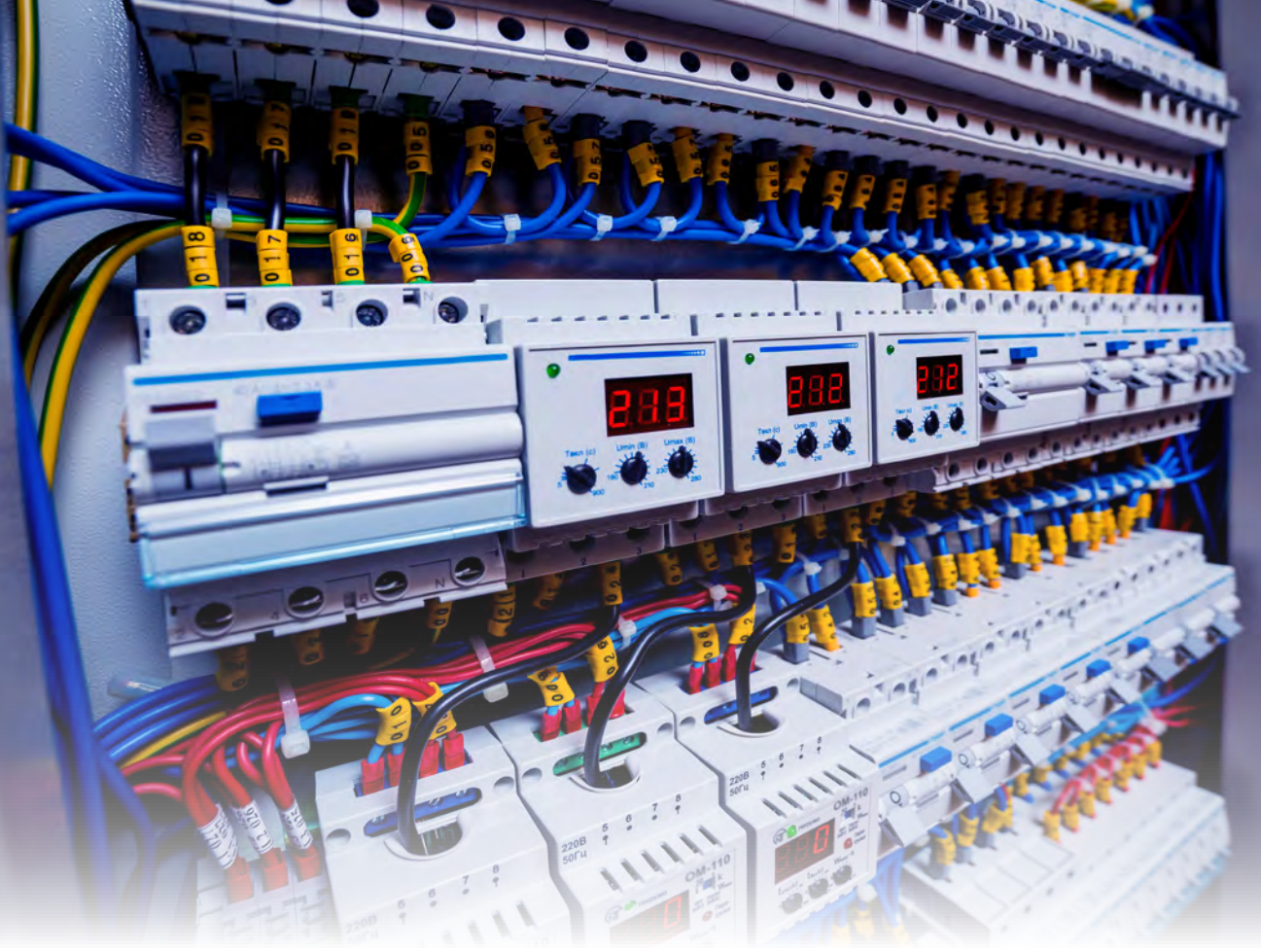
Boyları ve kalınlıkları eşit olan iki bakır telden her birinin direnci  $12 \Omega$  dur. Bakır teller üst üste konulduğunda oluşan yeni telin direnci kaç  $\Omega$  dur?

### Çözüm

Bakır tellerin üst üste konulmasıyla uzunluk aynı kalırken kesit alanı iki katına çıkar. Kesit alanı ile direnç ters orantılı olduğundan telin direnci yarıya düşer. Bu durumda yeni telin direnci  $6 \Omega$  olur.

## 1. UYGULAMA

1. Aynı boy ve kalınlıktaki gümüş ve demir telin direnci aynı olabilir mi?
2. Bakır bir telin direnci  $4 \Omega$  dur. Bakır teli kesilerek uzunluğu yarıya indirilirse yeni durumda direnci kaç  $\Omega$  olur?
3. Katı, sıvı ve gaz maddelerde elektrik iletimi nasıl sağlanır?



## 2. BÖLÜM ELEKTRİK DEVRELERİ

### Anahtar Kavramlar

- Elektrik akımı
- Direnç
- Ohm Yasası
- Eşdeğer direnç
- İç direnç
- Elektromotor kuvveti
- Elektrik enerjisi
- Elektriksel güç

### Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümü tamamladığınızda,

1. Elektrik akımı, direnç ve potansiyel farkı kavramları arasındaki ilişkiyi,
2. Üreteçlerin seri ve paralel bağlanma gerekçelerini,
3. Elektrik enerjisi ve elektriksel güç arasındaki ilişkiyi,
4. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınabilecek sağlık ve güvenlik önlemlerini öğrenmiş olacaksınız.

### 1.2.1. Akım, Direnç ve Potansiyel Fark Arasındaki İlişki

Bir elektrikli aracın uçları üretece bağlandığında, uçları arasında potansiyel fark oluştuğunu ve üzerinden geçen akıma karşı direnç gösterdiğini ifade etmiştik. İletken telin boyutlarının değişmesiyle direncinin değişeceğini de biliyoruz. Bu da iletken telden geçen akım şiddetinin değişmesine neden olur. Peki akım, gerilim ve direnç kavramları arasında nasıl bir matematiksel ilişki vardır? Şimdi bu ilişkiyi inceleyelim.

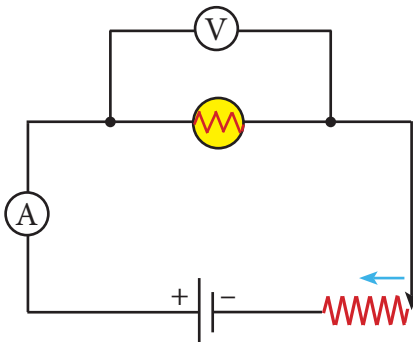
Saç kurutma makinelerinin üzerindeki kademe anahatarı ile makinenin verdiği ısı ve motorunun dönme hızı ayarlanır. Ütü üzerindeki düğme sayesinde, ütünün sıcaklığı ayarlanabilir. Binalarda ayarlanabilir elektrik düğmeleri ile ampulün parlaklığı değiştirilebilir.

Yukarıda verilen örneklerde olduğu gibi ayarlı düğmeler reosta gibi devredeki akımın değerini mi yoksa potansiyel farkının değerini mi değiştiriyor?

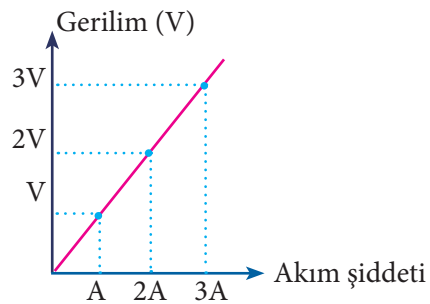
Yapılan deneyler Şekil 1.6' daki gibi hazırlanan devrede reosta sürgüsünün ok yönünde hareket ettirilerek devre direncinin azalmasıyla akım şiddetinin arttığını göstermiştir. Bu durumda ampule paralel bağlı olan voltmetrorenin de en büyük değeri gösterdiği gözlenmiştir. Deneyler sonucunda ampermetre ve voltmetrorede okunan değerlerle çizilen akım-gerilim grafiği Grafik 1.1' deki gibidir. Grafiğin doğrusal olması "gerilim / akım şiddeti" ( $V/I$ ) oranının sabit olduğunu gösterir.

#### Bilgi notu

Bir devre elemanının üzerinden geçen akımı ölçmek için kullanılan ampermetre devreye seri olarak bağlanır. Ampermetrenin iç direnci, üzerinden akımın kolay geçmesi için, çok küçük tutulur. Devre elemanının uçları arasında oluşan gerilimi ölçmek için kullanılan voltmetro ise devre elemanına paralel olarak bağlanır. Voltmetrorenin iç direnci, üzerinden akım geçmesini önlemek için, çok yüksek tutulur.



Şekil 1.7. Ampermetre ve voltmetro bağlı devre



Grafik 1.1. Gerilim-akım grafiği



Resim 1.5. George Simon Ohm

Grafik 1.1’de gerilim/akım şiddeti oranının sabit olması ampul telinin uçları arasındaki gerilim arttıkça üzerinden geçen akımın da arttığını gösterir. Ampul teli tungsten metalinden yapılır. Buradan gerilim / akım şiddeti oranının sabit kalmasını metallere ait bir özellik olarak ifade edebiliriz. Bu özelliği fark ederek üzerinde çalışmalar yapan bilim insanı Alman fizikçi Georg Simon Ohm (Corç Zimon Om, Resim 1.5)’dur. Gerilim – akım şiddeti arasındaki ilişki Ohm Yasası olarak adlandırılır ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

**Ohm Yasası:** *Sıcaklığı sabit olmak koşuluyla, bir iletkenin uçları arasındaki gerilimin, bu iletken üzerinden geçen akım şiddetine oranı sabittir. Bu sabit oran o iletkenin direncine eşittir.*

Buna göre Ohm Yasası;

$$\frac{\text{Gerilim}}{\text{Akım şiddeti}} = \text{Direnc}$$

olarak ifade edilir. Bu bağıntıda, gerilim; V, akım şiddeti; I, direnc; R simgesi ile gösterilirse Ohm Yasası,

$$\frac{V}{I} = R$$

olarak yazılır. Yazılan bu bağıntıda,

V: Volt (V) olarak gerilimi,

I : Amper (A) olarak akım şiddetini verir ,

R: Volt / Amper (V/A) olur. Bu orana direnci keşfeden bilim insanı Ohm’un adı verilmiştir. Direnc birimi Ohm  $\Omega$  (omega) sembolü ile gösterilir. Ohmun kiloohm (k  $\Omega$ ), megaohm (M  $\Omega$ ) ve cigaohm (G  $\Omega$ ) gibi katları vardır. Bu katların ohm cinsinden değeri Tablo 1.2’de verilmiştir.

1 k $\Omega$	10 <sup>3</sup> $\Omega$
1 M $\Omega$	10 <sup>6</sup> $\Omega$
1 G $\Omega$	10 <sup>9</sup> $\Omega$

Tablo 1. 2. Direnc birimi ohm’un katları



Aşağıda Genel Ağ adresi verilen simülasyonları yaparak direnç, akım şiddeti ve potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi inceleyiniz.

[https://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law\\_tr.html](https://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_tr.html)

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/battery-resistor-circuit>

### Örnek

Bir ampulün uçları arasına 20 V'luk gerilim uygulandığında üzerinden 5 A şiddetinde akım geçiyor. Buna göre ampul telinin direnci kaç ohm' dur?

### Çözüm

Verilenleri Ohm Yasası'nı ifade eden  $R= V/I$  eşitliğinde yerine yazalım. Buna göre ampul telinin direnci,

$$R= 20/ 5 = 4 \Omega$$

olarak hesaplanır.

### Örnek

İletken telinin direnci  $110 \Omega$  olan bir saç kurutma makinesi prize takılıp çalıştırıldığında üzerinden 2 A şiddetinde akım geçiyor. Buna göre saç kurutma makinesinin takılı olduğu prizin gerilimi kaç voltur?

### Çözüm

Ohm Yasası'nı ifade eden eşitlikten gerilim  $V= I.R$  elde edilir. Verilenleri eşitlikte yerine yazalım. Buna göre saç kurutma makinesinin takılı olduğu prizin gerilimi,

$$V= 2.110 = 220 \text{ volt olarak hesaplanır.}$$

**Örnek**

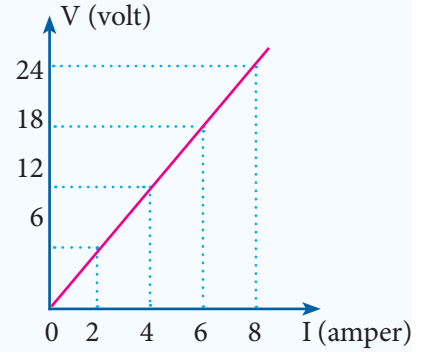
Bir iletkenin uçları arasında meydana gelen potansiyel farkının üzerinden geçen akım şiddetine göre değişimi grafikte verilmiştir. Buna göre, iletkenin direnci kaç ohmdur?

**Çözüm**

İletkenin direncini bulabilmek için herhangi bir gerilim değerine karşılık gelen akım değerini grafiği kullanarak belirleyelim.

$V = 24$  Volt'luk gerilime karşılık gelen akım şiddeti  $I = 8$  A'dir. Buna göre iletkenin direnci eşitliğinde değerler yerine konulduğunda

$$R = 24 / 8 = 3 \Omega \text{ olarak hesaplanır.}$$

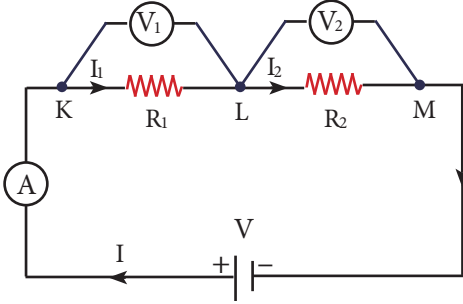


Günlük yaşamımızda kullandığımız elektrikli araçlar elektrik enerjisini prizden alır. Prizlere gelen elektrik enerjisi binaların girişindeki ana kablolardan gelir. Kullanılan elektrikli araçların sadece birinin ya da birkaçının çalıştırılması elektrik enerjisinin iletimini etkiler mi? Bu sorunun cevabını bulabilmek için dirençlerin nasıl bağlandıklarını bilmemiz gerekir. Şimdi sırasıyla dirençlerin seri ve paralel bağlanmalarında üzerlerinden geçen akım şiddetini, uçları arasında oluşan potansiyel farkını ve eşdeğer dirençlerinin nasıl bulunacağını inceleyelim:

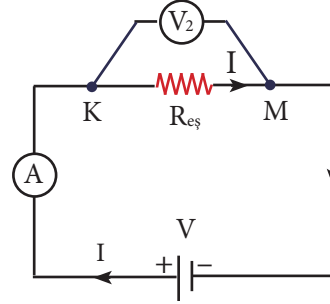
**a) Dirençlerin Seri Bağlanması**

İki veya daha fazla sayıda direncin uç uca eklenerek bir üretece bağlanmasıyla oluşturulan devreye **seri bağlı devre** adı verilir ( Şekil 1. 8.a). Seri bağlı devrede elektrik yükünün akabileceği tek bir yol vardır. Üretecin pozitif (+) kutbundan başlayan yük hareketi tüm dirençler üzerinden geçerek negatif (-) kutupta son bulur. Yapılan deneyler seri bağlı dirençlerden geçen akım şiddetinin, dirençlerin değeri ne olursa olsun aynı olduğunu göstermiştir. Dirençlerden birinin devreden çıkarılması devredeki anahtarın açılması gibi olacağından akım geçmez.

Dirençlerin değerleri eşitse dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkın değeri de eşittir. Dirençler farklıysa değeri büyük olan direncin uçları arasındaki potansiyel farkı da büyük olur. Seri bağlı dirençlerin yaptığı işi tek başına yapan dirence **eşdeğer direnç** adı verilir ve  $R_{eş}$  ile gösterilir (Şekil 1. 8. b).



Şekil 1.8. a. Seri bağlı dirençler



Şekil 1.8. b. Eş değer direnç

Dirençlerin seri bağlanmasıyla ilgili yapılan deneylerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Seri bağlı dirençlerden aynı akım geçer. Bu ifade,

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

olarak yazılır.

2. Seri bağlı dirençlerin uçları arasında oluşan potansiyel farkların toplamı, üretcin gerilimine eşittir yani eş değer direncin uçları arasında oluşan potansiyel fark üretcin gerilimine eşittir. Bu durum devrede n tane direnç varsa;

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

şeklinde yazılır. Seri bağlı dirençlerden aynı akım geçtiğinden iletkenin direnci uçları arasında oluşan potansiyel farkı ile orantılı olur.

3. Seri bağlı dirençlerin eş değeri olan  $R_{eş}$ , dirençlerin toplamına eşittir. Buna göre devrede n tane direnç varsa eşdeğer direnç,

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

olarak hesaplanır. Bu bağıntıya göre devredeki seri bağlı

direnç sayısı arttırılırsa devreden geçen akım şiddetinin değeri azalır. Dolayısıyla Ohm Yasası'na göre dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkın değeri de azalır.

4. Dirençlerin her birinde aynı sürede harcanan elektrik enerjisi, uçlarında oluşan potansiyel fark ile doğru orantılıdır.
5. Seri bağlamada eşdeğer direncin değeri devredeki en büyük direnç değerinden daha büyüktür.

Günlük yaşamımızda sıkça kullandığımız elektrikli araçların fişlerinin takılı olduğu prizler eğer seri bağlı olmuş olsaydı birinin arızalanmasıyla diğerlerinin de çalışması engellenirdi.

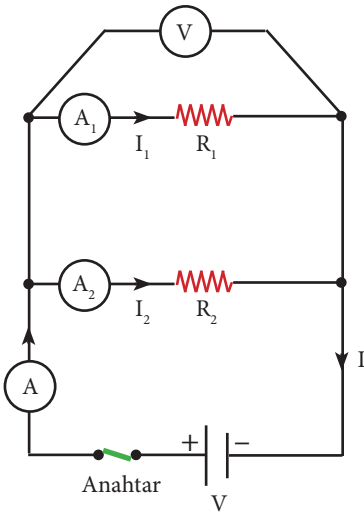
#### b) Dirençlerin Paralel Bağlanması

Şekil 1. 9'daki gibi dirençlerin birbirine paralel yerleştirip uçlarını birleştirerek bir üretece bağlanması ile oluşturulan devreye **paralel bağlı devre** adı verilir. Yapılan deneyler paralel bağlı dirençlerin değeri ne olursa olsun dirençlerin uçları arasında oluşan potansiyel farkının eşit olduğunu göstermiştir. Yine yapılan deneylerde direnci küçük olandan büyük, direnci büyük olandan küçük akım geçtiği görülmüştür. Dirençlerde birinin devreden çıkarılması diğer dirençler üzerinden akım geçişini etkilemez.

Dirençlerin paralel bağlanmasıyla ilgili yapılan deneylerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Paralel bağlı dirençlerin uçları arasında oluşan potansiyel farkı eşittir. Paralel bağlı devrede n tane direnç varsa gerilimler arasındaki ilişki;  

$$V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$
olarak yazılır.
2. Paralel bağlı dirençlerden geçen akım şiddetlerinin toplamı ana koldan geçen akım (üreteçten çıkan akım) şiddetine eşittir.



Şekil 1.9. Paralel bağlı dirençler



Paralel bağı devrede n tane direnç için akım şiddeti;

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

olarak yazılır.

3. Paralel bağı dirençlerin eş değeri için eğer devrede n tane direnç varsa,

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

olarak yazılır. Bu bağıntıya göre devredeki paralel bağı direnç sayısı arttırılırsa eşdeğer direncin değeri azalacağından üreteçten çıkan akım şiddetinin değeri artar. Dolayısıyla Ohm Yasası'na göre dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkın değeri sabit kalır.

4. Dirençlerin her birinde aynı sürede harcanan elektrik enerjisi, uçlarında oluşan potansiyel fark ile ters orantılıdır.
5. Paralel bağı dirençlerin eş değeri, devrede paralel bağı dirençlerin en küçüğünden daha küçüktür.

Günlük yaşantımızda kullandığımız elektrikli araçların fişlerinin takılı olduğu prizler binalarda paralel olarak yerleştirilmiştir. Böylelikle elektrikli araçlardan birinin bozulması diğerlerinin çalışmasını engellemez. Ayrıca paralel bağlamada elektrikli cihazların üzerinden dirençlerine göre akım geçtiği için kullandıkları elektrik enerjisi de farklı olacaktır.

Aşağıda Genel Ağ adresleri verilen simülasyonları yaparak dirençlerin bağlanma şekillerini inceleyiniz.

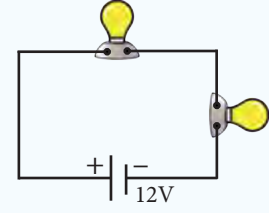
<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc>

[http://ders.eba.gov.tr/proxy/VCollabPlayer\\_v0.0.128/index.html#/main/curriculumContent/10/fizy?currID=0cdbe6ce82b29e37a930dc52b54d841f](http://ders.eba.gov.tr/proxy/VCollabPlayer_v0.0.128/index.html#/main/curriculumContent/10/fizy?currID=0cdbe6ce82b29e37a930dc52b54d841f)

**Örnek**

Şekildeki devrede ampuller özdeş ve her birinin direnci  $2 \Omega$ 'dir.

**Buna göre devreden geçen akım şiddeti kaç amperdir?**

**Çözüm**

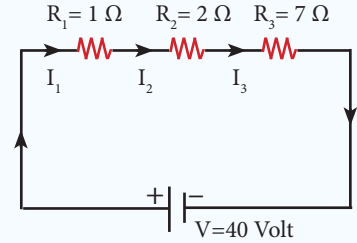
Elektrik devresi seri bağlı ampullerden oluşmuştur. Buna göre ampul dirençlerinin eş değeri,

$R_{eş} = 2 + 2 = 4 \Omega$  olarak hesaplanır. Ohm Yasası  $R = V/I$  bağıntısında  $V = 12$  Volt ve hesaplanan eşdeğer direnç değeri yerine yazıldığında  $4 = 12/I$  ve buradan akım şiddeti  $I = 12/4 = 3$  A olarak hesaplanır.

**Örnek**

Şekildeki devrede  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  dirençleri 40 Voltluk bir üretece bağlanmıştır.

**Buna göre dirençlerin uçları arasında oluşan potansiyel farklarının  $V_1$ ,  $V_2$  ve  $V_3$  değerleri kaç voltur?**

**Çözüm**

Devredeki dirençler seri bağlanmıştır. Eş değer direnç  $R_{eş} = 1 + 2 + 7 = 10 \Omega$  olarak hesaplanır.

Devreden geçen akım şiddeti Ohm Yasası  $R = V/I$  bağıntısından  $I = V / R$  ve buradan  $I = 40/10 = 4$  A olarak hesaplanır.

Seri bağlamada dirençler üzerinden aynı akım geçer yani  $I_1 = I_2 = I_3 = 4$  A'dir. Buna göre dirençlerin uçları arasında oluşan gerilimler,

$$V_1 = I \cdot R_1 = 4 \cdot 1 = 4 \text{ V}$$

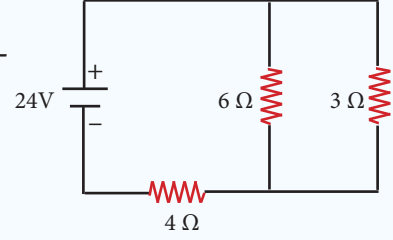
$$V_2 = I \cdot R_2 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ V}$$

$$V_3 = I \cdot R_3 = 4 \cdot 7 = 28 \text{ V}$$

olarak bulunur.

**Örnek**

Şekildeki devrede ana koldan geçen akım kaç amperdir?

**Çözüm**

Devrede 6 Ω ve 3 Ω'luk dirençler paralel 4 Ω'luk direnç seri bağlanmıştır. Buna göre paralel bağlı dirençlerin eş değerine  $R_1$  dersek,

$$1/R_1 = 1/6 + 1/3 \text{ ve buradan } R_1 = 2 \text{ } \Omega \text{ bulunur.}$$

$R_1$  ile 4 Ω'luk dirençler seri olarak bağlandığından devrenin eş değer direnci,

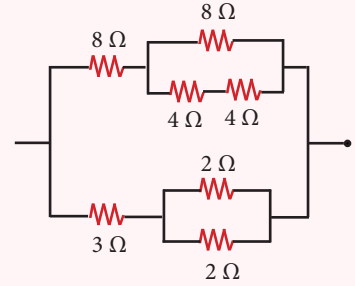
$$R_{eş} = 2 + 4 = 6 \text{ } \Omega \text{ olur.}$$

Ana koldan geçen akım şiddetinin değeri,

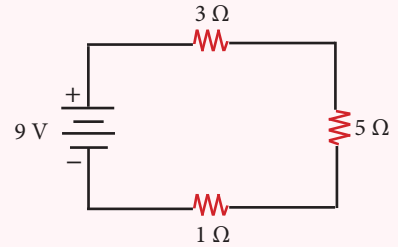
$$I = V / R_{eş} = 24 / 6 \text{ ve buradan } I = 4 \text{ A olarak bulunur.}$$

**2. UYGULAMA**

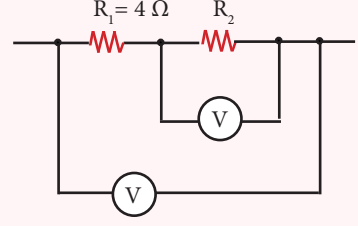
1. Şekilde verilen devre parçasında eş değer direnç kaç ohmdur?



2. Şekildeki devrede dirençler üzerinden geçen akım şiddeti kaç amperdir?



3. Şekildeki devre parçasında voltmetrelerden birisi 4 V diğeri 20 V gösteriyor. Buna göre  $R_2$  direnci kaç ohmdur?



### 1.2.2. Üreteçlerin Seri ve Paralel Bağlanması

Bir elektrikli aracın çalışması için iki ucu arasında potansiyel fark oluşması gerektiğini biliyoruz. Bu potansiyel farkını da üretcin oluşturduğunu ifade etmiştik ancak elektrikli aracın çalışması için sadece üretcin olması yetmez. Üretcin elektrikli aracın çalışması için yeterli gerilimi oluşturması gerekir. Örneğin 6 V pille çalışan bir televizyon kumandasına arka arkaya bağlanmış 4 adet 1,5 V pil bağlanmalıdır. Bunun yanında potansiyel farkı elektrik devresinde oluşacak akımın zayıf ya da kuvvetli olacağını da gösterir. Örneğin, 3 V'luk pille çalışan bir ampule arka arkaya bağlanmış iki adet 3 V'luk pil bağlanırsa ampulün parlaklığı artar. Ampulün parlak yanması üzerinden geçen akım şiddetinin fazla olduğunu gösterir.



Resim 1.6. Üreteçler

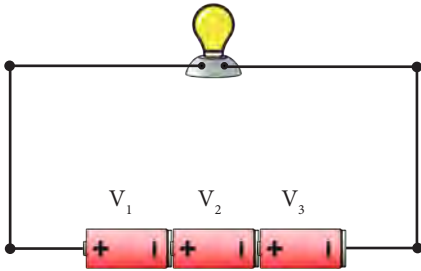
Yukarıda verilen örneklere göre üreteçler kullanım yerlerine göre farklılıklar gösterir (Resim 1.6). Bu farklılıklar üreteçlerin gerilim değerleri ve büyüklüklerine göre değişir. Örneğin telefon, bilgisayar, el feneri, saat gibi elektrikli araçlarda farklı büyüklük ve gerilimde üreteç bulunur çünkü bu araçlar üretilirken çalışmasını sağlayacak gerilimin değeri hesaplanır ve bu gerilimi sağlayacak üreteç kullanılır.

Örneğin el fenerini çalıştıran pil bir bilgisayarın çalışmasını sağlayan gerilimi oluşturamayabilir.

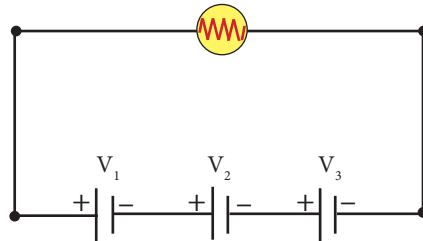
Üreteç denince akla ilk gelen pildir. Piller 1,5 V; 4,5 V ve 9 V gibi belirli gerilim değerlerine sahiptir. Üreteç olarak pilin kullanıldığı elektrikli araçların bazılarında bir adet pil yeterliyken bazılarının çalışması için iki veya daha fazla pil gereklidir. Birden fazla pilin kullanıldığı elektrikli araçlarda piller istenilen değerde potansiyel fark elde etmek için ya uç uca ya da yan yana getirilerek bağlanır. Pil örneğinde olduğu gibi üreteçlerin gerekli potansiyel farkı oluşturmak için uç uca ya da yan yana bağlanmasına **üreteçlerin bağlanması** adı verilir. Üreteçler dirençlerin bağlanması gibi seri ve paralel olarak bağlanır. Şimdi sırasıyla üreteçlerin bağlanma şekillerini inceleyelim.

#### a) Üreteçlerin Seri Bağlanması

Seri bağlama, iki ya da daha fazla üreticin (+) ve (-) kutuplarının art arda bağlanması ile oluşturulur. Üreteçleri seri bağlama yöntemi, bir üreticin uçları arasındaki potansiyel farkının elektrikli aracı çalıştırmaya yetmediği durumlarda kullanılır. Aşağıda seri bağlı piller ve bir ampulden oluşmuş elektrik devresi ( Şekil 1.10.a) ve bunların sembollerle gösterimi verilmiştir (Şekil 1.10.b).



Şekil 1.10.a. Seri bağlı üreteçler



Şekil 1.10.b. Seri bağlı üreteç devre şeması

Seri bağlı üreteçlerin her birinden eşit miktarda akım geçer. Seri bağlı üreteç sayısı arttıkça potansiyel farkı dolayısıyla akım şiddetinin değeri artar. Şekil 1.10.a. daki devrede seri bağlı üreteçlerin eş değer gerilimi  $V_{eş}$ , her bir

üretcin gerilimleri toplamına eşittir. Bu durum,

$$V_{eş} = V_1 + V_2 + V_3$$

olarak ifade edilir. Ampulün direnci R kadar ise devrede oluşan akım şiddeti (I), Ohm Yasası'na göre

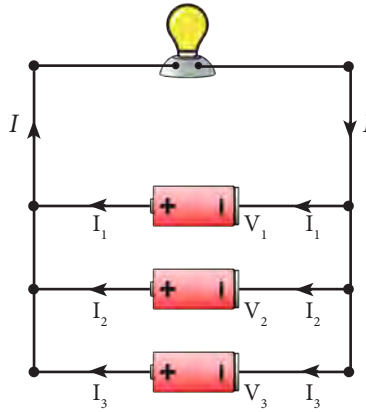
$$V_{eş} = I.R$$

bağıntısıyla hesaplanır.

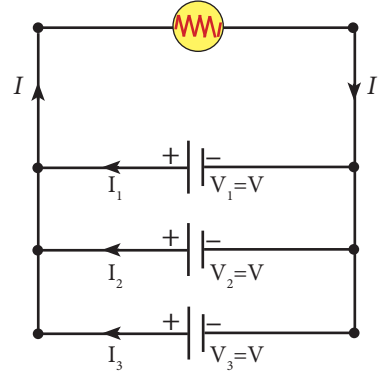
Üreteçlerin seri bağlanmasında üreteç sayısı belirli sayıda arttırılabilir çünkü devreden geçen akımın şiddetinin artması elektrikli cihaz telinin kopmasına neden olabilir. Bu nedenle seri bağlanacak üreteç sayısı elektrikli cihazın en verimli çalışacağı şekilde üretim aşamasında belirlenir. Seri bağlı üreteçlerden biri, ters uçları bir birine gelecek şekilde bağlanırsa eş değer gerilimin değeri ters bağlı üretcin gerilimi kadar azalır. Böyle bir durumda devreden geçen akım şiddetinin değeri azalır.

### b) Üreteçlerin Paralel Bağlanması

Üreteçler yan yana getirilerek (+) kutupları birbirine, (-) kutupları da birbirlerine gelecek şekilde Şekil 1.11.a. daki gibi bağlanmasına **üreteçlerin paralel bağlanması** adı verilir. Aşağıda paralel bağlı piller ve bir ampulden oluşmuş elektrik devresi ( Şekil 1.11.a) ve bunların sembollerle gösterimi verilmiştir (Şekil 1.11.b).



Şekil 1.11.a. Paralel bağlı üreteçler



Şekil 1.11.b. Paralel bağlı üreteç devre şeması



Paralel bağılı üreteçler özdeş olmalıdır. Üreteçler özdeş olmazsa paralel bağılı olduklarından, uçları arasındaki potansiyel farkı eşitleninceye kadar aralarında yük geçişi olur. Yük geçişi dış devreden akım geçmese bile gerçekleşir. Bu durumda üreteçlerin enerjileri kısa sürede tükenir. Böyle bir durumun oluşmaması için paralel bağlanacak üreteçlerin özdeş olması gerekir. Şekil 1.11.a.da ampul üzerinden geçen akım şiddeti paralel bağılı özdeş 3 üreteçten çıkan akımların toplamı kadar olmalıdır. Devreden geçen akım şiddeti

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

eşitliği ile hesaplanır. Üreteçler özdeş olduğundan her bir üreteçten çıkan akım şiddeti eşittir.

$$I_1 = I_2 = I_3$$

Paralel bağılı üreteçlerin eş değer gerilimi, üreteçler paralel bağılı olduğundan, her bir üretelin gerilimine eşittir. Bu durum,

$$V_{eş} = V_1 = V_2 = V_3$$

olarak ifade edilir. Eş değer gerilim aynı zamanda ampulün uçları arasında oluşan potansiyel farkına eşittir. Direnci R olan ampulün üzerinden geçen akım şiddeti Ohm Yasası'na göre,

$$I = \frac{V_{eş}}{R}$$

eşitliği ile hesaplanır.

Bir üretelin ömrü yapıldığı maddeye ve büyüklüğüne bağlıdır. Paralel bağlamada kullanılan üreteçler özdeş olduğu için üretelin ömrü, üzerinden geçen akım miktarına bağlıdır. Paralel bağılı üreteçlerin bulunduğu devrede dış devreden geçen akım, üreteçler arasında eşit paylaşılır. Bu durum üretelin üzerinden geçen akımı azaltır ve üretelin ömrü uzar. Devrede paralel bağılı üreteç sayısının artması üreteçlerden çekilen akım miktarını azaltarak daha uzun süre kullanılmasını sağlar.

Sonuç olarak, üreteçlerin paralel bağlanması ve üreteç sayısının artması her bir pilden geçen akım şiddetini azaltarak ömürlerini uzatır. Üreteçler seri bağlandığında ise üzerlerinden geçen akım şiddeti artacağından üreteçlerin kullanım süresi azalır.

Üreteçlerden en yaygın olanı pillerdir. Pilleri telefonda, müzik çalarda, uzaktan kumanda aletinde, bilgisayarda, elektronik saat gibi birçok araç gereçte kullanılmaktadır.

Aşağıda Genel Ağ adresi verilen simülasyonu yaparak dirençlerin bağlanma şekillerini inceleyiniz.

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc>

*Peki, günlük yaşamımızda birçok araç gereçte kullanılan piller nasıl keşfedilmiştir?*



Resim 1.7. Luici Galvani

Günümüzde kullanılan en önemli araçlardan biri olan pil, 1800 yılında tesadüf sonucu bulunmuştur. Elektrik ile ilgili bilgiler, bilimsel olarak ilk defa 17. yüzyılda ele alınmıştır ancak 19. yüzyıla kadar bilinen elektrik türü, bir kumaşa sürterek elde edilen ya da yıldırım elektriği olarak bilinen statik elektriktir. 19. yüzyılda buna elektrik akımı eklenmiş ve elektrik akımının sürekliliğini sağlayan pil icat edilmiştir. Elektrik bu dalındaki çalışmalarını başlatan kişi, ünlü kurbağa deneyi ile tanınan Luigi Galvani (Luici Galvani, Resim1.7)'dir.

Galvani, 1780 yılında yaptığı deneylerin sonuçlarını 1791'de açıklayarak, "hayvansal elektrik" teorisini ortaya attı. 1786 yılında fırtınalı bir havada yaptığı bir deneyde rastlantı sonucu ölü bir kurbağanın bacağındaki sinirlerin neşter ile kesildiğinde kasıldığını gözlemledi. Galvani buna benzer deneylerini tekrarladı. Deneyler sonucunda geliştirdiği "hayvansal elektrik" teorisine göre canlıları oluşturan hücrelerin elektrik içerdiğini ifade etti.

Galvani'nin görüşleri bilim dünyasında kabul edildi. 1793'de Galvani'nin deneylerine benzer deneyler yapan Alessandro Volta (Alessandra Volta, Resim 1.8) kurbağa bacağı kasılmalarının farklı iki metalden kaynaklandığını keşfederek Galvani'nin görüşlerine katılmadığını ifade etti. Bacağın uyarılması, birbirine benzemeyen iki farklı metalden ve hücrelerin sıvı içermesinden kaynaklanıyordu. O hâlde elektrik elde edebilmek için iki farklı metale ve sıvıya ihtiyaç olmalıydı. Volta bakır ve çinko levhaları aralarına tuzlu suya batırılmış süngerler yerleştirdi ve elektrik akımını elde etmeyi başardı. Volta 1800 yılında Volta Pili adı verilen pili icat etti.



Resim 1.8. Alessandro Volta

Volta yaptığı keşifle, Galvani'nin biyolojik deneylerinin sonucu olan hayvansal elektrik teorisini ortadan kaldırdı. Şüphesiz Galvani'nin deneyleri bilim tarihinin en ilginç olaylarından birisidir. Galvani ve Volta arkadaşları ve Galvani asla Volta'ya kuramını ortadan kaldırdığı için kin duymadı. Volta da Galvani'nin deneylerinin güzel ve şaşırtıcı deneyler olduğunu ifade etmekteydi. Çalışmalarından ötürü Napolyon, Volta'yı ödüllendirdi ve Avusturya İmparatoru, onu Padua Üniversitesinde Felsefe Fakültesi Başkanlığına getirdi. Ölümünden 54 yıl sonra 1881'de Volt adı, onun adına saygı olarak potansiyel fark birimi olarak kullanılmaya başlandı. Pil daha sonraları diğer bilim insanları tarafından geliştirilerek günümüze kadar gelmiştir.

### Örnek

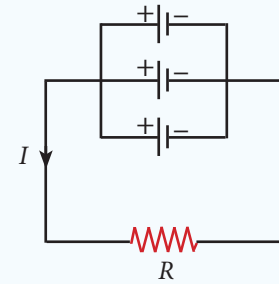
Şekilde verilen üreteçlerin her birinin potansiyel farkı 3 V ve direncin değeri 2  $\Omega$ 'dur.

**Buna göre devreden geçen akım şiddeti kaç amperdir?**

### Çözüm

Devrede üreteçler paralel bağlanmıştır. Bu nedenle eş değer gerilim  $V_{eş} = 3$  V'dur. Devreden geçen akım şiddeti Ohm Yasası'ndan  $I = V_{eş} / R$  olduğundan,

$I = 3 / 2 = 1,5$  A olarak hesaplanır.



**Örnek**

Şekildeki devrede 3 V ve 5 V'lık üreteçler seri olarak bağlanmıştır. Üreteçlere bağlı özdeş ampuller üzerinden 2 A'lık akım geçtiğine göre L ampulünün direnci kaç ohmdur?

**Çözüm**

Üreteçler seri olarak bağlandığı için eş değer gerilim her bir üretecin gerilimleri toplamına eşittir. Buna göre,

$$V_{eş} = 3 + 5 = 8 \text{ volt olarak hesaplanır.}$$

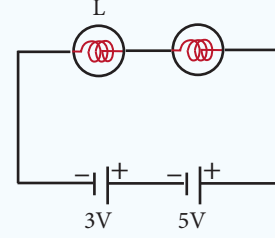
Devrenin toplam direnci  $R_{eş}$  Ohm Yasası'ndan

$$R_{eş} = V_{eş} / I \text{ olarak yazılır.}$$

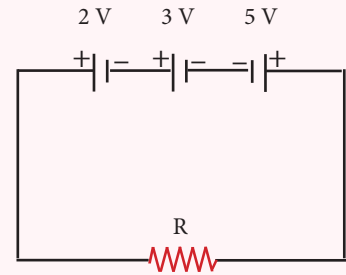
Buradan eş değer direncin değeri

$$R_{eş} = 8 / 2 = 4 \Omega \text{ olarak hesaplanır.}$$

Ampuller özdeş olduğundan eş değer direncin 4  $\Omega$  olabilmesi için her birinin direncinin 2  $\Omega$  olması gerekir. Bu durumda L ampulünün direnç değeri 2  $\Omega$  olmalıdır.

**3. UYGULAMA**

1. Üreteçlerin bağlanma şekilleri kullanım sürelerini nasıl etkiler?
2. Şekilde verilen devrede 5 V'lık potansiyel farkına sahip üreteç diğerlerine göre ters yönde akım vermektedir. R direncinin değeri 3  $\Omega$  olduğuna göre devreden geçen akım şiddetinin değeri kaç amperdir?



### 1.2.3. Elektrik Enerjisi ve Elektriksel Güç

Bir elektrik devresinde akımın oluşması için elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Elektrik enerjisinin üreticiler tarafından üretildiğini biliyoruz. Üretilen bu enerji elektrikli araçlar tarafından tüketilir.

Günümüzde kullanılan birçok araç gerecin çalıştırılmasında elektrik enerjisinden yararlanır. Örneğin evlerimizde kullandığımız elektrik süpürgesi, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi gibi araçlar elektrik enerjisiyle çalışır. Bu cihazlarda elektrik enerjisinden mekanik enerjinin elde edilmesi için elektrik motorları bulunur. Elektrik motorlarının küçük boyutta üretilebilmesi, istenildiğinde çalıştırılıp durdurulabilmesinin basit bir anahtarla mümkün olması, özel bir bakım gerektirmemesi ve sessiz çalışmaları nedeniyle elektrikli ev cihazlarının yapımında kullanılır. Resim 1.9'da bir buzdolabında elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren elektrik motoru görülmektedir.

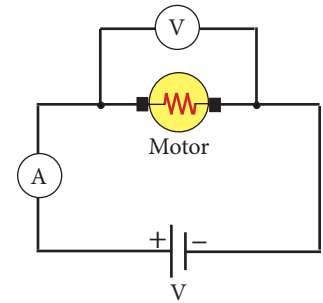


Resim 1.9. Buzdolabında bulunan elektrik motoru

*Peki, bir buzdolabında bulunan elektrik motorunun harcadığı elektrik enerjisi nasıl hesaplanır?*

Şekil 1.12'de buzdolabının elektrik motorunun basit bir devre şeması görülmektedir. Devrede elektrik motoruna seri bağlı ampermetre motordan geçen akımın değerini, paralel bağlı voltmetre de motorun uçları arasındaki gerilimi ölçmektedir. Ampermetre ve voltmetreden okunan değerlerle elektrik motorunda ne kadar elektrik enerjisi harcadığı hesaplanabilir. Örneğin ampermetrede okunan değer 4 A, voltmetrede okunan değer 20 V olsun. Devredeki akımın 4 A olması, devreden her 1 saniyede 4 C'lük yük geçtiğini ifade ederken voltmetrede okunan 20V'luk değer motordan geçen her 1 C'lük yükün 20 J'lük elektrik enerjisi harcadığını gösterir. Buna göre, enerjiyi E sembolü ile gösterirsek motorda 1 saniyede harcanan enerji;

$$E = 4 \times 20 = 80 \text{ joule olur.}$$



Şekil 1.12. Elektrik motoru devre şeması

Eğer motor 10 dakika süreyle çalışmışsa harcanan enerji, 10 dakika (10 x 60) 600 saniye olduğundan

$$E = 600 \times 80 = 4800 \text{ joule olur.}$$

Yukarıda yapılan tanımlamaya göre 1 saniyede harcanan enerji elektrik motorunun uçları arasında oluşan potansiyel farkın üzerinden geçen akım şiddetine çarpımı ile hesaplanır. 1 saniyede yapılan işe ya da 1 saniyede harcanan enerjiye **güç** denir ve **P** sembolü ile gösterilir. Buna göre elektrik enerjisiyle çalışan bir araçta harcanan elektriksel güç,

$$P = V \cdot I$$

bağıntısıyla hesaplanır. Elektriksel güç birimi SI' da watt (w) olarak ifade edilir.  $P = V \cdot I$  bağıntısında Ohm Yasası'na göre V yerine I.R ya da I yerine  $\frac{V}{R}$  yazılırsa elektriksel güç bağıntısı olarak,

$$P = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R} \text{ eşitlikleri elde edilir.}$$

Elektrikli araçların gücü farklıdır çünkü her birinin verimli çalışabilmesi için gerekli olan gerilim değeri farklıdır. Örneğin bir oyuncak arabanın çalışabilmesi için 9 V'luk pil kullanılır ancak bu gerilim değeri bir elektrik süpürGESİNİ çalıştırmaya yetmez. Bunu nedeni elektrikli süpürGENİN motorunun süpürmekle harcadığı gücün, oyuncak araba motorunun arabayı hızlandırmak için harcadığı güçten daha fazla olmasıdır. Elektrikli araçlar aynı üretee bağlı oldukları hâlde aynı verimlilikte çalışmazlar. Bu duruma örnek olarak aynı üretee bağlı ampullerin farklı parlaklıkta yanmalarını verebiliriz. Resim 1.10'da görüldüğü gibi aynı prize takılmış ampullerin farklı parlaklıkta ışık vermelerinin sebebi güçlerinin farklı olmasıdır. Gücü daha fazla olan ampul daha parlak yanar. Örneğin 75 w'lık ampulün 25 w'lık ampulden daha parlak yanmasının nedeni, bu ampulde birim zamanda daha çok elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşmesidir.



**Resim 1.10.** Aynı gerilimde farklı parlaklıkta yanan ampuller



*Peki, elektrik enerjisi nerelerde kullanılmaktadır?*

Bugün elektrik çağında yaşamaktayız. Günlük yaşamımızda kullandığımız araçların büyük bir kısmı elektrik enerjisiyle çalışmaktadır. Enerjinin korunumlu olduğunu biliyoruz. Barajlarda biriken suyun yer çekimi potansiyel enerjisi artar. Baraj kapakları açıldığında yüksekten hızla akan su, türbinleri çevirerek hareket enerjisini (kinetik enerji) elektrik enerjisine dönüştürür. Üretilen elektrik enerjisi elektrikli araçlarda başka enerjilere dönüşür. Elektrik enerjisi ütude ısı enerjisine, ampulde ısı ve ışık enerjisine çevrilir. Yine elektrik enerjisini ısı enerjisine kolayca çevirebilen, elektrik ocakları ve sobaları, kullanılmasının basit ve temizliği nedeniyle vazgeçilmez duruma gelmiştir. Ülkemizin çoğu bölgesinde, kullanılması kolay ve elektrik ocaklarına oranla elektrik enerjisi tüketimi daha az olan klimalar kullanılmaktadır.

En ileri düzeydeki haberleşme cihazlarının çalıştırılmasında elektrik enerjisinden yararlanır. Radyo, televizyon, telefon, hesap makineleri ve bilgisayar gibi birçok cihaz, elektrik enerjisinden başka bir enerji çeşidi ile çalışmazlar.

Elektriğin sanayide kullanılma yerleri de sayılmayacak kadar fazladır. Elektrikle çalışan makinelerin verimlerinin yüksek olması, kumandalarının kolaylığı ve yapılarının basit olması, diğer enerji makineleri yanında ön sırayı almalarına neden olmuştur. Elektrik enerjisinin ısı etkisinin diğer bir uygulama alanı da indüksiyon fırın ve ocaklarıdır (Resim 1.11). Bu fırın ve ocaklarda ısı enerjisi, ısıtılacak olan maddenin her yerine aynı ölçüde dağılır. Böylece yiyeceğin her yeri aynı anda pişer. Örneğin bir indüksiyon fırınında pişen ekmeğin, her tarafı aynı anda ısınıp pişeceğinden kabuk oluşmaz. Bunlara evlerde kullandığımız mikrodalga fırınlarını da örnek gösterebiliriz.



**Resim 1.11.** İndüksiyonlu ocak

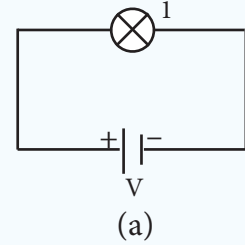


**Resim 1.12.** Hibrit otomobil şarj edilirken

Elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümüne en güzel örnek son yıllarda geliştirilen ve elektrik enerjisiyle çalışan otomobillerdir. Hibrit (melez) otomobil adı da verilen bu otomobillerde amaç benzin sarfiyatını azaltmaktır (Resim 1.12). Bunu sağlamak için sıkışık trafikte, düşük hızlarda benzin motoru yerine elektrik motorunu kullanmakta ve bu sayede kısmen sıfır emisyon salınımı sağlamaktadırlar. Elektrik motorunun çalışması için gerekli enerji, benzin motoru çalıştırıldığı zamanlarda ya da frenleme sırasında akülere şarj edilmektedir. Dolayısıyla bu araçların elektriğe bağlanarak şarj edilmesi gibi bir gereksinim yoktur. Hibrit otomobiller çevreyi daha az kirletmelerinin yanında standart benzinli araçlara göre litre başına 20-30 km daha fazla yol alınmasını sağlar.

### Örnek

Şekilde görülen 1 ve 2 numaralı ampuller özdeştir. (a) devresindeki 1 numaralı ampulün parlaklığı P kaddır. 1 numaralı ampule (b) şeklindeki gibi 2 numaralı ampul paralel bağlandığında ampullerin parlaklıkları kaç P olur?

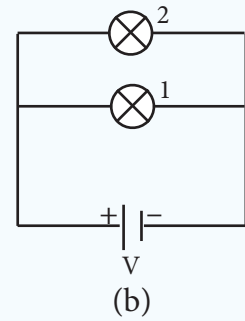


### Çözüm

Bir ampulün parlaklığı, gücü ile doğru orantılıdır. Güç ise ampulün uçları arasında oluşan gerilime bağlıdır. (a) devresinde 1 numaralı ampulün uçları arasında oluşan V gerilimi P kadarlık güç oluşturmaktadır. (b) devresinde 1 ve 2 numaralı ampuller paralel bağlıdır. Bu nedenle uçları arasındaki gerilimler eşittir.

$$V = V_1 = V_2$$

Bu durumda 1 numaralı ampule V gerilimi P kadar parlaklık kazandırırsa (b) devresindeki 1 ve 2 numaralı ampullerin parlaklıkları da P kadar olur.

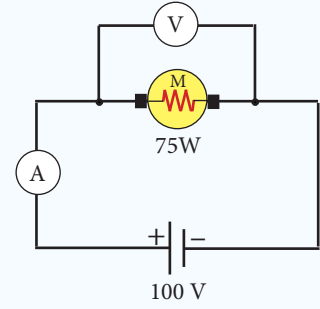


**Örnek**

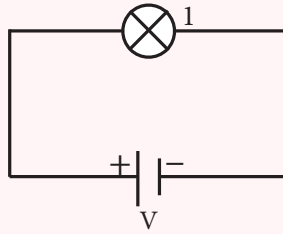
Şekildeki devrede bulunan elektrik motoru 1 saniyede 75 J'lük elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmektedir. Buna göre elektrik motoru üzerinden geçen akım şiddeti kaç amperdir?

**Çözüm**

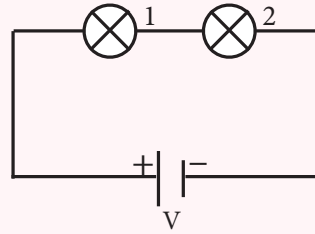
Elektrik motorunun 1 saniyede dönüştürdüğü enerji miktarı motorun elektriksel gücüne eşittir.  $P = 75$  watt. Verilen devre şemasında üreticinin gerilimi motorun uçları arasında oluşan potansiyel farkına eşittir. Elektriksel güç  $P = V.I$  olduğundan devreden geçen akım şiddeti,  
 $I = P / V = 75 / 100 = 0,75$  A olarak hesaplanır.

**4. UYGULAMA**

1. Barajda biriken suyun, hidroelektrik santralinde elektrik enerjisine dönüşmesinden çamaşır makinesinde mekanik enerjiye dönüşüncüye kadarki enerji dönüşümünü sıralayınız.
2. Şekilde görülen 1 ve 2 numaralı ampuller özdeşdir. (a) devresindeki 1 numaralı ampulün parlaklığı P kadardır.



(a)



(b)

1 numaralı ampule (b) şeklindeki gibi 2 numaralı ampul seri bağlandığında ampullerin parlaklıkları kaç P olur?

### 1.2.4. Elektriğin Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Önlemler

Doğru kullanıldığında hayatımızın kolaylaşmasını sağlayan elektrik enerjisi, yanlış kullanılması hâlinde çok tehlikeli olabilmekte ve ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Yaşamımızı kolaylaştıran bu enerji türünün hayatımız için tehlike oluşturmaması için bazı önlemler olarak tehlikelerinden korunabiliriz. Bu önlemlerden bazıları şunlardır:

- Tellerde elektrik olup olmadığını gözle göremediğimiz için elektrik taşıyan kablolarla temas etmemeye özen göstermeliyiz çünkü vücudumuzun elektrikle teması ölüme yol açabilecek kadar tehlikelidir.
- Elektrikle uğraşmak zorunda kalırsak ayağımıza kalın lastik ya da kauçuk tabanlı ayakkabı giymeliyiz. Elektrikli herhangi bir alete ıslak elle dokunmamalı, banyo ve buna benzer nemli yerlerde elektrikli aletleri kullanmamalıyız.
- Sarkık ya da kopmuş elektrik tellerinden uzak durarak yetkililere hemen haber vermeliyiz.
- Elektrik prizlerinin elektrik fişleri için yapıldığını unutmayarak bu prize hiçbir şey sokmamalıyız.
- Yıpranmış kablo ya da kırık fiş kullanmamalı, çevremizde bu tür bir elektrik iletim malzemesi ile karşılaşarsak bunların hemen uzman kişilerce değiştirilmesini sağlamalıyız.
- Elektrik direkleri yakınlarında oyun oynamamalı, elektrik telleri yakınlarında uçurtma uçurtmamalıyız.
- Yağmurlu havalarda ağaç, direk gibi yıldırım çarpma tehlikesi olan yerlerden uzak durmalıyız.
- Elektrikli araçların tamirinin ancak uzman kişilerce yapıldığını dikkate alarak bu tür araçları kendimiz açmamalıyız.
- Elektrik çarpan bir kişiyi gördüğümüzde ona doğrudan müdahale etmemeli, bir başkasından yardım istemeli ya da yalıtkan maddeler yardımı ile elektrik çarpan kişinin elektrik akımı ile ilişkisi kesildikten sonra dokunmalıyız.
- Kablosu yıpranmış elektrikli aracı prize takmamalıyız.



## Albert Einstein Kimdir?

14 Mart 1879'da Ulm'da (Almanya) doğdu. 1900'de ETH Zürich Federal Teknoloji Enstitüsü'nden fizik diploması alarak mezun oldu. 1902'de İsviçre Patent Ofisi'nde işe başladı. Burada bilimsel çalışmalarına yoğunlaşabildi ve kendisine şöhreti getiren çalışmalara imza attı. 1908'de Bern Üniversitesi'nde yardımcı doçent oldu. 1909'da patent ofisindeki işinden istifa etti. Zürich Üniversitesi'nde kuramsal fizik alanında doçent oldu. 1911'de Prag Alman Üniversitesi'nde profesör oldu. 1913'te mezun olduğu ETH Zürih'e profesör olarak döndü ve kütle çekimi ile ilgili yeni kuramı üzerinde çalışmaya başladı. 1915'te sunumunu yaptığı Genel Görelilik Kuramı adlı çalışması 1916'da yayımlandı.

Kozmoloji üzerine yazdığı ilk makale de 1917'de yayımlandı. Berlin'de Kaiser Wilhelm Enstitüsü'nde Planck ile birlikte çalışmaya başladı. 1922'de fotoelektrik etkiyi açıklayan çalışmasıyla Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü. 1928'de tüm fizik kuramlarını birleştirmeyi düşündüğü birleşik alanlar kuramı üzerine ilk fikirlerini paylaşmaya başladı. 1933'te ABD'ye gitti ve Princeton'da akademik hayatına devam etti. II. Dünya Savaşı'nda nükleer silahların ve savaş ortamının yol açtığı tahribatı gördükten sonra 1947'de silahsızlanmaya yönelik çalışmalara katıldı.

Einstein üniversitede odasına kapanan ve sade yaşantısı olan bir kuramsal fizikçi değildi. Sanattan silahsızlanmaya, siyasi ve etik konulardan dinsel inançlara her alanda fikir üretmiş önemli bir düşünürdü. Yayımlanmış kitapları, makaleleri, yüzlerce söyleşi vardı. İnanıldığı fikirleri savunmada son derece inatçı ve açık sözlüydü.

Bütün fiziği tek bir kuramda birleştirmeye çalışacak kadar iddialı ve doğanın matematiksel güzelliğine inanan bir bilim insanıydı. Kendisinden sonra kuramsal fizik genel anlamda onun çalıştığı konulardan uzaklaşarak nükleer kuvvetlere yoğunlaştı. O ise kuantum fiziğini ve kütle çekimini birleştirmeye odaklanmıştı. Bugün bile kütle çekiminin doğasını anlamada diğer kuvvetler hakkında bildiklerimize göre daha geride olduğumuz söylenebilir. Kuantum fiziğinin yorumlanması hakkında Niels Bohr ile aralarında geçen sürtüşme bilim tarihinin en verimli çatışmalarındandır. Einstein-Bohr mücadelesi, modern fizik felsefesini şekillendiren önemli etkenlerden biri olmuştur.

<http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr>





## 3. BÖLÜM

# MIKNATIS VE MANYETİK ALAN

### Anahtar Kavramlar

- Manyetik alan

### Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümü tamamladığınızda, Mıknatısların oluşturduğu manyetik alanı ve özelliklerini öğrenmiş olacaksınız.

### 1.3.1. Mıknatısın Oluşturduğu Manyetik Alan ve Özellikleri

Mıknatıs, yoğunluğu  $2.7 \text{ gr/cm}^3$  olan, manyetik alan üreten nesne veya malzemedir. Yunanlılar MÖ 800'lü yıllarda manyetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) adı verilen bazı taşların demir parçalarını çektiğini gözlemleyerek manyetizma olayının farkına varmışlardır. Efsaneye göre manyetit adı, sürüsünü otlatırken ayakkabısının çivileri ve sopasının ucu yapışıp kalan Magnes adlı çobandan gelmektedir. Bir başka kabule göre de mıknatıslık özelliği taşıyan bu taşların (Resim 1.13) bolca bulunduğu Anadolu'daki Manisa (Maeneisa) adlı kentten gelmektedir.



Resim 1.13. Doğal mıknatıs

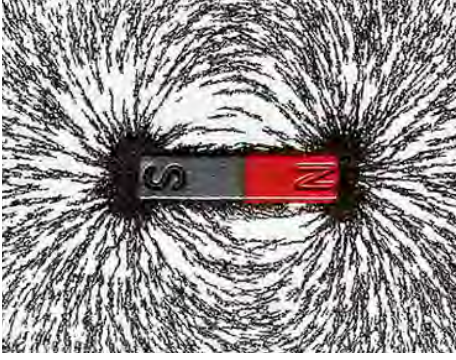
Mıknatıs; demir, nikel, kobalt gibi bazı metalleri çeker, bakır ve alüminyum gibi bazı metallere ve metal olmayan malzemelere ise etki etmez. Mıknatısın bazı metallere uyguladığı çekim etkisi temas gerektirmeyen kuvvetle meydana gelmektedir.

*Peki, temas etmediği hâlde mıknatıs çiviye nasıl çeker?*

Demir, nikel, kobalt gibi maddeleri çekme özelliği gösteren mıknatıslar, doğal olarak bulunabildikleri gibi yapay olarak da üretilebilir. Doğal mıknatıslar bir demir oksit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) bileşiğidir. Resim 1.14'te mıknatıs tarafından çekilen çiviler gibi mıknatıslardan etkilenerek mıknatıslık özelliği kazanabilen maddelere **manyetik maddeler** denir. Örneğin bir çivi doğal mıknatısla uygun koşullar sağlanarak etkileştiğinde mıknatıs özelliği kazanır. Sonradan etkileşim ile değişik şekillerde oluşturulabilen bu tür mıknatıslara **yapay mıknatıs** adı verilir. Bazı maddeler, doğal mıknatısla etkileşme yapamaz ve mıknatıs özelliği kazanamaz. Bu durumdaki maddelere **manyetik olmayan maddeler** denir. Bakır, paladyum, manganez ve bizmut maddeleri örnek olarak gösterilebilir.



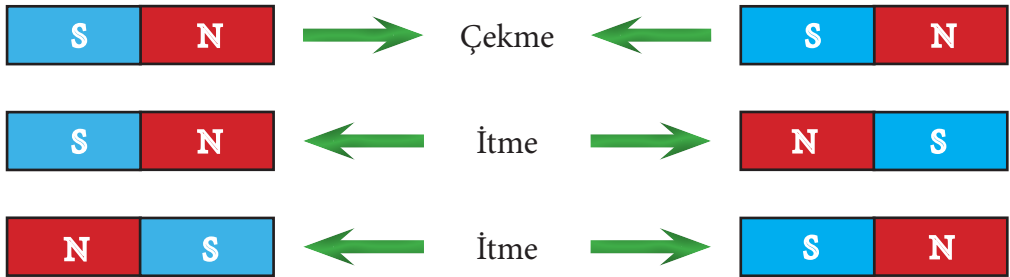
Resim 1.14. Mıknatısın çivileri çekmesi



Resim 1.15. Mıknatıs kutupları

Mıknatısın gösterdiği etki mıknatısın karşılıklı iki ucunda toplanmıştır. Yapılan deneylerde çubuk şeklinde bir mıknatısın üzerine serpilen demir tozlarının en yoğun olarak toplandığı bölgenin mıknatısın uç kısımları olduğu görülmüştür (Resim 1.15). Buradan mıknatısın en fazla çekme özelliğinin uç kısımlarında olduğu sonucuna varabiliriz. Bir mıknatısın en fazla çekme özelliği gösterdiği uç bölgelerine **mıknatısın kutupları** adı verilir.

Bir çubuk mıknatısı ortasından iple bağlanarak asıldığında, mıknatıs yaklaşık olarak kuzey-güney doğrultusunu gösterecek şekilde yönelir. Bu nedenle mıknatısın kuzeyi gösteren ucuna **kuzey kutbu (N)**, güneyi gösteren ucuna **güney kutbu (S)** adı verilir. Bir mıknatıs asla tek kutuplu olmaz. Mıknatıs ne kadar çok küçük parçaya ayrılırsa ayrılırsa her bir parça yine kutupları N ve S olan mıknatıslardır. Yani mıknatısın N ve S kutupları birbirinden ayrılamaz. İki mıknatıs eş kutupları karşılıklı olacak şekilde yerleştirildiğinde birbirini iter, zıt kutupları karşılıklı yerleştirildiğinde ise birini çeker (Şekil 1.13).

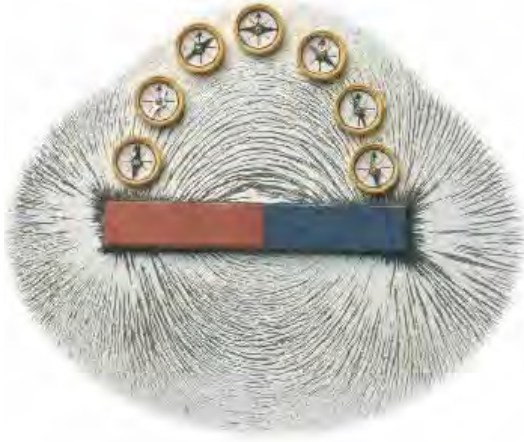


Şekil 1.13. Mıknatısın kutupları arasındaki etkileşim

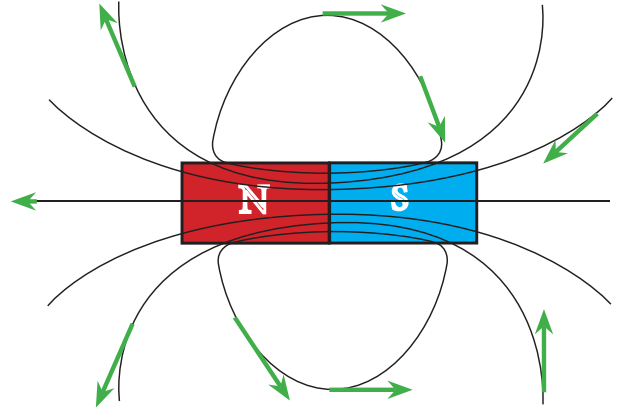
Bir mıknatısın etkisini gösterdiği alana **manyetik alan** denir. Bu etki alanı mıknatıstan uzaklaştıkça azalır. Bir çubuk mıknatıs üzerine demir tozları serpildiğinde demir tozlarının görünümünün Resim 1.16'daki gibi olmasının nedeni, demir tozlarının mıknatısın manyetik alanı etkisiyle küçük birer mıknatıs hâline gelmesidir. Birbirini çeken demir tozları uç uca eklenerek mıknatısın çevresinde



çizgiler oluşturur. Bu çizgilere mıknatısın o bölgedeki **manyetik alan kuvvet çizgileri** adı verilir. Resim 1.16'da görüldüğü gibi demir tozlarının oluşturduğu çizgilerin değişik yerlerine konulan pusulaların iğnesi, alan çizgilerine teğet olacak şekilde yönelir. Pusula iğnelerinin gösterdiği yön manyetik alanın yönüdür. Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür. Mıknatısın manyetik alan vektörünün yönü alan kuvvet çizgilerine teğet vektörler olarak Şekil 1.14'deki gibi gösterilir.



**Resim 1.16.** Manyetik alan çizgileri oluşturacak şekilde demir tozlarının uç uca dizilmesi



**Şekil 1.14.** Manyetik alan kuvvet çizgilerinin modellenmesi

Manyetik alan kuvvet çizgilerinin yönü, alanı oluşturan mıknatısın kuzey (N) kutbundan güney kutbuna (S) doğrudur ve asla birbirlerini kesmezler. Şekil 1.14'de görüldüğü gibi manyetik alan kuvvet çizgileri kapalı eğriler şeklindedir yani manyetik alan çizgilerinin bir başlangıcı ve sonu yoktur.

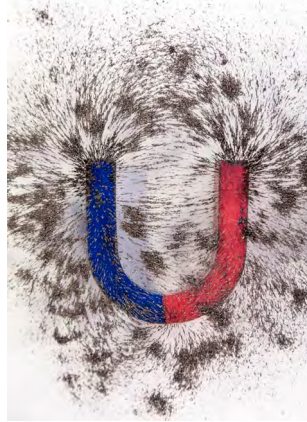
Bir mıknatısın etki alanı içerisinde birim yüzeyden dik olarak geçen çizgi sayısı, yüzey üzerindeki bir noktanın manyetik alan şiddetinin bir ölçüsü olarak ifade edilebilir. Kuvvet çizgilerinin sık olduğu yerlerde manyetik alan şiddeti büyük, seyrek olduğu yerlerde manyetik alan şiddeti daha küçüktür. Mıknatıs yakınlarında kuvvet çizgileri sık, mıknatıstan uzaklaştıkça kuvvet çizgileri seyrek olur. O hâlde

bir mıknatısın manyetik alan şiddeti mıknatıs yakınlarında büyükken mıknatıstan uzaklaştıkça azalır.

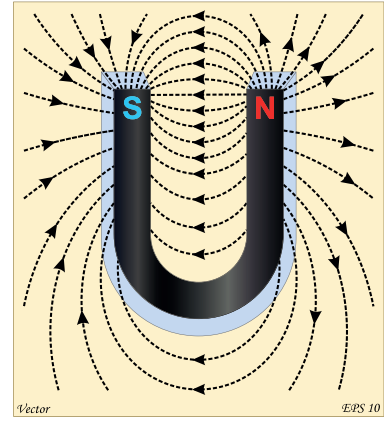
*Peki, manyetik alan kuvvet çizgilerinin görünümü hep aynı mıdır?*

Manyetik alan kuvvet çizgileri birbirine paralel olabilirken, sık ya da seyrek görümlü de olabilmektedir. Kuvvet çizgilerinin görünümlerindeki bu farklılıklar manyetik alanı oluşturan kaynağın özelliğine ve çevresindeki ortamın değişmesine göre meydana gelir.

Manyetik alan kuvvet çizgileri birbirine paralel olabilir. Kuvvet çizgileri birbirine paralel olan manyetik alana **düzgün manyetik alan** denir. Manyetik alan kuvvet çizgilerinin paralel görünümü manyetik alan kaynağının özelliğine göre değişir. Örneğin, U şeklindeki bir mıknatısın iki kolu arasındaki bölgede manyetik alan kuvvet çizgileri birbirine paralel olduğundan, bu bölgedeki manyetik alan bir düzgün manyetik alandır. Resim 1.17’de bir U mıknatıs üzerine serpilmiş demir tozlarının görünümü ve Şekil 1.15’de manyetik alan kuvvet çizgilerinin modellenmesi görülmektedir.



**Resim 1.17.** U mıknatısta demir tozlarının görünümü

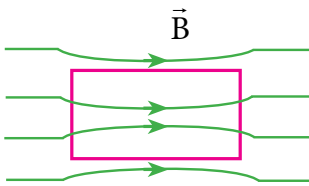


**Şekil 1.15.** Manyetik alan kuvvet çizgilerinin modellenmesi

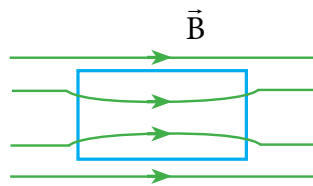
Bir mıknatısın oluşturduğu manyetik alanın kuvvet çizgileri bazı yüzeylerde sık bazı yüzeylerde seyrek olabilir. Bu durum mıknatısın içerisinde bulunduğu ortamın



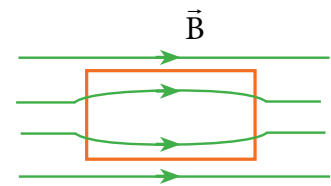
cinsine bağlıdır. Bazı ortamlar kuvvet çizgilerini sıklaştırırken bazıları da seyrekleştirir. O hâlde kuvvet çizgilerinin sıklığı manyetik alan şiddetinin bir ölçüsü olduğuna göre mıknatısın bulunduğu ortamın değişmesi manyetik alan şiddetini değiştirir. Manyetik alan kuvvet çizgilerini sıklaşıp seyrekleştirilmesine göre maddeler ferromanyetik, paramanyetik ve diyamanyetik maddeler olmak üzere isimlendirilir. Örneğin demir levha, bir mıknatısın manyetik alanı içerisine konulduğunda levha içinden geçen kuvvet çizgileri oldukça çok sıklaşır (Şekil1.16). Demir gibi manyetik alan kuvvet çizgilerini çok fazla sıklaştıran maddelere **ferromanyetik maddeler** adı verilir. Nikel, kobalt ve çelik birer ferromanyetik maddedir. Aynı manyetik alan içerisine alüminyum levha yerleştirildiğinde kuvvet çizgileri biraz sıklaşır (Şekil1.17). Alüminyum gibi manyetik alan kuvvet çizgilerini biraz sıklaştıran maddelere **paramanyetik maddeler** adı verilir. Kalsiyum, krom ve platin birer paramanyetik maddedir. Yine aynı mıknatısın manyetik alanı içerisine bu kez bakır levha yerleştirildiğinde kuvvet çizgileri seyrekleşir (Şekil1.18). Bakır gibi manyetik alan kuvvet çizgilerini seyrekleştiren maddelere **diyamanyetik maddeler** adı verilir. Altın, gümüş, kurşun ve bizmut birer diyamanyetik maddedir.



**Şekil 1.16.** Ferromanyetik maddede manyetik alan kuvvet çizgilerinin davranışı



**Şekil 1.17.** Paramanyetik maddede manyetik alan kuvvet çizgilerinin davranışı



**Şekil 1.18.** Diyamanyetik maddede manyetik alan kuvvet çizgilerinin davranışı

*Bir mıknatısın etkisini gösterdiği alanı manyetik alan ve karşılıklı yerleştirilen mıknatısların ise birbirine itme ya da çekme kuvveti uyguladığını ifade ettik. Peki bu kuvvet nelere bağlıdır?*

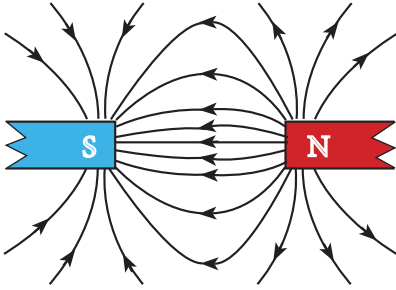
Karşılıklı yerleştirilen mıknatısların birbirine temas etmeden kuvvet uygulayabilmelerini oluşturdukları manyetik alan sağlar. Resim 1. 18 ve Resim 1.19’da çubuk mıknatıslar yan yana yerleştirilince demir tozlarının dağılımı görülmektedir. Demir tozlarının bu dağılıma göre manyetik alan kuvvet çizgileri Şekil 1. 19 ve Şekil 1.20’deki gibi modellenmiştir.



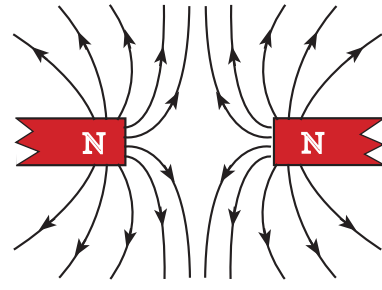
**Resim 1.18.** Zıt kutuplu mıknatısların çevresindeki demir tozları



**Resim 1.19.** Aynı kutuplu mıknatısların çevresindeki demir tozları



**Şekil 1.19.** Zıt kutuplu mıknatısların çevresindeki manyetik alan kuvvet çizgilerinden bazıları

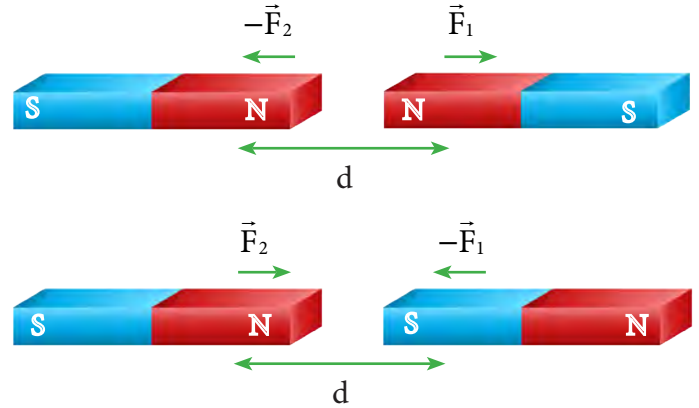


**Şekil 1.20.** Aynı kutuplu mıknatısların çevresindeki manyetik alan kuvvet çizgilerinden bazıları

Yukarıda verilen resim ve şekillere göre mıknatıslar yan yana getirilince birbirlerinin manyetik alanından etkilendiği sonucu çıkarılabilir. Bir araya gelen mıknatısların manyetik alanları ortak bir manyetik alan meydana getirir. Bu ortak alan içerisinde zıt kutuplar yan yana getirildiğinde kutupların çevresindeki manyetik alan kuvvet çizgileri birleşir. Bu durumda mıknatısın zıt kutupları birbirini çeker. Eğer bu ortak alan içerisinde mıknatısın aynı kutupları yan yana getirilmişse kutupların manyetik alan kuvvet çizgileri birbirine değmemek için mıknatıslar birbirinden uzaklaşır yani mıknatısın aynı kutupları birbirini iter.

Karşılıklı yerleştirilen iki mıknatısın birbiriyle olan etkileşiminin büyüklüğü mıknatısların kutup şiddetlerine ve aralarındaki uzaklığa bağlıdır. Mıknatıslardan herhangi birinin kutup şiddetinin artması etkileşim kuvvetini artırır. Mıknatıslar arasındaki uzaklığın artması durumunda ise etkileşim kuvvetinin değeri azalır. Mıknatısların bulunduğu ortamın manyetik alan kuvvet çizgilerini değiştirdiğini ifade etmiştik. Dolayısıyla mıknatısların bulunduğu ortamın türü mıknatıslar arasındaki etkileşim kuvvetini de etkileyecektir.

Şekil 1.21'deki gibi kutupları arasında  $d$  uzaklığı bulunan iki mıknatıs aynı ya da zıt kutupları karşılıklı gelecek şekilde yerleştirildiğinde birbiriyle etkileştiğini biliyoruz. Kutupların birbirine uyguladıkları  $F_1$  ve  $F_2$  kuvvetleri karşılıklı etkileşim kuvvetleridir ve etki-tepki çifti oluştururlar. Bu durum Newton'un III. Hareket Yasası'na uyar. Bu yasaya göre bir cisme kuvvet uygulandığında cisim de aynı büyüklükte ve zıt yönde bir tepki kuvveti uygular. Dolayısıyla mıknatıs kutuplarının karşılıklı birbirlerine uyguladıkları kuvvetler birbirine eşit ve zıt yönlüdür. Bu durum  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$  olarak ifade edilir.



Şekil 1.21. Mıknatısın kutupları arasındaki etkileşim

Aşağıda Genel Ağ adresi verilen simülasyonu yaparak mıknatısın manyetik alanını inceleyiniz.

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/magnet-and-compass>

## 6. UYGULAMA

1. Bir mıknatısın en çok çekme özelliği gösterdiği kısmına ne ad verilir?
2. Mıknatısın manyetik alan kuvvet çizgileri en fazla hangi maddeden geçerken sıklaşır?
3. Karşılıklı yerleştirilen mıknatıslar arasındaki etkileşim nelere bağlıdır?



## 4. BÖLÜM

# AKIM VE MANYETİK ALAN

### Anahtar Kavramlar

- Manyetik alan
- Akım şiddeti

### Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümü tamamladığınızda,

1. Üzerinden akım geçen düz bir iletken telin oluşturduğu manyetik alanı etkileyen değişkenleri,
2. Dünya'nın manyetik alanının sonuçlarını öğrenmiş olacaksınız.



### 1.4.1. Üzerinden Akım Geçen Düz Bir Telin Oluşturduğu Manyetik Alanı

Elektrik akımı ve manyetik alan arasındaki ilişkiyi keşfeden bilim insanı Danimarkalı fizikçi ve kimyacı Hans Oersted (Hans Örsted, Resim 1.20)'dir. Oersted 1819 yılında bir derste Volta pili ile deney yaparken elektrik devresinin açılıp kapanması sırasında yakında bulunan bir pusulanın iğnesinin saptığını gözlemledi. Oersted bundan sonraki çalışmaları bu yönde geliştirdi. Yaptığı deneylerde mıknatıs yanındaki bakır telin içinden akım geçirildiğinde mıknatısın teli hareket ettirdiğini gözlemledi. Böylelikle Oersted bir telin içinden akım geçirildiğinde elektrik akımının telin çevresinde manyetik alan oluşturduğunu kanıtladı.

Elektrik akımının çevresinde bir manyetik alan oluşturması elektromıknatıslık olayı olarak tanımlanmaktadır. Bir telden geçen elektrik akımı, telin çevresinde bir manyetik alan oluşturur. Böylelikle tel bir mıknatıs gibi davranarak oluşturduğu manyetik alanla çevresinde manyetik etkiler meydana getirir. Telin şekli ne olursa olsun telin üzerinden akım geçerse çevresinde manyetik alan oluşur. Akım taşıyan telin üzerine demir tozları serpilecek çevresinde oluşan mıknatıslanmadan dolayı manyetik alan kuvvet çizgilerinin görünümü Resim 1.21'deki gibi olur. Akımın oluşturduğu manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Sağ el kuralında üzerinden akım geçen düz tel, sağ elin baş parmağı akımın yönünü gösterecek şekilde kavranır. Diğer dört parmağın bükülme yönü manyetik alan çizgilerinin yönünü gösterir (Şekil 1.22). Manyetik alan vektörü ise bu çizgilere teğettir (Şekil 1.23).

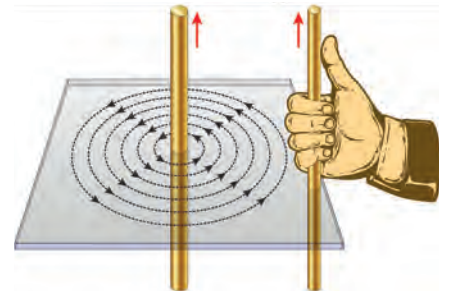
*Peki, üzerinden akım geçen telin manyetik alanını ve manyetik alan kuvvet çizgilerini etkileyen değişkenler nelerdir?*



Resim 1.20. Hans Oersted

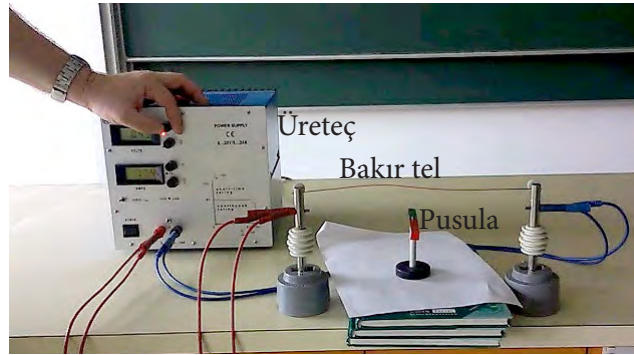


Resim 1.21. İletken telin manyetik alanında demir tozlarının davranışı



Şekil 1.22. Manyetik alanın yönü için sağ el kuralı

Resim 1.22'deki gibi üreteç, bakır tel ve pusuladan oluşan düzenele yapılan deneylerle üzerinden akım geçen telin manyetik alanını etkileyen değişkenler belirlenebilir. Yapılan deneylerde üreteçten çıkan akım miktarı arttıkça pusula ibresinin çok saptığı, akımı azaltınca pusula ibresinin az saptığı gözlenmiştir. Yapılan deneylerde pusulanın üzerinden akım geçen tele yaklaştırılması ibresinin daha çok sapmasına neden olurken, telden uzaklaştırılması ibresinin daha az sapmasına neden olmuştur. Buna göre manyetik alan şiddeti akım ile doğru, telden uzaklık ile ters orantılıdır. Manyetik alan kuvvet çizgilerinin sıklığının ortamın cinsine bağlı olarak değiştiğini biliyoruz. O hâlde akım taşıyan telin manyetik alan şiddeti bulunduğu ortama göre değişecektir. Ayrıca yapılan deneylerde üreteçten çıkan akımın yönü değişince pusula ibresinin ters tarafa saptığı görülmüştür. Buna göre akımın yönü ters dönünce manyetik alanın kuvvet çizgilerinin yönü de ters dönmektedir.



Resim 1.22. Deney düzeneği



Resim 1.23. Bilgisayar

İçinden akım geçen bir telin etrafında manyetik alan oluşmasına, **akımın manyetik etkisi** denir. Günlük hayatta kullandığımız teknolojik araçların birçoğu akımın manyetik etkisinden yararlanarak yapılmıştır. Elektrik süpürgesi, çamaşır, bulaşık makineleri gibi içinde elektrik motoru bulunan birçok araç bu etki ile çalışır. Manyetik vinç, kapı otomatı, hoparlör, bilgisayar vb. birçok araç (Resim 1.23) akımın manyetik etkisinden yararlanarak çalışmaktadır.



Verilen örneklerden başka alarm düzenekleri, CD yazıcıları, merdiven otomatikleri, otomobillerin sinyal sistemlerinde de elektromıknatıs bulunmaktadır. Elektromıknatıslar günümüz endüstrisinde, özellikle ağır sanayi şartlarında çok fazla tercih edilmektedir. Büyük kalıp imalathaneleri, tersaneler, demir-çelik fabrikalarında, otomotiv, hızlı tren sistemleri gibi birçok alanda kullanılan elektromıknatıslar iş gücünü hafifletmişlerdir (Resim 1.24 ve Resim 1.25).

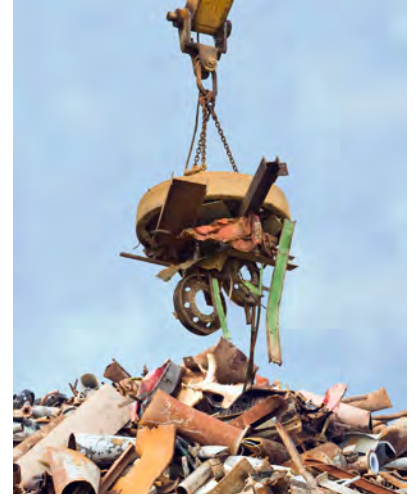
Barajlarda üretilen elektrik enerjisi, gerilimi iyice yükseltilerek uzak yerlere yüksek gerilim hatları aracılığı ile iletilir. Şehirlerin çeşitli yerlerine kurulan trafo istasyonlarında (kulübelerinde) yüksek gerilim 220V değerine düşürülerek evlerde ve iş yerlerinde kullanılır duruma getirilmektedir.

*Peki, yüksek gerilim hatlarında taşınan yüksek voltajlı gerilimin canlılar üzerinde ne gibi etkisi vardır?*

İnsanlar, doğada var olan manyetik alandan başka kendi ürettikleri bazı cihazlar ve yüksek gerilim hatlarının oluşturduğu manyetik alan nedeniyle manyetik alan kirliliğinin etkisi altındadır. Bu kirlilik sosyal yaşam ortamında hemen her yerde sağlıksız bir ortam oluşturmaktadır. Manyetik alan kirliliği gözle görülmediğinden ve çoğu kez etkisi doğrudan fark edilemediğinden insanlar tarafından önemsenmemektedir. Yapılan araştırmalar manyetik alan kirliliğinin insanlar üzerindeki etkisinin zamanla birikecek ortaya çıktığını göstermiştir. Son yıllarda yapılan araştırmalar yüksek gerilim hatlarının çocuklarda lösemi ya da beyin kanseri hastalığına neden olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle yüksek gerilim hatlarının güzergâhları belirlenirken, insanların yoğun olarak kullandıkları alandan uzak bölgelerin tercih edilmesine dikkat edilmelidir.



**Resim 1.24.** Hızlı tren



**Resim 1.25.** Hurdadan elektromıknatısla demirin ayrıştırılması

Yüksek gerilim hatlarından yayılan elektromanyetik radyasyon sonucu ortaya çıkan manyetik kirlilik, insanları olduğu kadar bitkileri de olumsuz etkilemektedir. Yapılan bilimsel araştırmalar yüksek gerilim hatlarına yakın mesafede yetişen bitkilerin genetik yapılarında bozulmalar meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu bozulma ürünlerde verim kaybına yol açmasının yanında ürün kalitesinin de düşmesine sebep olabilmektedir. Genetik yapısı bozulan ürünlerin bir sonraki sezon tohumluk olarak kullanılmasının da ürün kaybındaki artışların daha da artmasına neden olur. Bu durum bu tür alanlarda tarımla uğraşan insanların gelirlerinde kayıplar oluşturabilir. Ayrıca yapılan araştırmalar yüksek gerilim hatlarının yakınlarında yetişen bitkilerin ürün kalitesinin düşmesi yanında, üretilen ve gıda olarak tüketilen ürünlerde istenmeyen besin maddelerinin oluşabileceğini göstermiştir (Resim 1.26).

Aşağıda Genel Ağ adresi verilen simülasyonu yaparak manyetik alanı etkileyen değişkenleri inceleyiniz.

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/magnet-and-compass>



Resim 1.27. MRG cihazı

*Peki, manyetik alandan nasıl yararlanılır?*

Günlük yaşamda birçok problem manyetik alan yardımıyla çözüm bulmaktadır. Örneğin elektrikler kesildiğinde devreye giren jeneratörler manyetik alan yardımıyla elektrik üretirler. Pek çok hastalığın teşhisinde kullanılan MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme, Resim 1.27) cihazları, kaybolan metal bir eşyayı bulmak için kullanılan dedektörler manyetik alan etkisiyle çalışmaktadır.

Yukarıda verilen örneklerin dışında yapay manyetik alandan teknolojiye pek çok alanda yararlanılmaktadır. Evlerde, işyerlerinde ve endüstrinin hemen her kolunda kullanılan her tipteki motorda, enerji iletiminde, haberleşme ve görüntü iletiminde, hızlı trenlerde, metal ayıklama sistemlerinde ve parçacık hızlandırıcılarda manyetik alandan yararlanılmaktadır.

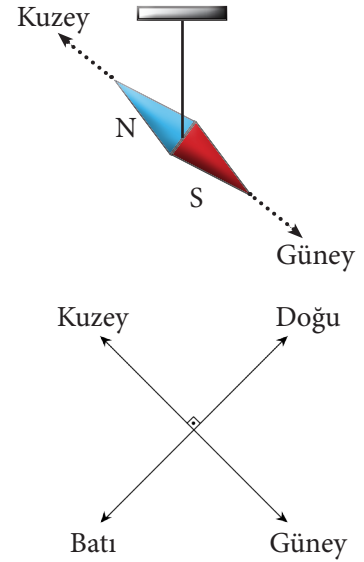
## 7. UYGULAMA

1. İçinden akım geçen telin çevresinde oluşan manyetik alanı etkileyen değişkenler nelerdir?
2. Yüksek gerilim hatlarının çevresinde bulunan canlılar üzerindeki olumsuz etkileri nelerdir?
3. Günlük yaşamımızda elektromıknatıslar nerelerde kullanılır?

### 1.4.2. Dünya'nın Oluşturduğu Manyetik Alanın Sebepleri ve Sonuçları

Bir çubuk mıknatıs veya bir pusula iğnesi (Şekil 1.23) ortasından bir ip ile serbestçe hareket edecek şekilde asıldığında Dünya'nın kuzey-güney doğrultusunu gösterecek şekilde dengeye gelir. Bu durum, mıknatısa bir manyetik alan etkidiğini gösterir. İşte bu alan Dünya'nın manyetik alanıdır. Dünya'nın manyetik alanı merkezindeki katı demir çekirdeği çevreleyen sıvı demirden oluşan dış çekirdekteki hareketlilikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Dünya'nın manyetik alanı kuzey manyetik kutuptan çıkıp güney manyetik kutba doğru yönelen manyetik alan kuvvet çizgileri boyunca Güneş'ten gelen elektrik yüklü parçacıklardan koruyan bir kalkan oluşturur.

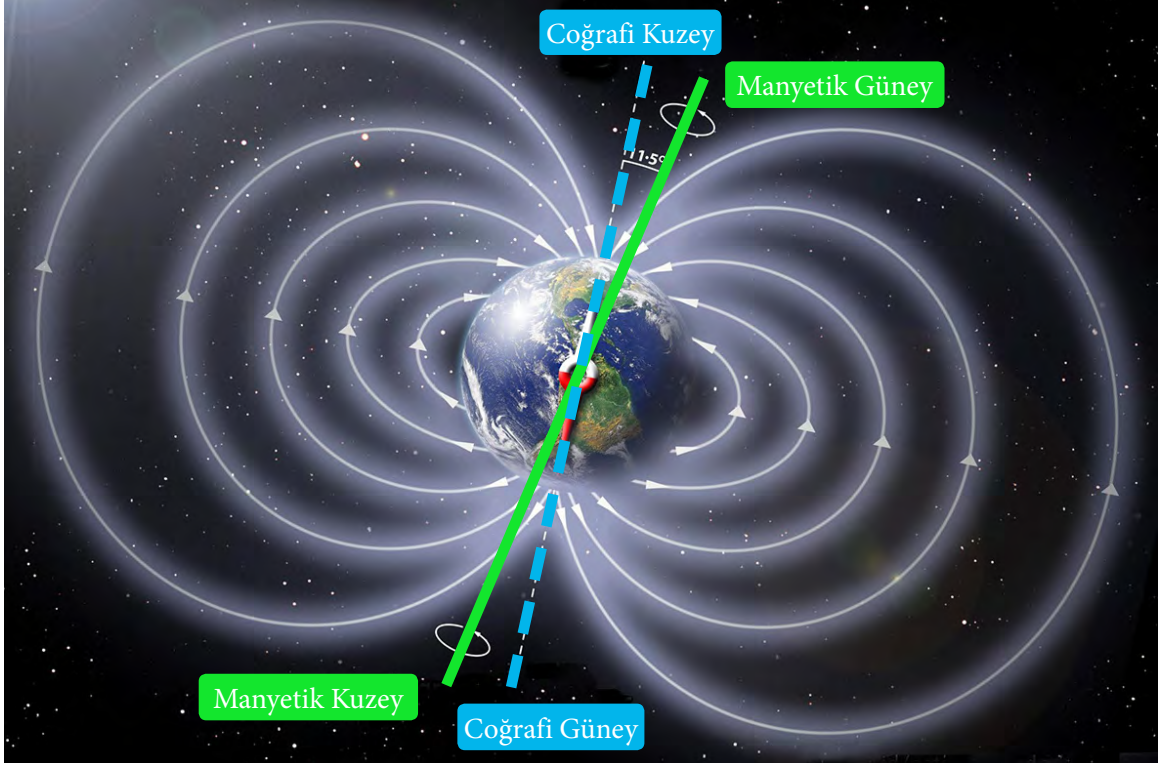
Dünya'nın doğal manyetik alanı ile Güneş'ten gelen yüklü parçacıkların etkileşimi sonucunda meydana gelen kutup ışıkları (auroralar) gökyüzünde görsel bir şölen oluşturmaktadır (Resim 1.28). Kutup ışıkları Dünya'nın kutup bölgelerinde görülen doğal ışımalarıdır.



Şekil 1.23. Pusula iğnesinin yönelimi



Yapılan ölçümler Dünya'nın coğrafi ve manyetik kutuplarının çakışık olmadığını göstermiştir (Şekil 1.24). Dünya'nın dönme eksenini manyetik eksenini arasında  $11,5^\circ$ lik açı olduğu hesaplanmıştır. Dünya'nın coğrafi kuzey-güney doğrultusuyla bir pusula iğnesinin gösterdiği kuzey-güney doğrultusu arasında oluşan bu açığa **sapma açısı** denir (Şekil 1.24).



Şekil 1.24. Dünya'nın coğrafi ve manyetik kutuplarının gösterimi

*Peki, yön bulmak için pusula nasıl kullanılmalıdır?*

Yönümüzü bulmak için kullanılan pusulanın yerin manyetik alanına aynı doğrultuda ve zıt yönde yönelmiş bir göstergesi vardır. Bu ibrenin renkli ucu daima manyetik kuzeyi gösterir. Pusulada genellikle yönler İngilizce'de bu anlamdaki kelimelerin baş harfleriyle belirtilir: Kuzey - N (North), Güney - S (South), Doğu - E (East) ve Batı - W (West). Kuzeyinin nerede olduğunu belirledikten sonra, hangi yöne gideceksek o yönde yer

alan bir cisimi (örneğin ağaç, iri kayalar gibi) hedef alıp oraya kadar gitmek ve o noktada gitmek istediğimiz yönde yeni bir cisim saptamak gerekir. Bu yöntemle mümkün olduğu kadar düz bir çizgide yol alınmalıdır.

Yapılan araştırmalar birçok canlının Dünya'nın manyetik alanını algılayıp yönlerini ve göç rotalarını manyetik alan çizgilerine göre belirlediklerini göstermiştir. Bazı bakterilerin, arıların, göçmen kuşların, balıkların ve bazı büyükbaş hayvanların bu manyetik duyuya sahip olduğu bilinmektedir. Örnek olarak okyanusları dolaştıktan sonra üremek ve ölmek için yumurtadan çıktıkları derelere çağlayanlar üzerinden atlayarak geri dönen somon balıklarını verebiliriz (Resim 1.29). Yine okyanuslarda geçen yaşamlarının ardından yeni nesil üretmek için kendilerinin yumurtadan çıktıkları kumsallara dönen deniz kaplumbağalarını (*Caretta Caretta*) duymuşuzdur. Son yıllarda yapılan çalışmalara göre büyükbaş hayvanlar ve geyikler otlarken vücutlarını manyetik alan çizgilerine paralel hâle getirdikleri ifade edilmektedir.

Haberleşme araçlarının henüz daha icat edilmediği yıllarda insanlar güvercinlerden yararlanmaktaydılar. Yapılan bir çalışmaya göre güvercinlerin iç kulaklarındaki bazı sinir hücrelerinin manyetik alanın yönüne, kutuplaşmasına ve şiddetine bağlı olarak aktifleştiği tespit edilmiştir. Bazı deneylerde ise canlıların örneğin kuşların kuzey ve güney yönlerini manyetik alan kuvvet çizgilerinin yönelişinden kestirdikleri belirlenmiştir.



**Resim 1.29.** Yumurtadan çıktıkları derelere dönen somon balıkları

## 8. UYGULAMA

1. Dünya'nın manyetik ve coğrafi kutuplarının yerleşimi nasıldır?
2. Pusula nasıl kullanılır?
3. Canlılar, Dünya'nın manyetik alanından nasıl yararlanır?

# 1. ÜNİTE ÖZET

## ELEKTRİK VE MANYETİZMA

### 1. Elektrik akımı, potansiyel farkı ve direnç kavramları.

Cisimler sürtünme, dokunma ve etki ile elektriklenme yolu ile elektrik yükü kazanarak pozitif (+) ve negatif (-) elektrik yükü ile yüklenir. Yüklü cisimler birbirine temas ettiğinde sahip oldukları yük cinsine ya da yük miktarlarına göre aralarında yük geçişi olur. İki yüklü cisim arasında sadece negatif (-) yüklü olan elektronlar hareket edebilir. Pozitif (+) yükler atomun çekirdeğinde buldukları için hareketsizdir.

Bir iletken telde yük hareketinin olması için telin iki ucu arasındaki yüklerin enerjilerinin farklı olması gerekir. Yük hareketi sırasında enerji telin yüksek enerjili ucundan düşük enerjili ucuna doğru aktarılır. İletken tel üzerinde negatif yüklerin titreşim hareketi ile gerçekleşen bu elektrik enerjisi aktarımına **elektrik akımı** denir ve I sembolü ile gösterilir. İletken bir telden geçen elektrik akımının şiddeti

$$I = \frac{q}{t}$$

bağıntısıyla hesaplanır. Akım şiddetinin birimi SI'da Amper (A)'dır ve ampermetre denilen araçla ölçülür. Ampermetre Elektrik devresine seri olarak bağlanır ve direnci çok küçüktür. Bir elektrik devresinde akımın yönü üreticinin (+) ucundan (-) ucuna doğrudur.

Elektrik akımı iletimi her maddede aynı değildir. Metaller iyi bir elektrik akımı iletkenidir. Bazı sıvılar iletken bazıları yalıtıcıdır. Gazlar belirli şartlar sağlandığında elektrik akımını iletir. Plazmalar ise iyi bir elektrik iletkenidir. Katı iletkenlerde elektrik akımını titreşim hareketi yapan elektronlar, sıvı iletkenlerde hareket eden iyonlar, gaz iletkenlerde ve plazmalarda ise hareket eden elektron ve iyonlar sağlar.

Bir iletkende elektrik akımını oluşturmak için gerekli enerjiyi sağlayan enerji kaynaklarına **üreteç** adı verilir.



Üretcin 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.

İletken içerisinde hareket eden elektrik yükleri sürtünmeye benzer bir zorlanma ile karşılaşır. Elektrik akımını engellemeye çalışan bu zorluğa **elektriksel direnç** adı verilir. Direnç  $R$  sembolü ile gösterilir ve birimi SI'da ohm ( $\Omega$ )'dur.

## 2. Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenler

Bir iletken telin direnci; telin boyu ile doğru orantılı, kesit alanı (kalınlığı) ile ters orantılıdır. Telin direnci telin yapıldığı maddenin türüne de bağlıdır. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre bir iletkenin direnci

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

## 3. Elektrik akımı, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişki

Yapılan deneyler bir iletkenin üzerinden geçen akım şiddeti arttıkça telin uçları arasında oluşan potansiyel farkının da aynı oranda arttığını göstermiştir. Bu durum Ohm Yasası ile aşağıdaki gibi ifade edilir.

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

Ohm Yasası'na göre bir iletkenin direnci

$$\frac{V}{I} = \text{sabit} = R$$

olarak yazılır.

Dirençler elektrik devresinde seri ve paralel olmak üzere iki şekilde bağlanabilir.

**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 üretcin potansiyel farkına eşittir. Seri bağlı dirençlerin eş değeri dirençlerin toplamına eşittir.

**Paralel bağlama:** İki ya da daha fazla direnci birbirine paralel yerleştirilip uçlarını birleştirerek 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.

#### 4. Üreteçlerin seri ve paralel bağlanması

Bir elektrik devresinde üreteçler devre elemanlarının uçları arasında gerekli potansiyel farkını oluşturmak için iki farklı şekilde bağlanır.

**Seri bağlama:** İki ya da daha fazla üretcin (+) ve (-) uçlarının art arda bağlanmasıdır. Bu bağlanma şekli üretcin geriliminin kullanıldığı elektrikli aracı çalıştırmaya yetmediği durumda kullanılır. Seri bağlı üreteçlerden birinin ters uçları bağlanmış ise devreden geçen akım şiddeti azalır.

**Paralel bağlama:** İki ya da daha fazla üretcin (+) kutuplarının birbirine (-) kutuplarının birbirine bağlanmasıdır. Paralel bağlı üreteçler özdeş olmalıdır. Bu durum sağlanmazsa uçları arasındaki gerilim eşitleninceye kadar aralarında yük geçişi olur ve üreteçlerin enerjileri kısa sürede tükenir.

Bir üretcin ömrü yapıldığı maddeye ve büyüklüğüne bağlıdır. Paralel bağlamada üreteçler özdeş olduğu için üretcin ömrü üzerinden geçen akım şiddetine bağlıdır.

Paralel bağlı üreteç sayısı artarsa akım şiddetinin değeri azalır ve üretcin ömrü uzar. Seri bağlamada ise üreteç sayısının artması akım şiddetini arttıracığından üretcin ömrü azalır.

### 5. Elektrik enerjisi ve elektriksel güç

Üreteçlerin ürettiği enerji elektrikli araçlar tarafından tüketilir. Elektrikli araçlarda 1 saniyede harcanan elektrik enerjisine **elektriksel güç** adı verilir. Elektriksel güç P sembolü ile gösterilir ve birimi watt'tır. Elektriksel gücün değeri  $P = V \cdot I$  bağıntısı ile hesaplanır.

### 6. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken sağlık ve güvenlik önlemleri

Elektrik enerjisinin yanlış kullanılması tehlikeli sonuçlar ortaya çıkarabilir. Yaşamımızı kolaylaştıran elektrik enerjisinin tehlike oluşturmaması için bazı önlemleri almak gerekir. Bunlardan en önemlileri, ıslak elle elektrikli cihazlara dokunmamak, yıpranmış kablo ve fiş kullanmamak, elektrik taşıyan kablolara dokunmamak, elektrik prizlerine hiçbir şey sokmamaktır.

### 7. Mıknatısların oluşturduğu manyetik alanı ve özellikleri

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. Bir mıknatısın çekme etkisini gösterdiği etki alanına ise **manyetik alan** adı verilir. Karşılıklı yerleştirilen mıknatısların birbirine temas etmeden kuvvet uygulayabilmeleri manyetik alan aracılığı ile gerçekleşir. Manyetik alan şiddeti vektörel bir büyüklüktür. 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.

### 8. Üzerinden akım geçen düz bir iletken telin oluşturduğu manyetik alanı etkileyen değişkenleri analiz etme

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.

### 9. Dünya'nın manyetik alanının sonuçları

Dünya'nın merkezindeki katı demir çekirdeği çevreleyen sıvı demirden oluşan dış çekirdeğin hareketliliği bir manyetik alan oluşturduğu düşünülmektedir. Bu yolla oluşan Dünya'nın manyetik alanının alan çizgileri kuzey manyetik kutuptan güney manyetik kutba doğrudur. Dünya'nın manyetik alanı Güneş'ten gelen elektrik yüklü parçacıklardan koruyan bir kalkan oluşturur.

Dünya'nın manyetik alanından pusula yardımıyla yön bulmak için yararlanır. Pusula ibresinin renkli ucu daima Dünya'nın manyetik kuzey kutbunu gösterir. Yapılan araştırmalara göre göçmen kuşlar Dünya'nın manyetik alanını kullanarak yönlerini bulmaktadır.

## 1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Bir elektrik devresinde akım geçmesi için gerekli olan sürekli gerilimi sağlayan devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Elektroskop      B) Kablo  
C) Üreteç              D) Ampul

2. Aşağıda ampermetre ve voltmetre ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir.

- I. Ampermetre devreden geçen akım şiddetini ölçer.  
II. Voltmetre devreye seri bağlanır.  
III. Voltmetrede ölçülen değer volt olarak ifade edilir.

**Buna göre yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız I              B) I ve III  
C) II ve III              D) I, II ve III

3. Bir iletkenin direnci,

- I. Uzunluğu ile doğru orantılıdır.  
II. Kesit alanı ile ters orantılıdır.  
III. Yapıldığı maddenin cinsine bağlıdır.

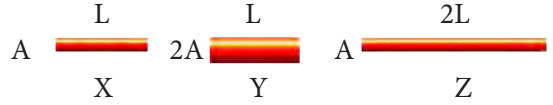
**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız II              B) I ve II  
C) II ve III              D) I, II ve III

4. “Direnc  $x$  akım şiddeti” işlemiyle elde edilen fiziksel niceliğin birimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ohm                      B) Volt  
C) Amper                    D) Watt

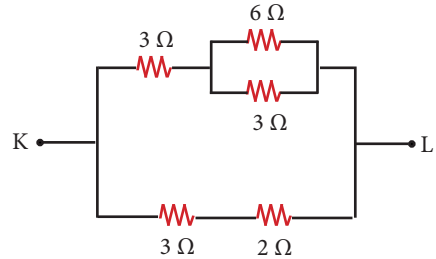
5. Aşağıdaki şekilde aynı metalden yapılmış X, Y ve Z tellerinin uzunlukları ve kesit alanları verilmiştir.



**Şekilde verilen bilgilere göre X, Y ve Z metallerinin dirençlerinin büyüklük sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?**

- A)  $R_Z > R_X > R_Y$       B)  $R_Z > R_Y > R_X$   
C)  $R_Y > R_Z > R_X$       D)  $R_X = R_Y = R_Z$

6.

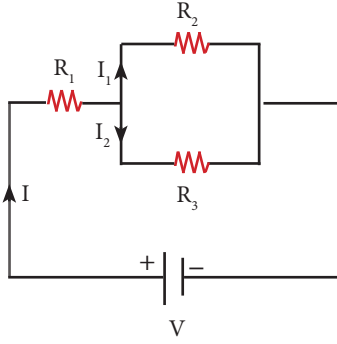


**Şekilde verilen elektrik devresinin eş değer direnci kaç  $\Omega$ ' dur?**

- A) 2,5      B) 5      C) 8      D) 10



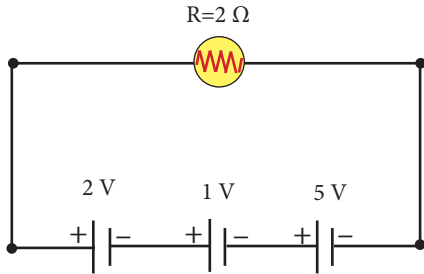
7. Bir elektrik devresinde  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  dirençleri şekildeki gibi bağlanmıştır.



**Buna göre dirençlerin bağlantış şekilleriyle ilgili olarak hangi seçenekte verilen bilgi doğrudur?**

- A) Her üçü de bir birine seri bağlanmıştır.  
 B) Her üçü de birbirine paralel bağlanmıştır.  
 C)  $R_1$  ve  $R_2$  paralel,  $R_3$  onlara seri bağlanmıştır.  
 D)  $R_2$  ve  $R_3$  paralel  $R_1$  onlara seri bağlanmıştır.

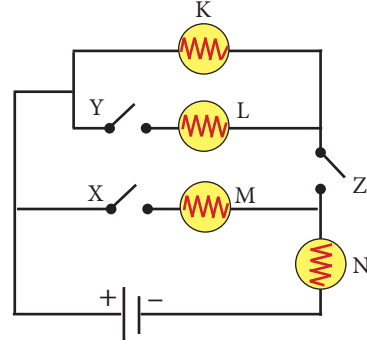
8. Şekilde verilen elektrik devresi seri bağlı üreteçlerden ve bir ampulden oluşmuştur.



**Buna göre ampulden geçen akım şiddeti kaç amperdir?**

- A) 2    B) 4    C) 6    D) 8

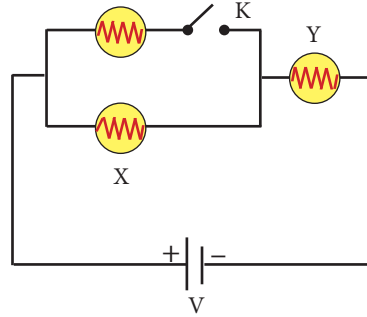
- 9.



**Şekildeki K, L, M, N ampullerinden oluşan devredeki anahtarlardan X ve Y kapalı, Z açıkken hangi ampuller ışık verir?**

- A) K ve L                      B) M ve N  
 C) K ve M                      D) K, L ve M

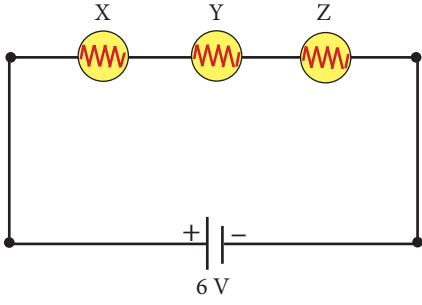
10. Özdeş ampullerden oluşan şekildeki devrede K anahtarı açıkken X ve Y ampulleri ışık vermektedir.



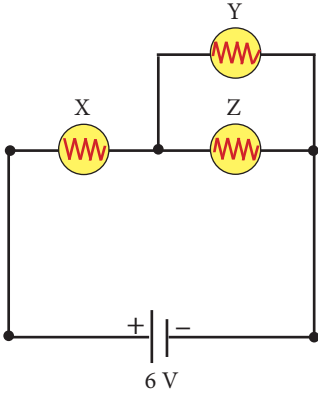
**K anahtarı kapatıldığında, X ve Y ampullerinin parlaklıkları nasıl değişir?**

- A) X'inki artar, Y'ninki azalır.  
 B) X'inki azalır, Y'ninki değişmez.  
 C) X'inki değişmez, Y'ninki artar.  
 D) X'inki azalır, Y'ninki artar.

11. Şekil-1'deki devrede X, Y ve Z ampullerinin parlaklıkları eşittir.



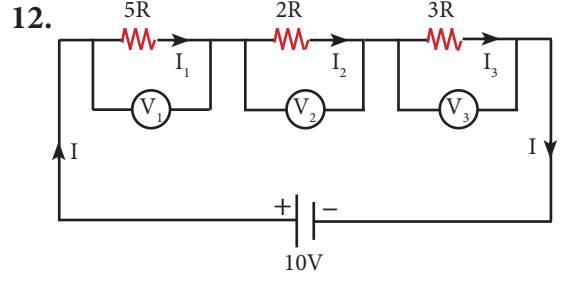
Şekil 1



Şekil 2

Buna göre X, Y ve Z ampullerinden Şekil-2'deki gibi bir devre kurulursa parlaklıkları önceki duruma göre nasıl değişir?

- A) X artar, Y ve Z değişmez.  
 B) X artar, Y ve Z azalır.  
 C) Üçünün de parlaklığı azalır.  
 D) Üçünün de parlaklığı artar.

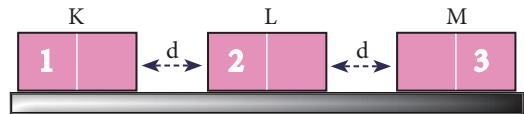


Şekildeki elektrik devresinde dirençlerin uçlarındaki potansiyel farkları gösteren  $V_1$ ,  $V_2$  ve  $V_3$  voltmetrelerinin gösterdiği değerler arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $V_1 = V_2 = V_3$       B)  $V_1 > V_2 = V_3$   
 C)  $V_1 > V_3 > V_2$       D)  $V_1 > V_2 > V_3$

Hayat Boyu Öğrenme

13. Şekildeki K, L ve M mıknatısları özdeşdir. Sistemde K ve M mıknatısları buldukları düzleme sabitlenmiş, L mıknatısı ise serbest bırakılmıştır.



Buna göre L mıknatısının hareketsiz kalması için mıknatısların 1, 2 ve 3 numaralı kutuplarının isimlendirilmesi hangi seçenekteki gibi olmalıdır?

- |    | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> |
|----|----------|----------|----------|
| A) | S        | N        | S        |
| B) | N        | S        | N        |
| C) | N        | N        | N        |
| D) | N        | S        | S        |

14. Bir mıknatısın manyetik alanının kuvvet çizgileri için aşağıdaki bilgiler verilmiştir.

- I. Manyetik alan kuvvet çizgilerinin sık olduğu yerlerde alan şiddeti fazladır.
- II. Manyetik alan kuvvet çizgileri birbirini asla kesmez.
- III. Manyetik alan kuvvet çizgileri mıknatısın güney kutbundan kuzey kutbuna doğru yönelir.

Buna göre yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I                      B) I ve II  
C) II ve III                      D) I, II ve III

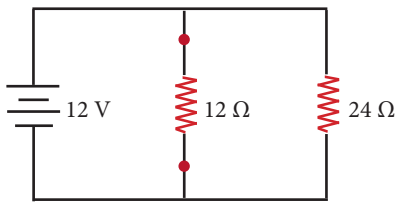
15. Aşağıda bazı araçlar verilmiştir.

- Jeneratör                      • Hoparlör
- Hızlı tren                      • Bilgisayar
- Pusula                          • Buzdolabı

Buna göre yukarıda verilen araçlardan kaç tanesi manyetik etki ile çalışır?

- A) 2      B) 4      C) 5      D) 6

16.



Şekilde verilen elektrik devresinde üretecten çıkan devre akımı kaç amperdir?

- A) 1      B) 1,5      C) 2      D) 3

17. Dünya'nın manyetik alanıyla ilgili olarak hangi seçenekte verilen bilgi yanlıştır?

- A) Yerin manyetik alanı çekirdeğindeki demir yapının hareketliliğinden kaynaklanır.
- B) Dünya'nın manyetik alan çizgileri coğrafi kuzey kutuptan coğrafi güney kutba doğrudur.
- C) Dünya'nın coğrafi kutupları ile manyetik kutupları bir birine çakışık değildir.
- D) Dünya'nın manyetik alanı doğal manyetik alan olarak adlandırılır.

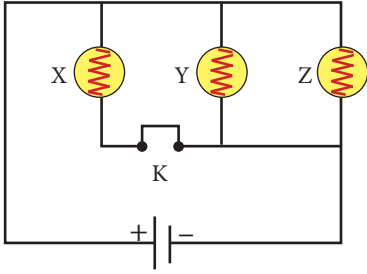
18. Aşağıdakilerden hangisi doğal manyetik alan sonucunda oluşur?

- A) Kutup ışıkları
- B) Görüntülü iletişim
- C) MRG
- D) Enerji iletimi

19. Dört adet özdeş direnç, iç direnci ihmal edilen bir üretectin uçlarına nasıl bağlanırsa her birinden en büyük değerde akım geçer?

- A) Dördü de seri
- B) Dördü de paralel
- C) İkişerli seri bağlanmış halde birbirine paralel
- D) İkişerli paralel bağlanmış halde birbirine seri

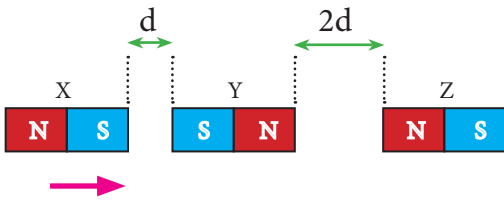
20. Şekildeki devrede K anahtarı kapalıyken ampuller eşit parlaklıkta ışık veriyor.



**Anahtar açıldığında aşağıdaki olaylardan hangisi gözlemlenir?**

- A) X ve Y söner, Z'nin parlaklığı artar.  
 B) X söner, Y ve Z'nin parlaklığı değişmez.  
 C) X ve Y söner, Z'nin parlaklığı değişmez.  
 D) X söner, Y ve Z'nin parlaklığı azalır.

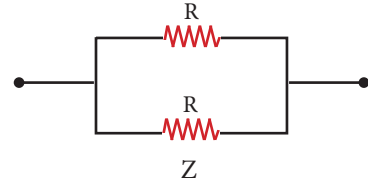
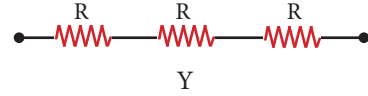
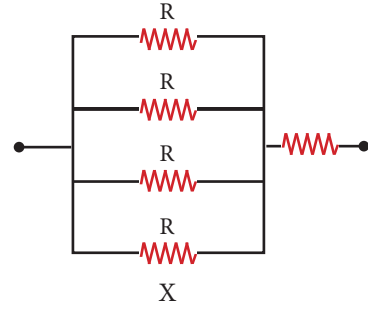
21. Özdeş X, Y, Z çubuk mıknatısları sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki konumda sabit tutuluyor.



**Mıknatıslar aynı anda serbest bırakılırsa hangileri ok yönünde hareket başlar?**

- A) Yalnız Y                      B) Yalnız Z  
 C) X ve Y                        D) Y ve Z

22. Aşağıdaki şekilde X, Y, Z devre parçaları özdeş dirençlerle oluşturulmuştur.



X devre parçasının eşdeğer direnci  $R_X$ , Y'ninki  $R_Y$ , Z'ninki  $R_Z$  dir.

**Buna göre  $R_X$ ,  $R_Y$ ,  $R_Z$  arasındaki büyüklük ilişkisi nasıldır?**

- A)  $R_X > R_Y > R_Z$   
 B)  $R_X = R_Y > R_Z$   
 C)  $R_Y > R_X > R_Z$   
 D)  $R_Z > R_X > R_Y$



2

Ünite

BASINÇ VE

KALDIRMA KUVVETİ









# 1. BÖLÜM

## BASINÇ

### Anahtar Kavramlar

- Katı basıncı
- Akışkan basıncı
- Basınç kuvveti
- Pascal Prensibi
- Bernoulli İlkesi

### Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümü tamamladığınızda,

1. Basınç ve basınç kuvveti kavramlarının katı, durgun sıvı ve gazlarda bağlı olduğu değişkenleri,
2. Akışkanlarda akış sürati ile akışkan basıncı arasındaki ilişkiyi öğrenmiş olacaksınız.

### 2.1.1. Katı, Sıvı ve Gazlarda Basınç Kuvveti

Bütün maddeler ağırlıklarından dolayı temas ettikleri yüzeye basınç uygular. Şimdi sırasıyla katı, sıvı ve gazların basınçlarını ve basıncı etkileyen faktörlerin neler olduğunu inceleyelim.

#### Katılarda Basınç

Askerî araçlardan biri olan tanklarda tekerlek yerine palet kullanılır. Tarımda kullanılan traktörlerin arka tekerlekleri ön tekerleklerine göre daha geniştir. Bunların kullanılmasının amacı araçların toprağa batmaması olabilir mi (Resim 2.1 ve Resim 2.2)?

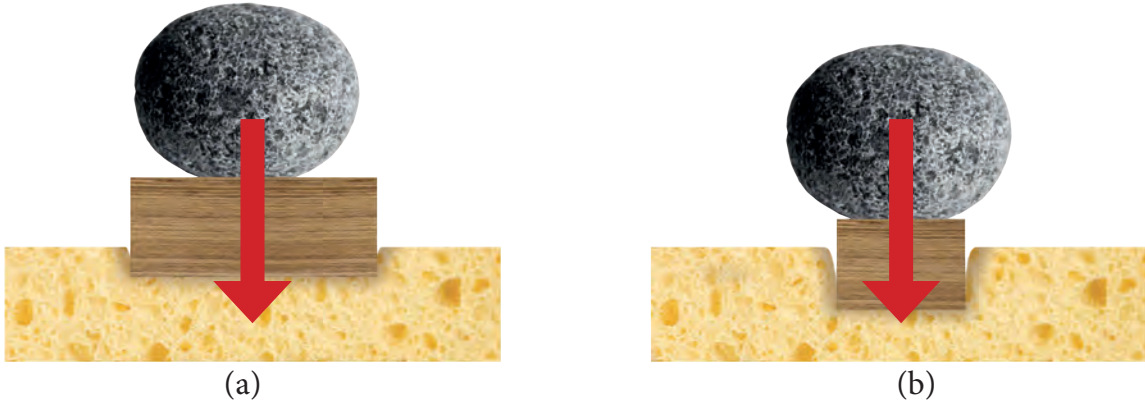


Resim 2.1. Askerî bir araç: Tank



Resim 2.2. Traktör

Bir cisim sünger üzerine önce geniş yüzeyi üzerine sonra dar yüzeyi üzerine konulursa sünger yüzeyinde meydana getirdikleri şekil değişikliği Şekil 1.2.a.b'deki gibi olur. Cismin dar yüzey üzerinde meydana getirdiği çökme miktarı daha fazla, geniş yüzey üzerinde meydana getirdiği çökme miktarı daha azdır.



Şekil 2.1.a.b. Farklı yüzeyleri üzerine konulan cismin sünger yüzeyinde meydana getirdiği değişiklik



**Resim 2.3.** Kuvvetin artması basıncı artırır.

Buradan aynı ağırlığın dar temas yüzeyinde meydana getirdiği basıncın fazla, geniş temas yüzeyinin meydana getirdiği basıncın az olduğu sonucuna varılır. Uygulandığı yüzey üzerinde farklı etkiler oluşturan **kuvvete basınç kuvveti** denir.

Resim 2.3'teki gibi çivi tahta üzerine basınç uygulamaktadır. Çekiç ile çiviye vurulduğunda basınç kuvveti artar. Dolayısıyla çivinin birim yüzey alanına uyguladığı kuvvet artar ve çivi kolaylıkla tahtaya girer. Öyleyse “kuvvetin büyüklüğü /temas yüzey alanı” oranının büyüklüğü, çivinin tahta içerisine girme miktarını belirlemektedir. Buradan “**kuvvetin büyüklüğü/ temas yüzey alanı**” ifadesi basıncı ifade eder sonucuna varabiliriz.

Birim yüzeye dik olarak etkiyen kuvvetin büyüklüğüne **basınç** denir ve **P** sembolü ile gösterilir.

Buna göre basıncın değerini veren bağıntı;

$$P = \frac{F_{\text{dik}}}{A}$$

şeklinde ifade edilir. Burada,

P: Basınç,

$F_{\text{dik}}$ : Yüzeye dik olarak etkiyen kuvvetin büyüklüğü,

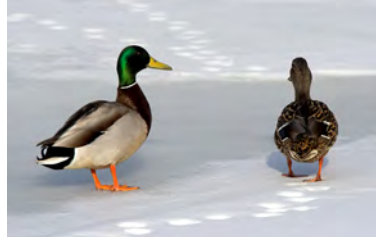
A: Kuvvetin etki ettiği yüzeyin alanıdır.

Basınç bağıntısına göre yüzeye dik doğrultuda etki eden kuvvet sabit ise basınç, cismin temas yüzey alanı ile ters orantılıdır. Basıncın birimi verilen bağıntıdan bulunabilir. Uluslararası Birim Sistemi (SI)'nde kuvvetin birimi (N), yüzey alanının birimi ( $m^2$ ) olduğuna göre basıncın birimi  $N/m^2$  olur. Bu birim **Pascal** (Paskal) olarak adlandırılır ve **Pa** simgesi ile gösterilir. Basınç skaler bir büyüklüktür.

Dünya üzerinde bulunan bütün cisimler yer çekim kuvveti ile yerin merkezine doğru çekilir yani yer çekim alanının bulunduğu ortamda bulunan her cismin bir ağırlığı vardır. Bu nedenle katı, sıvı, gaz ve plazma maddeler ağırlıklarından dolayı buldukları yüzeye basınç uygular. Resim 2. 4 ve Resim 2. 5'teki tavuk ve ördeklerin ağırlıkları eşittir. Tavukların karda batmasının sebebi yüzeye uyguladığı basıncın daha fazla olmasıdır. Ördeklerin de karda batmadan yürümelerinin sebebi ayak tabanlarının geniş olmasıdır. Ayak tabanları geniş olan ördeklerin yüzeye uyguladıkları basınç az olduğundan batmadan karda yürüyebilirler. Tavuklar ise ayak tabanları daha dar olduğundan karda batar ve rahat yürüyemezler.



**Resim 2.4.** Karda batarak yürüyen tavuklar



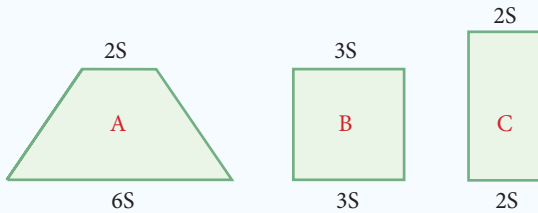
**Resim 2.5.** Karda batmadan yürüyebilen ördekler

### Bilgi notu

Katı cisimler, kendilerine uygulanan kuvveti, doğrultusunu ve büyüklüğünü değiştirmeden aynen iletir ancak basıncı aynı doğrultu ve büyüklükte her zaman iletmez.

### Örnek

Düşey kesitleri şekildeki gibi olan A, B ve C kaplarının ağırlıkları eşittir.



Buna göre bu kapların durdukları zeminde, temas ettikleri yüzeye uyguladıkları basınç kuvvetleri  $F_A$ ,  $F_B$  ve  $F_C$  'nin büyüklük sıralaması nasıldır?

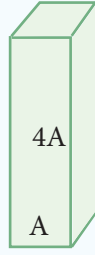


**Çözüm**

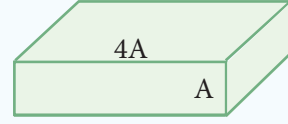
Kapların temas yüzeylerine uygulanan basınç kuvvetleri cisimlerin ağırlıklarıdır. Cisimlerin  $F_A$ ,  $F_B$  ve  $F_C$  ağırlıkları eşit olduğuna göre basınç kuvvetleri eşit büyüklükte demektir. Buna göre  $F_A = F_B = F_C$  yazılabilir.

**Örnek**

Yüzey alanları  $A$  ve  $4A$  olan dikdörtgenler prizması şeklindeki tahta blok  $a$  ve  $b$  şekillerindeki gibi dururken yatay düzleme yaptığı basınçlar sırasıyla  $P_1$  ve  $P_2$  'dir.



a



b

Buna göre,  $P_1/P_2$  oranı kaçtır?

**Çözüm**

Şekil  $a$  ve  $b$ 'de basınç kuvveti tahta bloğun ağırlığına eşittir.

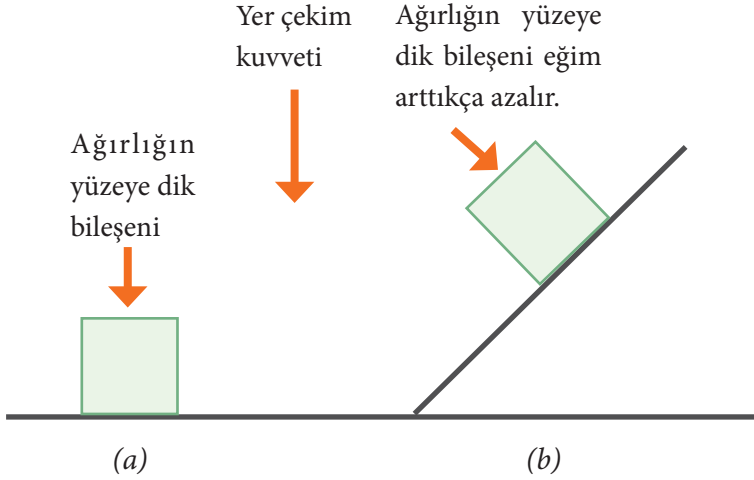
Tahta bloğun ağırlığına  $G$  dersek;

$$P_1 = \frac{G}{A} \text{ ve } P_2 = \frac{G}{4A} \text{ yazılır. Buna göre;}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{G}{A} \cdot \frac{4A}{G} \text{ ve } \frac{P_1}{P_2} = 4 \text{ bulunur.}$$

Katı cisimlerin ağırlıklarından dolayı temas ettiği yüzeyde oluşturduğu basınç, temas yüzeyinin yatay ya da eğimli oluşuna göre de değişir. Cisim yatay düzlemde eğimli düzleme götürüldüğünde yüzeye daha az basınç uygular.

Eğim açısı büyüdükçe yapılan basınç azalır. Eğimli bir yüzey üzerinde bulunan cismin ağırlığının yüzeye dik bileşeni her zaman ağırlıktan küçüktür (Şekil 2. 2.a ve b).



Şekil 2.2. Yatay ve eğimli yüzeyde cismin basıncı azalır

Katıların, temas ettiği yüzeyde yarattığı basıncın bazen az bazen de çok olması günlük yaşamımızı kolaylaştırır. Örneğin, traktörlerin arka tekerlekleri daha geniştir. Böylelikle toprağa batması engellenir. Ağır iş makinelerinin tekerleklerinin yüzey alanları büyütülerek veya tekerlek yerine daha büyük alanlı palet kullanılması da bu yüzden dir (Resim 2.6). Kar üzerinde günlük ayakkabılarımızla batmadan duramayız (Resim 2.7) ancak kar ayakkabıları giyerek basıncın küçülmesini sağlarsak batmadan kar üzerinde durabiliriz (Resim 2.8).



Resim 2.6. Ağır iş makinesi



Resim 2.7. Karda batarak yürüme



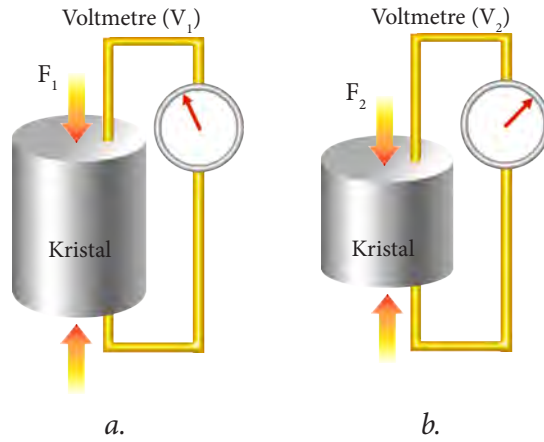
Resim 2.8. Kar ayakkabısı karda yürümeyi kolaylaştırır



**Resim 2.9.** Bıçak ile ekmeğin kesilmesi

Basıncın büyük olması da yaşamımızı kolaylaştırır. Örneğin bıçak ile ekmeği kesmek basıncın büyük olması ile gerçekleşmektedir. Burada bıçağın temas yüzeyinin küçük olması basıncı artırır ve kolaylıkla ekmeği kesilir (Resim 2.9). Futbolcuların giydiği kramponların altındaki dişler, temas yüzeyini küçültüp basıncı artırdığı için temas ettiği yüzeye batar ve kaymayı önler. Katı basıncıyla ilgili günlük yaşamdan daha birçok örnek verebiliriz: Çekiç ile çivi çakabilme, iğne ile dikiş dikişebilme, bıçak ile meyve kesme, balta ile odun yarabilme gibi birçok iş az kuvvetle büyük basınç oluşturarak kolayca yapılabilir.

Basıncın etkisi elektrik üretmede de kullanılmaktadır. **Piezoelektrik olayı** adı verilen bu etkide bazı kristal türlerinin üzerine basınç uygulandığında kristalin bir yüzünde pozitif (+), diğer yüzünde negatif (-) yükler ortaya çıkar. Kristalin bir yüzünde (+), diğer yüzünde (-) yüklerin belirmesi iki yüzey arasında bir elektriksel potansiyel farkının oluşmasına neden olur (Şekil 2. 3). Kuvvet, dolayısıyla basınç arttıkça kristalin uçları arasındaki potansiyel farkı da artar.



**Şekil 2.3.a.b.** Piezoelektrik gerilimi

Piezoelektrik olayının oluşturduğu potansiyel farkına bağlı olarak oluşan elektrik akımı uygun elektronik devreleri kurularak kullanılmaktadır. Günlük yaşamımızda kullandığımız birçok araç ve gerecin çalışması bu yöntemle sağlanmaktadır. Çakmak, kristal mikrofön ve sonar cihazlarının

çalışmasında, radyo vericilerinin frekans kontrollerinde, hassas ölçümlerin yapıldığı teraziler gibi bir çok yerde piezoelektrik kullanılır. Örneğin, piezoelektrikle çalışan terazinin kefesi altına yerleştirilen piezoelektrik özelliği olan kristal, ağırlığından dolayı kefeye basınç uygular. Bu basınç kristalin iki yüzünde potansiyel farkı oluşturur. Potansiyel farkına bağlı olarak oluşan akım, terazinin elektronik devresi tarafından göstergesinde sayısal bir değer görünmesini sağlar. Terazinin kefesine konulan ağırlık arttıkça ekranda okunan sayısal değer de artar (Resim 2. 10).



Resim 2.10. Piezoelektrikle çalışan dijital terazi

### Durgun Sıvıların Basıncı

*Bazen haber bültenlerinde dalgıçların vurgun yediğini duyarız. Dalgıçların akciğerlerine zarar veren bu olayın sebebi ne olabilir?*

Sıvılar da katılar gibi basınç uygular. Yapılan araştırmalar suyun derinliklerine inen dalgıçların ani basınç değişikliğinden dolayı akciğerlerinin zarar gördüğünü göstermiştir. Dalgıç uzun süre su altında kalırsa ya da çok derinlere inerse suyun uyguladığı basınç kanındaki havanın çözünmesine sebep olur (Resim 2.11). Eğer dalgıç çok kısa sürede su yüzeyine çıkarsa kanındaki çözünmüş gazlar açığa çıkar. Özellikle kanda azot gazı kabarcıkları oluşur ve akciğerleri zarar görür. Bu olay **vurgun yeme** olarak adlandırılır. Ölümcül sonuçları da olan bu olayın meydana gelmemesi için bilinçsiz dalış yapılmaması gerekir.

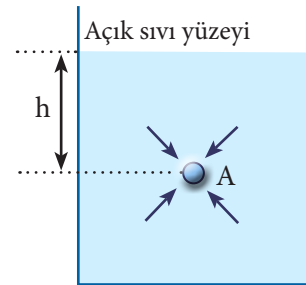
*Durgun sıvıların basıncı nasıl hesaplanır?*

Durgun sıvılar katılarda da olduğu gibi ağırlıklarından dolayı basınç uygular. Bu basıncın değeri sıvı ağırlığının, sıvının temas ettiği yüzey alanına bölünmesiyle bulunur. Şekil 2.4'deki gibi sıvının açık yüzeyinden h kadar aşağıda bulunan A noktasındaki sıvı basıncı (P),

**$P = \text{Silindirin içindeki } h \text{ yüksekliğindeki silindir biçimli sıvı sütununun ağırlığı} / \text{silindir tabanının alanı}$**  şeklinde yazılır.



Resim 2.11. Su altındaki dalgıç

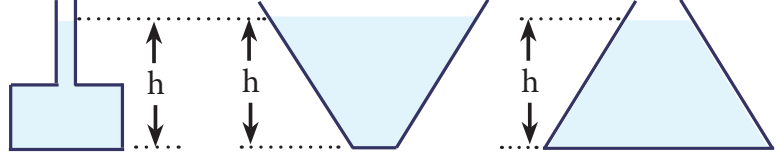


Şekil 2.4. Sıvı içindeki herhangi bir noktada sıvı basıncı

Eşitlikte gerekli işlemler yapıldığında sıvı basıncını hesaplamamıza yarayan bağıntı

$$P = h \cdot d \cdot g$$

şeklinde elde edilir. Elde edilen bağıntıya göre sıvı basıncı kabın şekline ve sıvı miktarına bağlı değildir. Şekil 2. 5'te görüldüğü gibi içerisinde aynı yükseklikte sıvı bulunan kapların tabanlarındaki sıvı basıncı eşittir.



**Şekil 2. 5.** Farklı şekillerdeki kaplarda bulunan aynı yükseklikteki sıvılar

Durgun sıvı basıncı sıvının açık yüzeyine olan uzaklığına, sıvının yoğunluğuna ve yerin çekim alanı şiddetine bağlıdır. Sıvının kabın açık yüzeyine olan uzaklığı arttıkça sıvı basıncı artar.



**Resim 2.12.** Farklı yükseklikten fışkıran sular

Resim 2.12'de görüldüğü gibi silindirik bir kabın yan yüzeyinin farklı yükseklikteki noktalarına açılan deliklerden fışkıran sıvının kaptan uzaklığı farklıdır. Sıvı açık yüzeye uzaklığı fazla olan delikten kaptan en uzak noktaya doğru fışkırırken, açık yüzeye yakın olan delikten çıkan sıvının kaba en yakın fışkırmaya mesafesinde olduğuna dikkat edelim.

Sıvıların akışkan olduğunu biliyoruz. Bu nedenle sıvılar konuldukları kabın yan yüzeylerine de basınç uygular. Yan yüzeylerdeki basınç ve basınç kuvveti hesaplanırken yüzeyin açık sıvı yüzeyine olan ortalama yüksekliği alınmalıdır. Bunun için yan yüzeyin ortasının sıvının açık yüzeyine olan yüksekliği alınır.

Sıvı basıncı ile ilgili en çok bilinen deney Fransız bilim insanı Blaise Pascal (Bleyz Paskal, Resim 2.13)'ün patlayan fiçi deneyidir. Pascal yaptığı deneyde uzun, dar, dikey bir boru büyük ve sızdırmaz bir fiçiyeye eklenir. Boruya su



eklendikçe sistemdeki basınç artar. Fıçı dolunca, boruya küçük bir miktar su eklemek fıçının patlaması için yeterlidir. Pascal bu durumu, kapalı bir kaptaki bulunan sıvıya dışarıdan bir kuvvet uygulandığında, sıvı üzerinde oluşan basınç farkının sıvı içerisinde her yöne eşit olarak iletildiğini ifade etmiştir. Bu durum Pascal Prensibi olarak aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

### ***Pascal Prensibi***

*Bir kaptaki sıvının serbest yüzeyine uygulanan basınç, bu sıvı tarafından, sıvının temas ettiği tüm noktalara aynen ve dik olarak iletilir.*

Sıvılar, üzerine uygulanan basıncın etkisiyle çok az sıkışabilir. Bu sıkışma miktarı o kadar küçüktür ki sıvılar sıkıştırılmaz kabul edilir. Sıvıların akışkan ve sıkıştırılmaz olmaları basıncı her yöne iletmelerini sağlar. Pascal Prensibi dalgıçlar için oldukça önemlidir. Pascal Prensibi'ne göre suyun altında 10 metre derinlikte basınç, deniz seviyesindeki basıncın iki katıdır. Suyun derinliğindeki her 10 metrelik artış dalgıç üzerindeki basınç 100.000 Pa kadar artar.

- Pascal prensibi kapalı kaplarda bulunan sıvılar için geçerlidir.
- Pascal prensibine göre, sıvılar basıncı aynen iletirken basınç kuvvetini aynen iletmezler.
- Pascal prensibine göre sıvılar basıncın büyüklüğünü değiştirmeden yön ve doğrultusunu değiştirirler.
- Pascal prensibine göre basıncın etki ettiği yüzeyin yeri (konumu) ve büyüklüğü değiştirilerek istenilen yönde ve büyüklükte basınç kuvvetleri elde edilebilir.

Günlük yaşamda Pascal Prensibi olarak bilinen, sıvıların basıncı ileme özelliğinden yararlanarak çalışan pek çok araç kullanılmaktadır. Sıkıştırma sistemleri (hidrolik frenler, hidrolik presler), taşıma sistemleri (hidrolik liftler, vinçler), tulumbar, berber ve dışı koltukları, basınç ölçmek için kullanılan araçlar (barometre, altimetre, batimetre ve manometre) ve su cendereleri yapılmıştır.

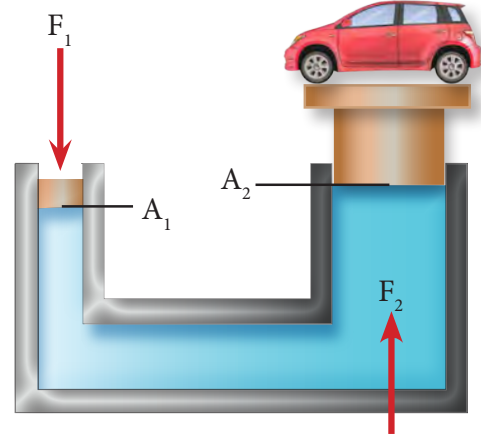


Resim 2.13. Blaise Pascal

Örneğin otomobil tamirhanelerinde kullanılan araba asansörü bir su cenderesidir (Resim 2.14).



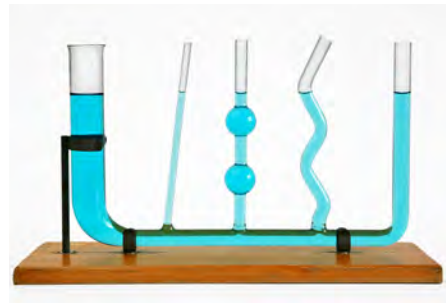
Resim 2.14. Araba asansörü



Şekil 2.6. Araba asansöründe su cenderesi düzeni

Şekil 2.6'da görülen su cenderesi düzeninde küçük pistonu uygulanan  $F_1$  kuvveti, piston tarafından sıvıya iletilir. Sıvıda oluşan  $\frac{F_1}{A_1}$  büyüklüğündeki basınç sıvı tarafından aynen büyük pistonu iletilir. Bu basınç küçük olsa bile üzerinde arabanın bulunduğu pistonun kesit alanı büyük olduğundan araba büyük bir kuvvetle ( $F_2$ ) yukarı itilir. Bu sayede küçük kuvvet büyük kuvvete dönüşmüş ve arabayı kaldırabilmiştir.

Pascal Prensipli ile açıklanan diğer bir olay da bileşik kaplardır. Bir bileşik kaba sıvı doldurulduğunda kollardaki sıvı seviyeleri Resim 2.15'teki gibi eşit yükseklikte olur. Bileşik kapların bu özellikleri Pascal Prensipli ile açıklanır. Su cendelerinin diğer bir adı da bileşik kaptır.



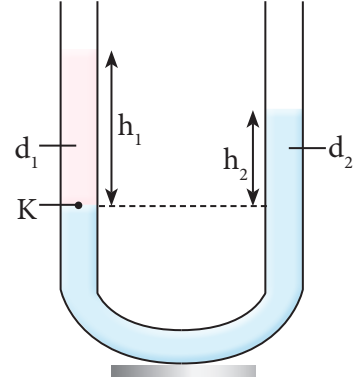
Resim 2.15. Bileşik kap

Şekil 2.7'deki U borusu da iki kollu bir bileşik kaptır. U borusundaki sıvı dengede durduğuna göre aynı yükseklikteki noktalara etkiyen toplam basınçlar eşit demektir. Örneğin: tabandaki K noktasına sağ ve sol koldan etkiyen toplam basınçlar eşit demektir. Buna göre;

$$P_1 = P_2 \text{ ve buradan}$$

$$h_1 \cdot d_1 \cdot g + P_0 = h_2 \cdot d_2 \cdot g + P_0 \text{ olur.}$$

Çünkü boru içindeki sıvı, açık hava basıncını ( $P_0$ ) aynen iletir. Buradaki  $h_1$  ve  $h_2$  sağ ve sol kollardaki sıvı yükseklikleridir.

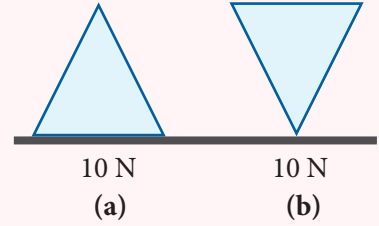


Şekil 2.7. U borusu

### 1. UYGULAMA

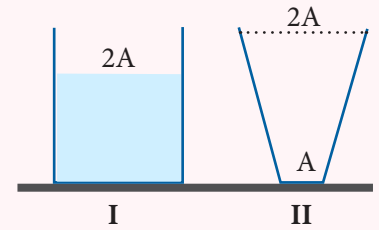
1. Yandaki şekilde 10 N ağırlığındaki katı cisim yüzey üzerinde durmaktadır. Bu durumda yüzeye uygulanan basınç P kadardır.

**Cisim ters çevrilerek aynı yüzey üzerine konulduğunda cismin yüzeye uyguladığı basınç kuvveti nasıl değişir?**

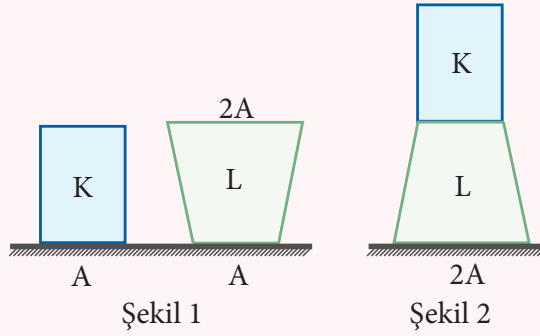


2. Kesit alanı  $2A$  olan kabın tabanındaki sıvı basınç kuvveti  $F$  kadardır.

**Bu kabtaki sıvının tamamını boş olan ikinci kaba boşaltılırsa bu kabın tabanındaki basınç kuvveti öncekine göre nasıl değişir?**



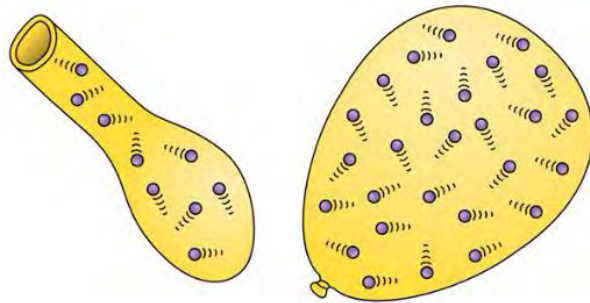
3. Şekil 1'deki gibi yüzey üzerinde bulunan K ve L cisimlerinin yüzeye uyguladıkları basınçlar eşit ve  $P$  kadardır.



**L cismi ters çevrilip K cismi şekil 2'deki gibi üzerine konulduğunda yüzeye uygulanan toplam basınç kaç  $P$  olur?**

### Gazların Basıncı

Katı maddeler ve sıvı maddelerin ağırlıklarından dolayı basınç uyguladıklarını ifade ettik. Katı ve sıvı maddeler gibi gaz maddeler de içerisinde buldukları kaba basınç uygular. Bu basınç, gaz moleküllerinin devamlı hareket hâlinde olmalarından kaynaklanır. Gaz maddeler, gaz moleküllerinin ağırlıkları ve moleküllerin sürekli kabın iç çeperlerine çarpmaları sonucunda basınç oluşturur. Gaz maddelerde, gazın bulunduğu kabın iç yüzeyindeki birim yüzeye birim zamanda çarpma sayısı ne kadar fazla ise basınç da o kadar fazladır. Gaz moleküllerinin kabın iç yüzeyindeki her noktaya çarpma sayısı eşit olduğundan, her noktadaki gaz basıncı da eşit olur. Şişirdiğimiz balonun küresel bir yapıda olmasının nedeni de budur. Şekil 2.8'deki gibi şişirilmemiş balondaki hava moleküllerinin balonun iç yüzeyine çarpma olasılığı azdır.



**Şekil 2.8.** Şişirilmemiş ve şişirilmiş balondaki hava tanecikleri

Üfleyerek balon şişirildiğinde içindeki hava taneciklerinin sayısı artacağından balonun iç yüzeyine çarpan tanecik sayısı da artar. Balona ne kadar hava üflenirse balon da o kadar büyük olacaktır. Balonun iç yüzeyinde her noktaya taneciklerin çarpma sayısı eşit olacağından balon küresel bir şekil alır.

Etrafımızı saran açık hava bütün cisimlere basınç uygular. Bu basınç hava moleküllerinin hem ağırlığından hem de hareketli olmalarından kaynaklanmaktadır. Hava moleküllerinin birim yüzeye uyguladığı dik kuvvete **açık hava basıncı** veya **atmosfer basıncı** denir. Açık hava basıncıyla vücudumuza yaklaşık 150.000 N' luk kuvvet uygulanır. Oldukça büyük olan bu kuvvet vücut içi sıvı basıncı ile dengelendiği için hissedilmez.

Açık hava basıncının varlığını günlük yaşantımızda gözlemleyebiliriz. Örneğin Resim 2.16'daki gibi düz yüzeylere yapıştırılan vantuzlu askılık, üzerine bastırılarak içindeki havanın bir kısmının boşaltılması sağlanırsa duvara yapışır. Bunun nedeni atmosfer basıncının vantuz içindeki basınçtan büyük olmasıdır.

Açık hava basıncının varlığını gösteren diğer bir örnek sıvı yağ tenekelerinden yağın boşaltılmasında kullanılan yöntemdir. Tek taraftan küçük bir delik açılan yağ tenekesindeki yağ dökülmez. Bunun nedeni deliğe uygulanan açık hava basıncının yağın dökülmesini engellemesidir. İki taraftan delik açılırsa diğer delikten tenekenin içine hava girer ve yağın itilerek kolaylıkla dışarı çıkmasını sağlar.

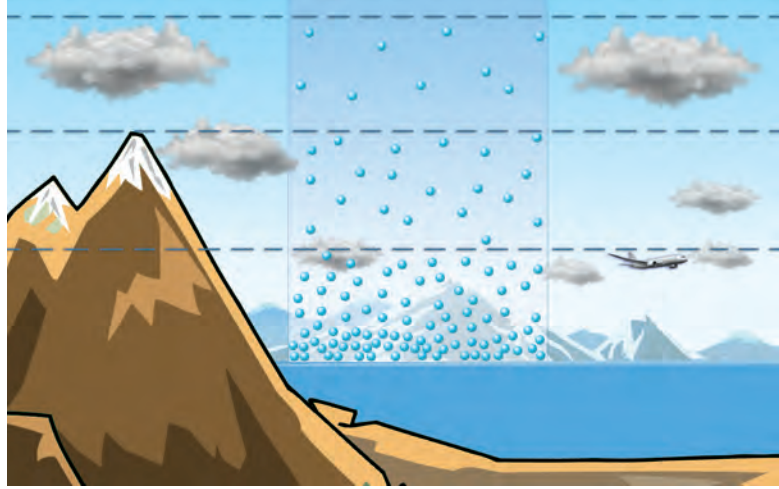
Açık hava basıncı, diğer adıyla atmosfer basıncı deniz düzeyinden olan yüksekliğe bağlıdır. Dünyamızı çevreleyen ve atmosfer adı verilen gaz tabakasını oluşturan tanecikler yer tarafından çekilir. Bu yüzden yeryüzüne yaklaştıkça tanecik miktarı artarken yukarılara çıkıldıkça azalır. Dolayısıyla yukarılara çıkıldıkça atmosferin hem yoğunluğu hem de yukarıda kalan atmosferin kalınlığı azalır.



Resim 2.16. Vantuzlu askılık



Bu nedenle deniz düzeyinden yukarı çıkıldıkça açık hava basıncı azalır. Tersine, aşağı inildikçe hem yükseklik hem de yoğunluk artığından açık hava basıncı da artar. Şekil 2.9'da deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça açık hava basıncının azalması modellenmiştir.



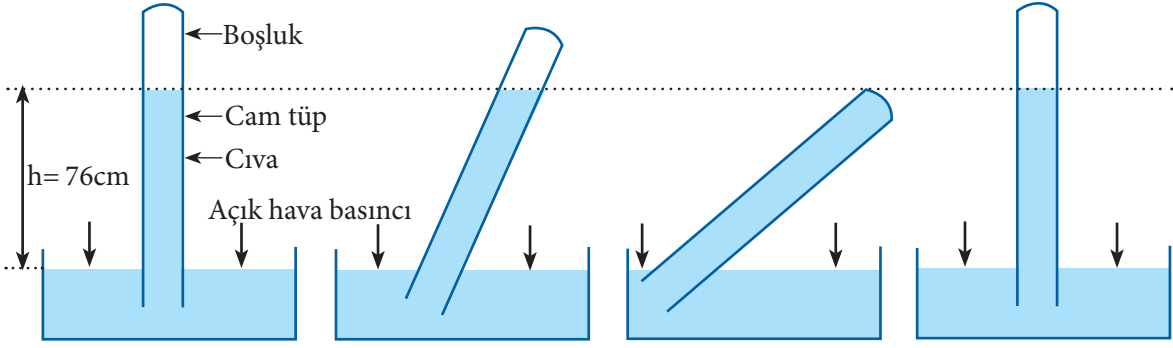
**Şekil 2.9.** Dağın zirvesinden deniz seviyesine kadar açık hava basıncı değişimi. Tanecik sayısı basıncın büyüklüğünü göstermektedir.



**Resim 2.17.** Evangelista Torricelli

Açık hava basıncını ilk kez ölçen bilim insanı Evangelista Torricelli (Evangelista Toricelli)'dir (Resim 2.17). Torricelli deneyini, deniz seviyesinde  $0^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta yapmıştır. Torricelli deneyinde Şekil 1.10'daki gibi yaklaşık 1m uzunluğunda ve bir ucu kapalı olan cam boruyu tamamen cıva ile doldurur. Borunun açık ağzını parmağı ile kapatarak cıva çanağına daldırır ve parmağını çeker. Borudaki cıvanın bir kısmının çanağa boşaldığını ve bir süre sonra cıva seviyesinin 760 mm'de dengede kaldığını gözlemler.

Bu çalışma sonucunda deniz seviyesinde  $0^{\circ}\text{C}$ 'taki açık hava basıncının 760 mm (76 cm) cıva basıncı olduğunu ifade eder. Aynı deneyin değişik kesitteki borularla veya bu boruların değişik açılarla yerleştirilerek yapılması durumunda da borudaki cıva seviyesinin yine 760 mm olduğu gözlenir (Şekil 2.10).

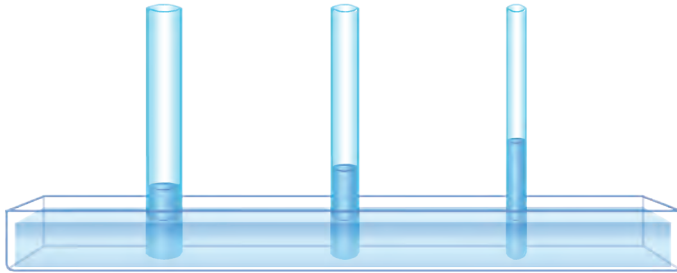


Şekil 2.10. Torricelli deneyinde borulardaki cıva düzeyi

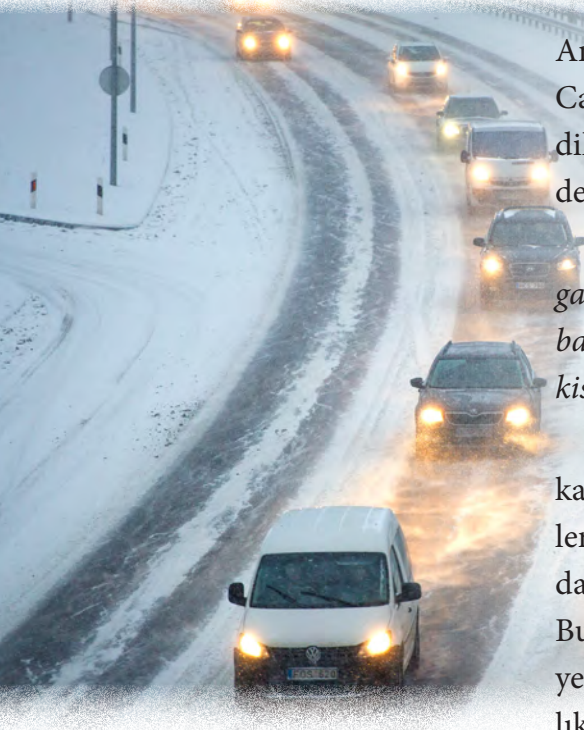
Çanaktaki cıva yüzeyine etki eden açık hava basıncı, borudaki cıva sütununun basıncına eşittir yani 760 mm yüksekliğindeki cıvanın yaptığı basınç açık hava basıncına eşittir. Bu yükseklik değeri, cıvanın öz kütlesi ( $13,6 \text{ g/cm}^3$ ) ve yer çekimi alan şiddetinin ( $10 \text{ m/s}^2$ ) değeri  $P = h \cdot d \cdot g$  formülünde yerine konulup hesap yapıldığında atmosfer basıncı yaklaşık olarak  $1.0336 \times 10^5 \text{ Pa}$  değeri elde edilir. Elde edilen bu değer 1 atmosfer (atm.) olarak adlandırılır. 1 atm. değeri ve gaz basınçları için pratik birim olarak kullanılmaktadır.

Eğer Toricelli yaptığı deneyde öz kütlesi  $13,6 \text{ g/cm}^3$  olan cıva yerine öz kütlesi  $1 \text{ g/cm}^3$  olan su kullansaydı suyun borudaki yüksekliği yaklaşık olarak 10,5 m olurdu. Böylelikle borudaki 10,5 m yüksekliğindeki suyun basıncı 1 atm.'ye karşılık gelirdi.

Toricelli deneyi kılcallık ile aynı değildir. Kılcallık olayında sıvının bulunduğu tüpün kesit alanının değişmesi tüpteki sıvı seviyesini etkiler. Cam borunun kalınlığı arttıkça sıvı yüksekliği azalır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Farklı kalınlıkta borularda sıvı seviyesi farklıdır.



Ancak Toricelli'nin yaptığı deneyde durum böyle değildir. Cam borudaki sıvı basıncı ile açık hava basıncı dengelendikten sonra cam borunun kalınlığının ya da duruşunun değişmesi sıvı yüksekliğini etkilemez.

*Ünitimizin buraya kadar olan bölümünde katı, sıvı ve gaz maddelerin meydana getirdikleri basıncı inceledik. Peki, basıncın maddeyi bir hâlden başka bir hâle geçmesinde etkisi var mıdır?*

Kışın karla kaplı yollarda araçların geçtikleri yerlerdeki karların eridiğini görmüşüzdür. Bunun nedeni araç lastiklerinin kar yüzeyine uyguladıkları basınçtır. Basınç karın daha düşük sıcaklıkta erimesine neden olur (Resim 2.18). Buna göre deniz seviyesinde, normal basınçta  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' ta eriyen buz, basıncın artırılmasıyla sıfırın altındaki bir sıcaklıkta eriyebilir.

**Resim 2.18.** *Araba tekerleklerinin basıncı karların erimesini kolaylaştırır*

Basıncın düşük olması erime sıcaklığını yükseltir. Yüksek dağların zirvesindeki karların yaz mevsiminde erimesi nedenlerinden birisi de yükseklerde basıncın düşük olmasıdır. Dağın eteklerinden yükseklerle doğru çıkıldıkça açık hava basıncı azalır ve karın erime noktası yükselir. Örneğin, ülkemizde bulunan 3916 m yüksekliğindeki Erciyes Dağı'nın (Resim 2.19) zirvesinde yaz aylarında kar bulunmasının nedeni burada bulunan karın erime sıcaklığının yüksek olmasıdır.

**Resim 2.19.** *Yaz mevsiminde Erciyes Dağı*





*Pişmesi uzun zaman alan yiyecekleri pişirirken neden düdüklü tencere kullanırız?*

Sıvı yüzeyine etki eden açık hava basıncı arttıkça sıvının kaynama noktası yükselir. Örneğin, deniz seviyesinde 100 °C'de kaynayan su Erciyes Dağı'nın zirvesinde 86,1°C'de kaynar. Kaynama olayının gerçekleşmesi için, sıvı yüzeyindeki buhar basıncının açık hava basıncına eşit olması gerekir. Dolayısıyla açık hava basıncı artarsa ağzı açık kap-taki sıvının kaynaması da o oranda zorlaşır. Açık hava basıncının azalması ise kaynamayı kolaylaştırır ve sıvı daha düşük sıcaklıkta kaynar. Bu durum düdüklü tencereler (Resim 2.20) için de geçerlidir. Ağzı sıkıca kapatılan tencerede buhar basıncı yüksek olduğu için suyun kaynama sıcaklığı yükselir. Dolayısıyla daha sıcak ortam olduğu için yemek daha kısa sürede pişer.

### Basınç Etkisiyle Çalışan Ölçüm Araçları

**Barometre:** Açık hava basıncını ölçmeye yarayan araçtır. Barometrelerin metal ve cıvalı olmak üzere iki çeşidi vardır. Torricelli'nin açık hava basıncını ölçmek için kurduğu düzenek basit bir cıvalı barometredir (Resim 2.21). Metal barometreler ise ibreli barometre (Resim 2.22) ve dijital barometre (Resim 2.23) olmak üzere iki çeşittir.



Resim 2.20. Düdüklü tencere



Resim 2.23. Dijital barometre



Resim 2.22. İbreli barometre



Resim 2.21. Cıvalı barometre

**Manometre:** Kapalı kaptaki gaz basıncını ölçmek için kullanılır. Sıvılı manometre (Resim 2.24) ve metal manometre (Resim 2.25) olmak üzere iki çeşidi vardır. Manometreler otomobil lastiğinin basıncını ölçmede, hidrolik sistemlerde ve sağlık alanındaki bazı cihazlarda kullanılır.



Resim 2.24. Sıvılı manometre

Resim 2.25. Metal manometre

**Altimetre ve batimetre:** Resim 2.26’de görülen altimetre bir tür barometredir. Bulunduğu yerin deniz yüzeyinden yüksekliğini açık hava basıncından faydalanarak metre cinsinden ölçer. Barometrenin özel bir hâli olan altimetreler hava basıncının deniz düzeyinden yükseldikçe azalacağı prensibine dayanarak çalışır. Altimetre, havacılıkta, dağcılıkta ve meteoroloji balonlarında kullanılmaktadır.



Resim 2.26. Altimetre

Batimetre de altimetre gibi barometrenin özel bir hâlidir. Suyun derinliğini basınç değişiminden faydalanarak ölçmek için kullanılır.

## 2. UYGULAMA

1. Gazlar nasıl basınç uygular?
2. Barometre, manometre, altimetre ve batimetre ne işe yarar?
3. Torricelli yaptığı deneylerle neyi ispatlamaya çalışmıştır?



### 2.1.2. Akışkanlarda Akış Hızı ve Akışkan Basıncı Arasındaki İlişki

Sıvı ve gazlar hareketlidir. Bu nedenle sıvı ve gazlara **akışkan** denir. Su ve hava en iyi bilinen iki akışkan maddedir. Ünitimizin buraya kadar olan kısmında durgun sıvı basıncı olan hidrostatik basıncın sıvının öz kütlesine ve sıvı yüzeyinden olan uzaklığa bağlı olduğunu öğrendik. Akan yani hareket hâlindeki sıvının basıncına da **dinamik basınç** adı verilir. Örneğin bahçe sularken kullandığımız hortumun ucunu Resim 2. 27'deki gibi sıktığımızda parmağımızda hissettiğimiz basınç, suyun dinamik basıncıdır.



Resim 2.27. Hortumdan fışkıran su

Günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız su barajlarından bize ulaşıncaya kadar birbirinden farklı borulardan geçer. Örneğin şehrin alt yapısında kullanılan su borularıyla binalardaki su boruları farklı genişliktedir (Resim 2.28 ve Resim 2.29).



Resim 2.28. Şehre su taşınmasını sağlayan borular



Resim 2.29. Binadaki su boruları

*Peki, su bu borulardan aynı süratle mi geçmiştir?*

Bu soruya cevabımız hayır olacaktır çünkü boruların farklı kesitlerde olması suyun boru yüzeylerine farklı basınç uygulamasına neden olur. Kesit alanı büyük olan boruda suyun boru yüzeyine uyguladığı basınç büyük olurken akış sürati azdır. Kesit alanı küçük olan boruda ise akan aynı miktardaki suyun boru yüzeyindeki basıncı küçük olurken sürati fazladır. Su gibi akışkanların hızlı aktığı yerde, basıncın düştüğünü fark edip açıklayan bilim insanı



Resim 2.30. Daniel Bernoulli (1700-1782)

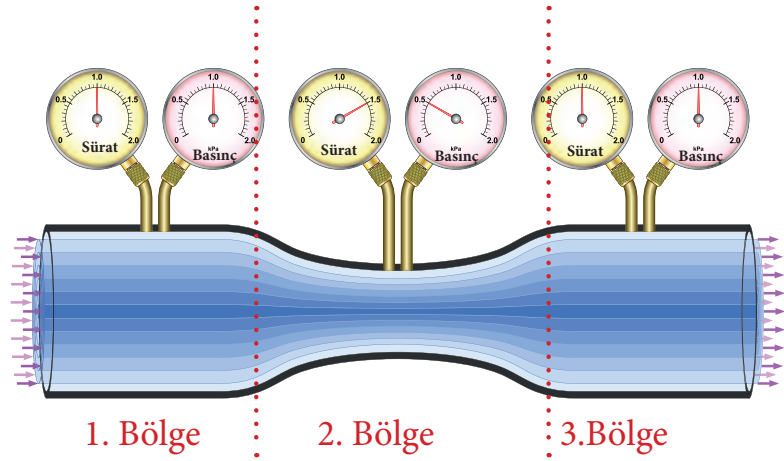
Daniel Bernoulli (Danyel Bernulli, Resim 2. 30)'dir. İsviçreli bir matematikçi olan Bernoulli akışkanlar dinamiği konusunda çalışma yapan ilk bilim insanıdır. Bernoulli İlkesi olarak bilinen bu ilke,

- akışkanın düzgün akması
- akışkanın sıkışmaz olması koşuluyla geçerlidir.

### **Bernoulli İlkesi**

*Bir boruda akan akışkanın süratinin arttığı noktalarda basınç düşmesi olur.*

Bernoulli İlkesi basit bir şekilde açıklanacak olursa boru kesitinin daraldığı yerde akışkanın sürati artar. Bernoulli İlkesi'ni Şekil 2.12'deki gibi modelleyebiliriz: Şekilde farklı kesitlere sahip bir borudan geçen akışkanın sürat ve basıncının nasıl değiştiği gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Kesiti farklı borudan sıvının geçişi

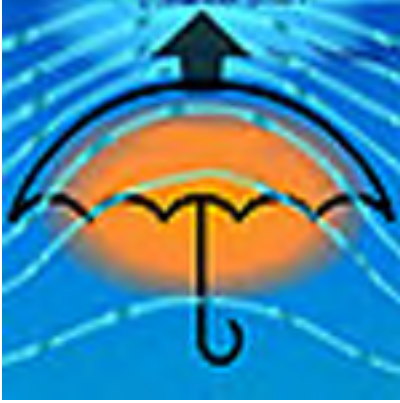
Şekilde 2. bölgenin kesit alanı 1. ve 3. bölgenin kesit alanından küçüktür. 2. bölgedeki sürat ve basınç göstergesinde görülen değere bakıldığında borunun daraldığı yerde sürat göstergesindeki değer artarken basınç göstergesindeki değer düşmüştür. Bu durum bir bardakta bulunan meyve suyunu pipet yardımıyla içerken de gerçekleşir. Ağzımızla pipetin içindeki havayı çektiğimizde hava moleküllerinin hızı artar. Hava basıncı azalır ve meyve suyu pipet içinde yükselir.

## Günlük Yaşamda Akışkanların Hızıyla Açıklanan Örnek Olaylar

Günlük yaşamda akışkanların hızının değişmesinin neden olduğu bazı olaylarla karşılaşırız. Şimdi bunlardan birkaçını inceleyelim:

### 1. Rüzgârlı havada şemsiyenin ters dönmesi

Yağmurlu ve rüzgârlı havalarda kullandığımız şemsiyeler ters döner. Bunun nedeni şemsiyenin üst ve altında açık hava basıncının farklı olmasıdır. Şemsiyenin üst kısmında rüzgâr nedeniyle havanın akış hızı fazladır (Şekil 2.13). Bernoulli İlkesi'ne göre şemsiyenin üst kısmında açık hava basıncı düşer. Şemsiyenin alt kısmındaki yüksek basınç şemsiyenin ters dönmesine neden olur (Resim 2.31).



**Şekil 2.13.** Rüzgârlı havada şemsiyenin üzerindeki basınç az olduğundan yukarı yönde hareketlenir



**Resim 2.31.** Rüzgârlı havada şemsiye ters döner

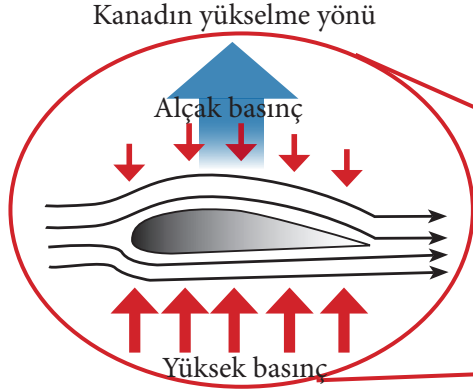
Bu durum evlerin çatısında da gözlemlenebilir. Rüzgâr çatı üzerinde basınç düşmesine dolayısıyla çatının yukarıya doğru itilmesine neden olur. Eğer basınç farkı büyükse çatı uçabilir. Penceresi açık hızla ilerleyen bir araçta bulunuyorsak saçlarımızın dışarı doğru salınması da bu basınç farkından kaynaklanır (Resim 2. 32).

**Resim 2.32.** Basınç farkı nedeniyle dışarı savrulan saçlar



### 2. Uçağın Uçması

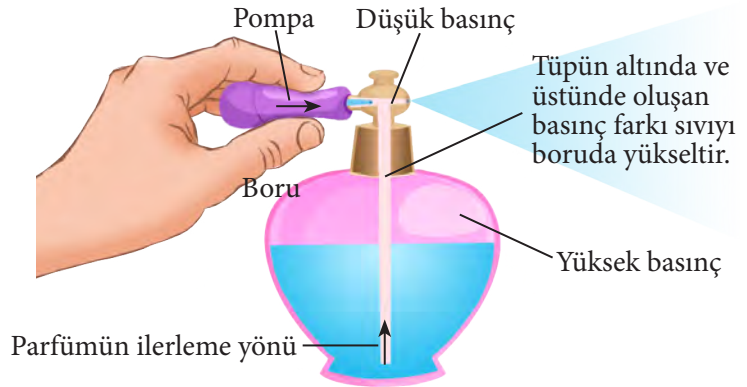
Resim 2.33'te uçak kanadının enine kesiti görülmektedir. Kanadın şeklinden dolayı üstten geçen havanın hızı fazla, alttan geçen havanın hızı azdır. Bernoulli İlkesine göre kanadın alt kısmındaki açık hava basıncı büyük olduğundan, uçak yukarı doğru yükselir.



Resim 2.33. Uçağın uçması

### 3. Parfüm püskürtme aletinin çalışması

Parfüm pompasının sıkılması delikten havanın fişkirmasına neden olur. Bu durum boru içinde bulunan sıvı yüzeyindeki açık hava basıncının azalmasına neden olur. Bu nedenle yukarıya doğru yükselen sıvı orada hızı yüksek olan havaya zerrecikler olarak karışır ve dışarı püskürtülür (Şekil 2.14).

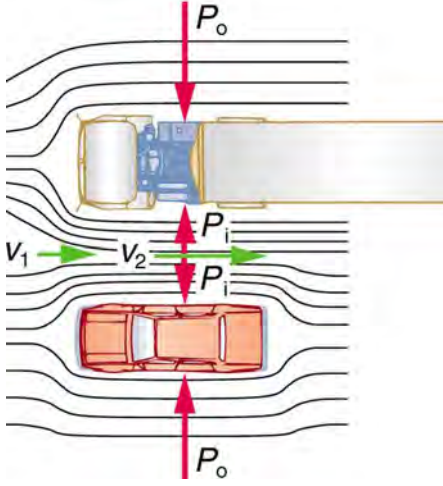


Şekil 2.14. Parfüm şişesi



#### 4. Birbirinin yanından hızla geçen araçların birbirine doğru çekilmesi

Karayollarında özellikle uzun araçlar birbiri yanından hızla geçerken sanki birbirlerini çekiyorlarmış gibi sarsıldıkları gözlenir. Araçların geçişi sırasında aralarında kısa bir süre oluşan dar koridordan hava hızla akar ve aralarındaki açık hava basıncı düşer. Bu durum araçların birbirlerine doğru itilmesine neden olur. Şekil 2.15'teki gibi otomobilin TIR yanından aşırı hızla geçerken âdeta TIR tarafından çekilip yandan altına girdiği görülen olaydır. Bu olayın gerçekleşmesinin nedeni  $P_0 > P_i$  olmasıdır. Bu olay ölümcül kazalara da neden olabilmektedir.



Şekil 2.15. Birbiri yanından geçen araçlar arasında oluşan basınç farkı

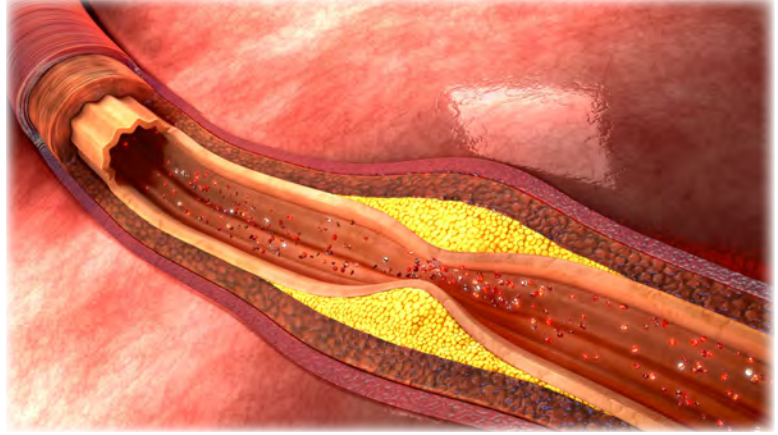
Aynı olay birbiri yakınından hızla geçen gemi veya deniz motorlarında da görülür. Bu durum yanımdan hızla bir araç geçtiğinde de oluşur. Araç ile aramızda oluşan basınç farkı bizi araca doğru iter. Bu nedenle yüksek hızla hareket eden araçlara yaklaşmamalıyız.

#### 5. Damar tıkanıklığı (damar sertliği)

Vücudumuzdaki kan sürekli akan bir sıvıdır. Kalbimiz bir pompa gibi çalışırken kanın vücudumuzda taşınmasını sağlayan damarlar da boru görevi görür. Sigarada bulunan nikotin, alkol kullanımı ve yanlış beslenme sonucunda kan



damarlarının iç yüzünde plak denilen katı birikimler oluşur (Şekil 2.16). Damarda oluşan bu birikimler sonucu damarın esnekliği azalırken kanın akış yolu da daralır. Bernoulli İlkesi'ne göre daralan kesitten kan hızlı akar ve basınç düşer. Bunun sonucunda damar dıştan içe doğru çökerek tıkanabilir. Bu da kalbin çalışmasında düzensizlikler oluşturur. Eğer tıkanan damar, kalbi besleyen damarlardan biriye yeterince beslenemeyen kalp, görevini yerine getiremeyerek "kalp krizi" dediğimiz olay meydana gelebilir.



Şekil 2.16. Damarda oluşan daralma

### 6. Tansiyon ve tansiyonun ölçümü

Tansiyon, bütün atardamar sistemi içerisindeki kan basıncı olarak tanımlanır. Büyük tansiyon, kalbin kanı atardamar sistemine pompaladığında oluşan kan basıncıdır. Küçük tansiyon ise kalp gevşemeye geçtiğinde oluşan kan basıncıdır yani kısacası kalbin kasılması sırasında büyük tansiyon, gevşemesi sırasında ise küçük tansiyon oluşmaktadır. Tansiyon ölçüm aleti damarlarda oluşan bu basınç değerlerini ölçmek için kullanılır (Resim 2.34). Tansiyon ölçüm aleti ile ölçüm yapmak için önce kişinin koluna içine hava doldurulabilen bir manşon sarılır. Bu manşona hava dolduran bir pompa ve dolan havayı da boşaltan bir musluk bağlıdır. Ayrıca, basıncı duyabilmek için manşon

ile ölçüm yapılacak bölge arasına da stetoskop yerleştirilir. Ölçüm yapılacak en iyi bölge dirsek bölgesidir. Buradan geçen atardamarların üzerinden ölçüm yapılabilir. Kola sarılı manşona pompayla hava verilir. Manşon, kan akışı durana kadar şişirilir. Genellikle, ölçüm göstergesinde 200-250 arası bir değere ulaşına kadar şişirmek gereklidir. Manşonu yeteri kadar şişirdikten sonra, musluk açılarak hava yavaş yavaş boşaltılır. Boşaltımı yavaş yapmak gerekir, aksi takdirde basıncı ölçülemez. Manşondaki havanın boşalıp kolun rahatlaması ile birlikte kan akışı da kaldığı yerden devam edecektir. Akış başladığında duyulan ses, büyük tansiyondur. Bir süre sonra, sesin giderek azaldığı ve bir noktadan sonra hiç ses gelmediği fark edildiğinde ise küçük tansiyon ölçülür.



**Resim 2.34.** Tansiyon ölçümü

Dijital tansiyon ölçme makineleri bu ölçümleri otomatik olarak yapmaktadır fakat manuel ölçüm yapılan cihazların, dijital olanlara göre daha doğru sonuçlar verdiği söylenmektedir.

### 3. UYGULAMA

1. Bernoulli İlkesi kullanılarak rüzgârlı bir havada çatıların uçması nasıl açıklanabilir?
2. Yüksek hızla hareket eden araçlara yaklaşmak ne gibi olumsuz sonuçlar meydana getirebilir?
3. Yüksek ve düşük tansiyon nasıl meydana gelir?

Aşağıda Genel Ağ adresi verilen simülasyonu yaparak kesit alanı ve akış sürati arasındaki ilişkiyi inceleyiniz.

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow>



## 2. BÖLÜM

# KALDIRMA KUVVETİ

### Anahtar Kavramlar

- Archimedes İlkesi
- Kaldırma kuvveti

### Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümü tamamladığınızda,

Durgun akışkanlarda cisimlere etki eden kaldırma kuvvetinin basınç kuvveti farkından kaynaklandığını

öğrenmiş olacaksınız.

### 2.2.1. Durgun Akışkanlarda Kaldırma Kuvveti

Kütlesi tonlarca olan gemilerin su üstünde durmasını (Resim 2.35), uçan balonların havada kalmasını (Resim 2.36) sağlayan etki kaldırma kuvvetidir.



Resim 2.35. Gemi

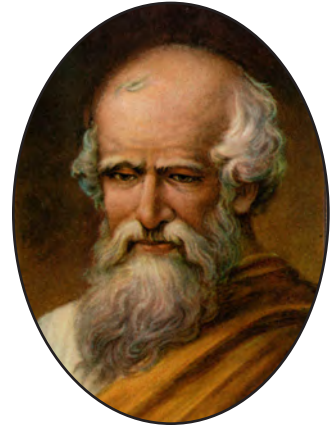


Resim 2.36. Uçan balonlar

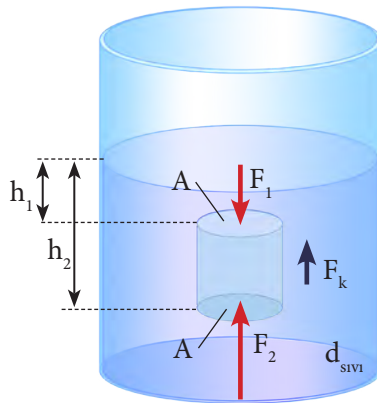
Bilim tarihinde durgun akışkanların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvvetinin varlığını ilk fark eden ve kanıtlayan bilim insanı Yunanlı Archimedes (Arşimet, Resim 2.37)'tir. Archimedes, kendi adıyla anılan yasayı deneysel olarak bulmuştur. Kaldırma kuvvetinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel bağıntı ise basınç kavramının açıklanmasından sonra türetilmiştir.

*Peki, kaldırma kuvvetinin büyüklüğü nelere bağlıdır?*

Bir kaptaki sıvıya, sıvıda çözünmeyen katı bir cisim bırakıldığında Şekil 2.17'deki gibi sıvı içerisinde dengede kaldığını kabul edelim.



Resim 2.37. Archimedes



Şekil.2.17. Sıvı içerisindeki cisme etki eden kaldırma kuvveti

İşlemleri kolaylaştırmak için cismin düzgün geometrik şekle sahip silindir şeklinde olduğunu varsayalım. Sıvı içindeki silindirin tüm yüzeylerine sıvı tarafından bir kuvvet uygulanır. Sıvı basıncının sıvının açık yüzeyinden uzaklığa bağlı olduğunu biliyoruz. Bu durumda sıvı içerisindeki cismin alt ve üst yüzeylerine etkiyen basınç, dolayısıyla basınç kuvveti farklıdır. Cismin alt ve üst yüzeylerine etkiyen sıvı basınç kuvveti için,

$$F_1 = h_1 \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g \cdot A$$

$$F_2 = h_2 \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g \cdot A$$

eşitlikleri elde edilir. Bu eşitliklerdeki;

$h_1$ : Silindirin üst yüzeyinin sıvı yüzeyine yüksekliği,

$h_2$ : Silindirin alt yüzeyinin sıvı yüzeyine yüksekliği,

$h$ : küpün yüksekliği ( $h = h_2 - h_1$ ),

$A$ : Silindirin alt ve üst yüzeyinin alanı,

$d_{\text{sıvı}}$ : Sıvının öz kütlesi,

$g$ : Yer çekim alanının şiddetidir.

Silindirin yan yüzeylerine etkiyen kuvvetlerin büyüklükleri eşit ve zıt yönlü olduğundan bileşkeleri sıfırdır. Üst ve alt yüzeye etkiyen kuvvetlerin büyüklükleri arasında ise  $h_2 > h_1$  ve silindirin alt ve üst yüzey alanları eşit olduğundan  $F_2 > F_1$  olur.

Basınç kuvveti farkı;

$$\begin{aligned} F_2 - F_1 &= h_2 \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g \cdot A - h_1 \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g \cdot A \\ &= (h_2 - h_1) \cdot g \cdot A \cdot d_{\text{sıvı}} \\ &= h \cdot A \cdot g \cdot d_{\text{sıvı}} \end{aligned}$$

olur. Eşitlikteki  $h \cdot A$  silindirin batan kısmının hacmine eşittir. Buna göre

$$F_2 - F_1 = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g$$

eşitliği elde edilir.

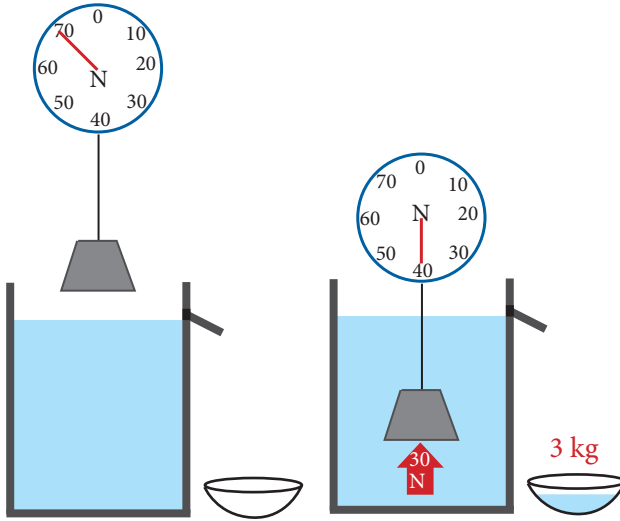


Cismin alt ve üst yüzeyine etkiyen kuvvetlerin bileşkesinin yönü,  $F_2 > F_1$  olduğundan, her zaman yukarı doğrudur. Yönü yukarı doğru olan bu bileşke kuvvete **kaldırma kuvveti** ( $F_k$ ) adı verilir. Buna göre kaldırma kuvvetinin büyüklüğü;

$$F_k = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Yukarıda elde edilen eşitliğe göre bir sıvı içerisinde bulunan cisme etkiyen kaldırma kuvveti cismin sıvıya batan hacmine, sıvının öz kütlesine ve bulunulan yerin çekim alanına göre değişir. Ayrıca kaldırma kuvveti, cismin sıvı içerisindeki hafifleme miktarını da ifade eder. Örneğin, Şekil 2.18'deki gibi hava ortamında ölçülen ağırlığı 70 N olan bir cismin sıvı içerisinde ölçülen ağırlığı 40 N olarak ölçülsün. Aradaki 30 N' luk hafifleme miktarı cisme sıvı tarafından etkiyen kaldırma kuvvetinin bir ölçüsüdür. Bir cisim sıvı içerisine bırakıldığında hacmi kadar sıvı ile yer değiştirir.



Şekil 2.18. Sıvı içerisine konulan cisim hafifler

Şekilde de görüldüğü gibi hacmi, cismin hacmine eşit olan taşan sıvının kütlesi cismin sıvı içindeki hafifleme miktarına eşittir. Buna göre Archimedes İlkesi'ni aşağıdaki gibi ifade edebiliriz:

### Archimedes İlkesi

*Tamamı ya da bir kısmı durgun akışkana batırılan cisme akışkan tarafından uygulanan kaldırma kuvvetinin büyüklüğü, cismin batan kısmının hacminden dolayı yer değiştiren akışkanın ağırlığına eşittir.*

Bir cismi, sıvıya tümüyle daldırılıp serbest bıraktığımızda cisim, sıvı yüzeyine çıkarak bir kısmı batacak şekilde yüzebilir, bırakıldığı yerde askıda kalabilir veya bataabilir.

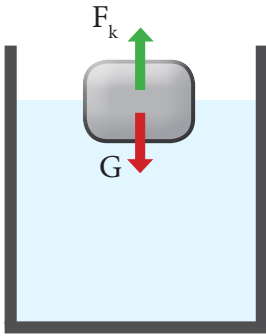
*Peki, bu durumlar hangi şartlarda gerçekleşir?*

Şimdi sıvı içerisine bırakılan bir cismin sıvı içindeki durumunu belirleyen şartları sırasıyla inceleyelim:

#### 1. Yüzme şartı

Cisim sıvı içerisine bırakıldığında bir kısmı dışarıda bir kısmı da sıvı içinde kalacak biçimde Şekil 2.19'deki gibi dengede kalıyorsa **cisim yüzüyor** denir. Bu durumda cismin ağırlığı ve sıvı tarafından etkiyen kaldırma kuvvetinin büyüklüğü eşittir ( $G=F_k$ ).

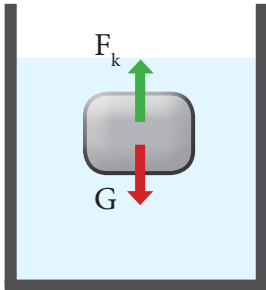
Cismin toplam hacmi  $V_c$  öz kütlesi  $d_c$  olarak ifade edilirse  $G=F_k$  olduğundan  $V_c \cdot d_c \cdot g = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g$  yazılır. Burada, cismin toplam hacmi  $V_c > V_{\text{batan}}$  olduğundan eşitliğin sağlanabilmesi için  $d_c < d_{\text{sıvı}}$  olmalıdır. Buna göre, bir cismin sıvı içerisinde yüzebilmesi için öz kütlesi sıvının öz kütlesinden küçük olmalıdır. Yüzme durumunda  $G=F_k$  olduğundan kaptaki ağırlaşma olmaz.



Şekil 2.19. Yüzme şartı

#### 2. Askıda kalma şartı

Cisim sıvı içerisine bırakıldığında tamamı sıvı içerisinde, kabın çeperlerine değmeden herhangi bir yerde bulunabilir. Şekil 1.20'deki gibi cisim dengede kalıyorsa cisim sıvı içerisinde **askıda kalmıştır** denir. Yine bu durumda cismin ağırlığı sıvı tarafından etkiyen kaldırma kuvvetine eşittir ( $G = F_k$ ).



Şekil 2.20. Askıda kalma şartı

Cismin toplam hacmi  $V_c$ , öz kütlesi  $d_c$  olarak ifade edilirse,  $V_c \cdot d_c \cdot g = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g$  ve  $V_c = V_{\text{batan}}$  olduğundan  $d_c = d_{\text{sıvı}}$  eşitliği elde edilir. Buna göre, bir cismin sıvı içerisinde askıda kalabilmesi için öz kütlesi sıvının öz kütlesine eşit olmalıdır. Askıda kalma durumunda  $G=F_k$  olduğundan kapta ağırlaşma olmaz.

### 3. Batma şartı

Cisim sıvı içerisine bırakıldığında kabın dibine iniyorsa cisim sıvı içerisinde **batmıştır** denir (Şekil 2.21). Bu durumda cismin ağırlığı sıvı tarafından etkileyen kaldırma kuvvetinden büyüktür ( $G>F_k$ ).

Yine cismin toplam hacmi  $V_c$ , öz kütlesi  $d_c$  olarak ifade edilirse,  $G>F_k$  olduğundan  $V_c \cdot d_c \cdot g > V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g$  yazılır.

$V_c = V_{\text{batan}}$  olduğundan  $d_c > d_{\text{sıvı}}$  sonucu elde edilir. Buna göre, bir cismin sıvı içerisinde batması için öz kütlesi, sıvının öz kütlesinden büyük olmalıdır. Cismin batması durumunda kap ağırlaşır.

Bir cismin sıvı içerisinde bulunabileceği durumu aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

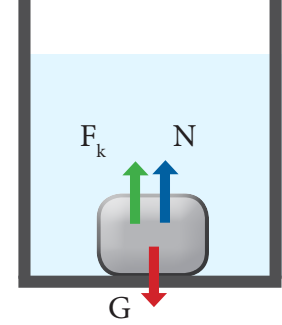
$d_c < d_{\text{sıvı}}$  ise cisim yüzer.

$d_c = d_{\text{sıvı}}$  ise cisim askıda kalır.

$d_c > d_{\text{sıvı}}$  ise cisim batar.

*Peki, öz kütlesi  $7,86 \text{ g/cm}^3$  olan küçük çelik bir bilye suda yüzemezken çelikten yapılmış gemi nasıl yüzebilmektedir?*

Cismin sıvı içerisindeki durumunu incelerken  $d_c$  ile gösterilen öz kütle ile madde yoğunluğu değil cismin yoğunluğu ifade edilmektedir. Bir cismin yoğunluğu, cismin kütlesinin cismin içindeki boşluklar da dâhil olmak üzere tüm hacmine bölünmesiyle elde edilen değerdir. Çelikten yapılmış bir geminin kütlesi içindeki boşluklar da dâhil edilerek tüm hacmine bölündüğünde elde edilen değer suyun öz kütlesinden küçük olduğu için suda yüzer yani çelik ile havanın ortalama yoğunluğu suyunkinden küçüktür ve yüzme şartı gerçekleşir.



Şekil 2.21. Batma şartı



Resim 2.38. Yunuslar

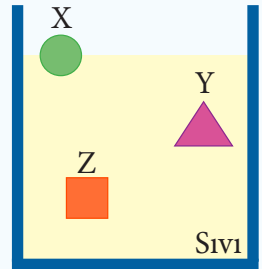
*Günlük yaşamda sıvıların kaldırma kuvvetinden nelerde yararlanılmaktadır?*

Sıvıların kaldırma kuvvetinden yararlanarak çalışan birçok araç vardır. Gemi, kayık, denizaltı gibi su yüzeyinde veya içinde hareket eden tüm araçlar suyun kaldırma kuvvetinden yararlanır. Arabaların yakıt deposunda ve klozetlerde bulunan şamandıralar sıvıların kaldırma kuvvetinden yararlanarak çalışır. Resim 2.38'deki yunuslar gibi suda yaşayan canlılar da suyun kaldırma kuvveti sayesinde batmadan yüzebilir ve yaşamlarını sürdürür.

### Örnek

Eşit kütleli X, Y ve Z cisimlerinin sıvı içerisindeki durumları şekildeki gibidir.

**Buna göre cisimlere etki eden kaldırma kuvveti  $F_X$ ,  $F_Y$  ve  $F_Z$  arasındaki büyüklük ilişkisi nasıldır?**



### Çözüm

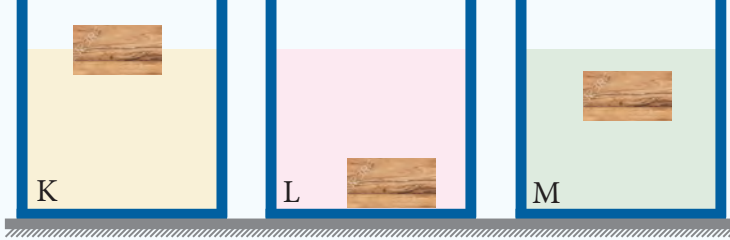
Cisimlerin kütleleri eşit olduğu için ağırlıkları da eşittir. Şekilde X yüzerken Y ve Z sıvı içerisinde askıda kalmıştır. Yüzme ve askıda kalma şartına göre ağırlık kaldırma kuvvetine eşit olduğundan cisimlere etkiyen kaldırma kuvvetinin büyüklükleri eşittir. Buna göre;

$$F_X = F_Y = F_Z \text{ olur.}$$



**Örnek**

V hacmindeki bir tahta blok öz kütleleri sırasıyla  $d_K$ ,  $d_L$  ve  $d_M$  olan sıvılar içerisindeki konumu şekildeki gibidir.



Buna göre sıvıların öz kütleleri arasındaki büyüklük sıralaması nasıldır?

**Çözüm**

Şekilde tahta blok L sıvısında batmış, K sıvısında yüzyüyor ve M sıvısında askıda kalmış olarak görülmektedir. Tahta bloğun sıvı içerisinde konumlanma şartlarına göre;  $d_K > d_{\text{tahta}}$ ,  $d_L < d_{\text{tahta}}$  ve  $d_M = d_{\text{tahta}}$  olur. Bu durumda K, L ve M sıvılarının öz kütleleri arasındaki büyüklük sıralaması  $d_K > d_M > d_L$  olur.

Resim 2.39. Uçan balon

*Gazlar da durgun sıvılar gibi kaldırma kuvveti uygular mı?*

Günlük yaşamımızda uçan balonları görmüştür. Balonların uçmasını sağlayan etken havanın balona uyguladığı kaldırma kuvvetidir yani gazlar da sıvılar gibi içinde bulunan cisimlere yukarı yönlü kaldırma kuvveti uygular. Bu kuvvetin büyüklüğü cismin hacmine ve aynen sıvılarda olduğu gibi gazın yoğunluğuna bağlıdır fakat gazların yoğunlukları çok küçük olduğundan atmosferin üzerimize uyguladığı kaldırma kuvvetinin büyüklüğünü hissetmeyiz. Gazların kaldırma kuvvetinin etkisi; Resim 2.39'daki gibi uçan balonların gökyüzüne yükselmesinde, Resim 2.40'daki gibi zeplinlerin hareketinde, Resim 2.41'deki gibi uçakların uçmasında etkili olan kuvvettir.







Resim. 2.40. Zeplin



Resim 2.41. Uçak

Gerçekte balon atmosferdeki hava akışkanına batırılmış bir cisimdir. Yani balonun hava içerisinde yükselmesi istenirse balonun toplam yoğunluğunun azaltılması gerekir. Örneğin, ülkemizin Kapadokya bölgesinde turizm amaçlı olarak kullanılan balonun içindeki havayı ısıtarak içindeki havanın yoğunluğu azaltılır (Resim 2.42). Böylelikle balonun yükselmesi sağlanır. Başka bir yöntem ise çocuk balonlarında olduğu gibi balon içerisine havadan daha hafif bir gaz doldurmaktır.



Resim 2.42. Turizm amaçlı kullanılan gezinti balonları

### 3. UYGULAMA

1. Suya bırakılan bir tahta parçasının suda yüzme şartı nedir?
2. Bir göl de mi yoksa denizde mi yüzmek daha kolaydır?
3. Bir cisim sıvı içerisinde askıda kalıyorsa cisme etki eden kaldırma kuvveti ne kadardır?

## **Kendi Enerjisini Üreten Kalp Pili'nin Mucidi: Dr. Canan Dağdeviren**

Dünya'da ülkemizi temsil eden Canan Dağdeviren, 2007 yılının Haziran ayında Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra tam burslu olarak Sabancı Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Programı'nda yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında ilk defa verilmeye başlanan Fulbright Doktora Bursu ile The University of Illinois at Urbana, Champaign'de (UIUC) Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü'nde doktora eğitimine başladı.

Canan Dağdeviren fizik, elektronik, kimya, malzeme, mekanik ve tıp alanlarının kapsamına giren esnek ve katlanabilir, deri üstüne yapıştırılabilir, giyilebilir elektronik aletler üzerinde çalışmalar yaptı. Harvard Üniversitesi Genç Akademi Üyeliğine Türkiye'den seçilen ilk bilim insanı olan Dr. Dağdeviren, Temmuz 2015'ten beri bu görevine de devam ediyor.

### **Kendi Enerjisini Üreten Kalp Pili**

Dr. Canan Dağdeviren, insan vücuduna kalıcı olarak yerleştirilebilecek piller üzerinde çalışıyor. Dağdeviren'in tasarlayıp tamamladığı çalışmada kalbin, akciğerin ve diyaframın hareketinden elektrik enerjisi elde eden ve bu enerjiyi depolayan, esnek ve çok ince bir piezoelektrik entegre malzeme geliştirildi. İnsan vücuduyla uyumlu plastik bir yüzeye tutturulan bu malzemenin kalınlığı bir saç telinin yüzde biri kadar ve kâğıt gibi katlanıp bükülebiliyor. Bu özelliği ile alet, kıvrımlı hatlara sahip organlara bile uyum gösterebiliyor. Bu sayede enerji verimliliği yüksek ve organların hareketini sınırlamayan bir sistem oluşturulmuş oluyor.

Günümüzde kullanılan kalp pillerinin ömürleri 5-7 yıl ve pilin işlevini yitirmesi durumunda bütün mekanizmanın riskli bir ameliyatla değiştirilmesi gerekiyor. Bu çalışmayla geliştirilen cihaz kalp, akciğer veya diyafram ile kalp pili için gereken enerjiyi üretiyor. Bu sayede kalp pillerinin değiştirilmesi zorunluluğunu ortadan kaldırarak hayatlarını bu pillerle devam ettiren insanların yaşam kalitesini artırmayı hedefliyor. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde başarılı sonuçlar veren bu projenin insanlar üzerinde de en kısa zamanda denenmesi planlanıyor.

<https://teknolojiprojeleri.com/bilim-adami/canan-dagdeviren-kimdir-kalici-kalp-pilinin-mucidi>



# 2. ÜNİTE ÖZET

## BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

### Basınç ve basınç kuvveti kavramlarının katı, durgun sıvı ve gazlarda bağlı olduğu değişkenler

Bütün maddelerin ağırlığı vardır ve maddeler ağırlıklarından dolayı temas ettiği yüzeye basınç uygular. Madde- nin ağırlığından dolayı birim yüzeye uyguladığı dik kuv- vete **basınç** denir. Basınç **P** sembolü ile gösterilir ve değeri

$$P = \frac{F_{dik}}{A}$$
 eşitliği ile bulunur.

Basıncın birimi pascal (Pa) olarak verilir.

Katı bir cismin temas ettiği yüzeye uyguladığı basınç, ağırlığı ile doğru orantılı temas yüzey alanı ile ters orantı- lıdır. Katı maddeler üzerine uygulanan kuvveti tamamen iletirken basıncı tam iletmez.

Bir sıvının bulunduğu kaptaki oluşturduğu basınç sıvı yüksekliğine ve sıvının yoğunluğuna bağlıdır. Sıvı basın- cının değeri

$$P = h \cdot d \cdot g$$
 eşitliği ile bulunur.

Sıvı basıncı, sıvının bulunduğu kabın şeklinden bağımsızdır. Sıvı maddeler kuvveti tamamen iletmez ancak basıncı iletirler. Bu durum Pascal Prensipleri ile açıklanır.

**Pascal Prensipleri:** Bir kaptaki sıvının serbest yüzeyine (açık yüzeyine) uygulanan basınç, bu sıvı tarafından, sıvı- nın temas ettiği tüm noktalara aynen ve dik olarak iletilir.

Sıvı maddenin meydana getirdiği sıvı basınç kuvvetinin değeri yüzey alanı arttıkça azalır.

Gaz maddeler ağırlıklarından dolayı ve içerisinde bu- ldukları kabın iç yüzeyine gaz moleküllerinin çarpması sonucunda basınç oluşturur. Açık hava basıncı üzerinde çalışmalar yapan Torricelli (Toriçelli), yükseklere çıkıldık- ça açık hava basıncının azaldığını keşfetmiştir. Açık hava basıncının en büyük değerini ise deniz seviyesinde ölç- müştür.

Basınç maddenin hâl değişimi üzerinde etkilidir. Madenin üzerine uygulanan basıncın artması hâl değiştirme sıcaklığını yükseltir. Örneğin düdüklü tencerede suyun geç kaynamasının nedeni su üzerine uygulana basıncın artmasındandır.

Basıncı ölçmek için farklı araçlar kullanılır: Açık hava basıncını ölçmek için **barometre**; bir kaptaki gaz basıncını ölçmek için **manometre**; bulunulan yerin deniz yüzeyinden yüksekliğini ölçmek için **altimetre**; denizin derinliğini ölçmek için **bati metre** denilen ölçüm araçları kullanılır.

### **Akışkanlarda akış sürati ile akışkan basıncı arasındaki ilişki**

Sıvı ve gaz maddelere **akışkan maddeler** adı verilir. Akışkan maddeler içerisinden geçtikleri ortamların kesitinin farklı olmasına bağlı olarak farklı sürate sahip olabilir. Yapılan deneyler bunun nedeninin akışkanın içerisinden geçtiği ortamın yüzeylerine farklı basınç uygulamasından kaynaklandığını göstermiştir. Kesit alanı büyük olan boruda sıvının boru yüzeyine uyguladığı basınç büyük olurken akış sürati azdır. Kesit alanı küçük olan boruda ise akan aynı miktardaki sıvının boru yüzeyindeki basınç küçük olurken sürati fazladır. Bernoulli İlkesi olarak bilinen bu ilke akışkanın düzgün akması ve akışkanın sıkışmaz olması koşuluyla geçerlidir.

**Bernoulli İlkesi:** *Bir boruda akan akışkanın süratinin arttığı noktalarda basınç düşmesi olur.*

Günlük yaşamda Bernoulli İlkesi'nin uygulama alanlarına örnek olarak, uçağın uçmasında, parfüm şişelerinde, tansiyon ölçümünde kullanılmasını verilebilir.

### **Durgun akışkanlarda cisimlere etki eden kaldırma kuvveti**

Sıvı ve gaz maddeler içerisinde bulunan maddelere kaldırma kuvveti uygular. Bir sıvı içerisine konulan ve sıvı içerisinde çözünmeyen cisme etki eden kaldırma kuvveti,



cismin alt ve üst yüzeylerine sıvı tarafından uygulanan basınç farkından ortaya çıkar. Sıvı içerisinde bulunan cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğü

$$F_k = V_{\text{batan}} \cdot d_{\text{sıvı}} \cdot g \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

Bu eşitlik cismin sıvı içerisinde ne kadar hafiflediğini de ifade eder. Cisim sıvı içerisinde bırakıldığında hacmi kadar sıvı ile yer değiştirir. Archimedes (Arşimet) İlkesi olarak bilinen bu ilke aşağıdaki gibi ifade edilir:

**Archimedes İlkesi:** *Tamamı ya da bir kısmı durgun akışkana batırılan cisme akışkan tarafından uygulanan kaldırma kuvvetinin büyüklüğü, cismin batan kısmının hacminden dolayı yer değiştiren akışkanın ağırlığına eşittir.*

Sıvı içerisinde bir cisim yüzebilir, askıda kalabilir ya da bataabilir. Bu durumların oluşması için gerekli şartlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- $d_c < d_{\text{sıvı}}$  ise cisim yüzer.
- $d_c = d_{\text{sıvı}}$  ise cisim askıda kalır.
- $d_c > d_{\text{sıvı}}$  ise cisim batar.

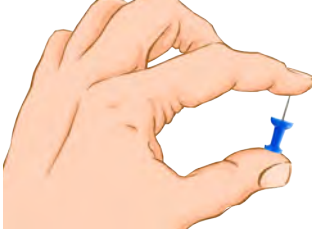
Benzer durum gaz içerisinde bulunan cisim için de geçerlidir. Gazlar da sıvılar gibi içerisinde bulunan cisme yukarı yönlü kaldırma kuvveti uygular. Bu kuvvetin büyüklüğü cismin hacmine ve gazın yoğunluğuna bağlıdır.



## 2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıda verilen soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

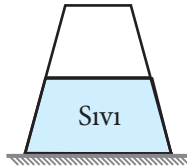
1. Ucunun alanı  $S_1$ , tepesinin alanı  $S_2$  olan raptiye iki parmak arasına alınıyor.



$10S_1 = S_2$  olduğuna göre raptiyenin parmaklara uyguladığı  $P_1$  ve  $P_2$  basınçları ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $P_1 = P_2$                       B)  $10P_1 = P_2$   
C)  $P_1 = 10P_2$                       D)  $P_1 = 5P_2$

2. Düşey kesiti şekildeki gibi olan kesik koni şeklindeki kabın içerisinde bir miktar sıvı vardır. Kap bu şekildeyken tabanındaki sıvı basıncı  $P$  kadardır.



Buna göre, kap ters çevrildiğinde sıvının kap tabanına yaptığı basınç nasıl değişir?

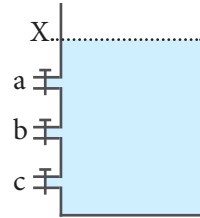
- A) Artar.  
B) Azalır.  
C) Değişmez.  
D) Önce azalır sonra artar.

3. Bir katı cismin bulunduğu yüzey üzerinde ağırlığından dolayı oluşturduğu basıncın bazen büyük olması istenir.

**Buna göre aşağıda tanımlanan durumlardan hangisi basıncın büyüklüğünü arttırmak için yapılmıştır?**

- A) Traktörlerin toprağa saplanmaması için geniş tekerlekli yapılması  
B) Rayların şekil bozukluğuna uğramaması için trende tekerlek sayısının arttırılması  
C) Ekmeğin daha kolay kesilmesi için bıçağın keskinleştirilmesi  
D) Karda daha rahat yürümek için kar ayakkabısı kullanılması

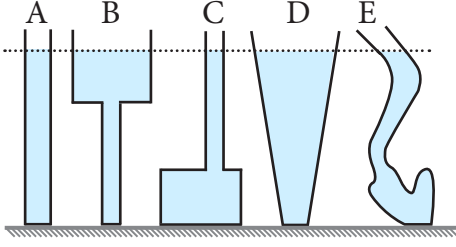
4. Şekildeki kap X seviyesine kadar  $d$  öz kütleli sıvı ile doludur.



**Buna göre özdeş a, b ve c muslukları aynı anda açılırsa hangi musluktan çıkan suyun akış hızı en fazladır?**

- A) Yalnız a  
B) Yalnız c  
C) b ve c  
D) Hepsinin akış hızı aynıdır.

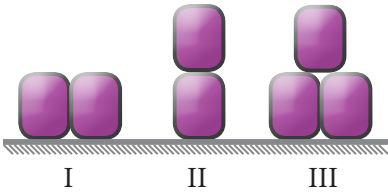
5. Şekildeki A, B, C, D ve E kaplarında eşit yükseklikte sıvı vardır.



Buna göre kapların tabanlarında oluşan sıvı basıncı sıralaması hangi seçenekteki gibidir?

- A)  $B > A > C > D > E$   
 B)  $A = B = C = D > E$   
 C)  $D > B > C > A > E$   
 D)  $A = B = C = D = E$

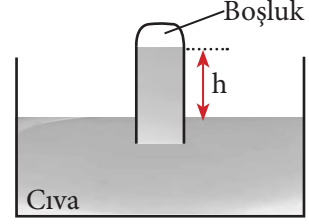
6. Her birinin ağırlığı 10 N olan bakırdan yapılmış küpler aşağıda verilen I, II ve III şekillerindeki gibi yatay düzlem üzerine yerleştirilmiştir.



Buna göre I, II ve III şekillerinde yüzeyde oluşan basınçların sıralaması nasıldır?

- A)  $P_I > P_{II} > P_{III}$       B)  $P_{II} > P_{III} > P_I$   
 C)  $P_{III} > P_I = P_{II}$       D)  $P_I = P_{II} = P_{III}$

7. Aşağıdaki şekilde Toricelli deney düzeneği gösterilmiştir.



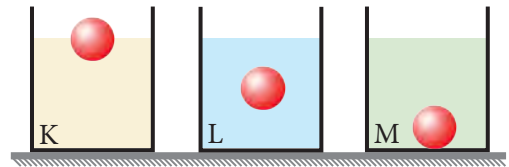
Borudaki cıva dengesi sağlandıktan sonra, cıva yüksekliği (h);

- I. borunun kesit alanına,  
 II. boşluğa hava girmiş olmasına,  
 III. borunun sıvı yüzeyi ile yaptığı açıya

niceliklerden hangilerine bağlı değildir?

- A) Yalnız I      B) I ve III  
 C) II ve III      D) I, II ve III

8. Aşağıdaki şekilde bir cismin K, L ve M sıvılarındaki denge durumları verilmiştir.



Buna göre sıvıların öz kütleleri arasında büyüklük sıralaması hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

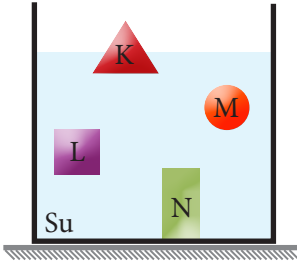
- A)  $d_K > d_L > d_M$       B)  $d_K > d_L = d_M$   
 C)  $d_L > d_M > d_K$       D)  $d_M > d_L > d_K$

9. Bir sıvı içerisinde bulunan katı bir cisim sıvıda yüzebilir, askıda kalabilir ya da batabilir.

**Buna göre aşağıdaki seçeneklerde verilen durumların hangisinde bir katı cismin sıvıda yüzmesi mümkündür?**

- A) Cismin kütlesi sıvının kütlesine eşit olduğunda
- B) Cismin kütlesi sıvının kütlesinden küçük olduğunda
- C) Cismin öz kütlesi sıvının öz kütlesinden küçük olduğunda
- D) Cismin öz kütlesi sıvının öz kütlesinden büyük olduğunda

10. Aşağıdaki şekilde hacimleri eşit olan K, L, M ve N katı cisimlerinin su içerisindeki denge durumları verilmiştir.



**Buna göre cisimlerinin ağırlıkları arasındaki ilişki hangi seçenekteki gibidir?**

- A)  $N > L = M > K$
- B)  $K = L > M > N$
- C)  $N > L > M > K$
- D)  $K = L = M = N$

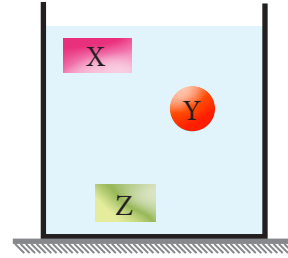
11. Sıvıların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti ile ilgili olarak,

- I. Cismin öz kütlesine bağlıdır.
- II. Kaptaki sıvı miktarı ile doğru orantılıdır.
- III. Cismin sıvıya batan hacmi ile doğru orantılıdır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız III
- B) I ve III
- C) II ve III
- D) I, II ve III

12. Aşağıdaki şekilde X, Y ve Z cisimlerinin sıvı içerisindeki denge durumları verilmiştir.



**Buna göre cisimler için,**

- I. Öz kütleleri eşittir.
- II. Kütleleri eşittir.
- III. Etki eden sıvı kaldırma kuvvetleri eşittir.

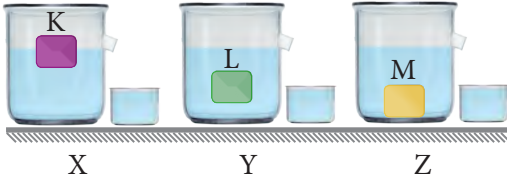
**ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?**

- A) Yalnız I
- B) I ve III
- C) II ve III
- D) I, II ve III

13. Aşağıdaki seçeneklerde verilen durumlardan hangisi Bernoulli İlkesi ile gerçekleşmez?

- A) Rüzgârlı havalarda çamaşırların daha çabuk kuruması.
- B) Uçakların uçuşması için kanatların tasarlanması.
- C) Evlerdeki su borularının tasarlanması.
- D) Gemilerin denizde yüzmesi.

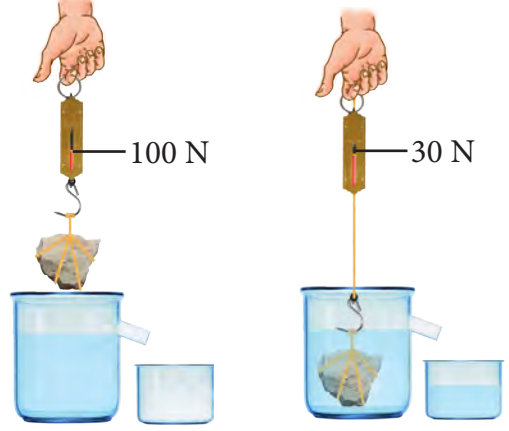
14. Aşağıdaki şekilde verilen X, Y ve Z düzeneklerinde K, L ve M cisimlerinin su içerisindeki denge durumları verilmiştir.



Buna göre X, Y ve Z düzeneklerinin hangisinde kapta ağırlaşma meydana gelmiştir?

- A) Yalnız X
- B) Yalnız Z
- C) Y ve Z
- D) X, Y ve Z

15. Bir taş parçasının havadaki ve su içerisindeki ağırlığı şekildeki gibi ölçülüyor.



Buna göre suyun taş parçasına uyguladığı kaldırma kuvveti kaç N'dur?

- A) 100
- B) 70
- C) 50
- D) 30

16. Su dolu özdeş taşıma kaplarının içine eşit hacimli X, Y, Z cisimleri atıldığında denge konumları şekildeki gibi oluyor.



Cisimlerin denge durumu bu haldeyken kaplar tartıldığında kütleleri  $m_1$ ,  $m_2$  ve  $m_3$  arasındaki ilişki hangi seçenekteki gibi olabilir?

- A)  $m_1 > m_2 > m_3$
- B)  $m_1 > m_2 = m_3$
- C)  $m_2 > m_3 > m_1$
- D)  $m_1 = m_3 > m_2$

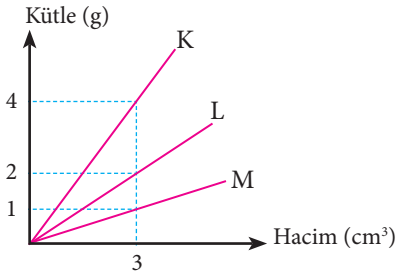
17. Sakarya Nehri'nden Karadeniz'e geçen bir gemi için;

- I. batan kısmının hacmi,
- II. kaldırma kuvveti,
- III. ağırlığı

değerlerinden hangileri değişmez?

- A) Yalnız II
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) II ve III

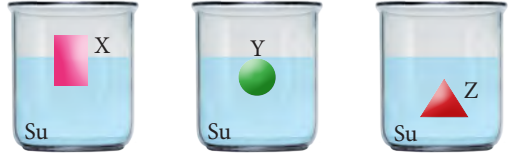
18. K, L ve M katı maddelerinin kütle hacim grafiği şekilde verilmiştir.



Cisimler özgül ağırlığı  $1 \text{ g/cm}^3$  olan suyun içerisine konulduklarında denge durumları hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

- |    | K            | L            | M     |
|----|--------------|--------------|-------|
| A) | Batar        | Askıda kalır | Yüzer |
| B) | Askıda kalır | Batar        | Yüzer |
| C) | Batar        | Yüzer        | Yüzer |
| D) | Yüzer        | Batar        | Batar |

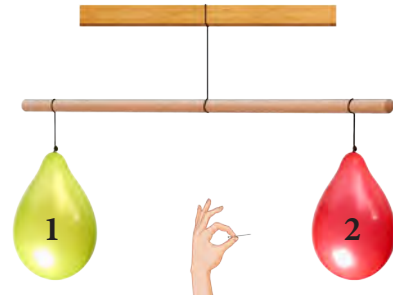
19. Hacimleri eşit X, Y, Z cisimleri suyun içerisinde şekildeki gibi dengede kalıyor.



Buna göre cisimlerin özgül ağırlıkları sıralaması hangi seçenekte gibidir?

- A)  $d_Z > d_Y > d_X$
- B)  $d_Y > d_X > d_Z$
- C)  $d_Y = d_Z > d_X$
- D)  $d_X > d_Y > d_Z$

20. İki özdeş lastik balon içerisine eşit hacimde gaz konularak şişiriliyor. Balonlar bir kalasın iki ucuna asılarak sistemin yatay dengeye gelmesi sağlanıyor.



2 numaralı balon şekildeki gibi iğne batırılarak patlatılırsa aşağıdaki durumlardan hangisi gözlenir?

- A) Sistem 1. balon tarafına doğru eğilir.
- B) Sistem 2. balon tarafına doğru eğilir.
- C) Sistemin dengesi bozulmaz
- D) Sistem önce 1. balon tarafına doğru eğilir sonra yatay dengeye gelir.



## A

**akışkan:** Akma özelliği olan

**altimetre:** Rakım veya irtifayı ölçmekte kullanılan cihaz

**ampermetre:** Elektrik akımının şiddetini ölçmeye yarayan aygıt, akımölçer

**atmosfer:** Yerküreyi saran hava tabakası, gaz küre

## B

**barometre:** Atmosfer basıncını ölçmeye yarayan alet

**batimetre:** Deniz düzeyinde su içinde kaç metre aşağıda olduğunu gösteren alet

## D

**dinamik:** Kuvvetle hareket arasındaki ilişkileri inceleyen fizik dalı

**direnç:** Bir etkiye karşı koyma, engelleme ya da maddenin elektrik akımına karşı koyma özelliği

**diyamanyetik madde:** Bağıl manyetik geçirgenliği 1'den küçük olan maddelerdir.

## E

**elektrik akımı:** Yük taşıyan parçacıkların hareketidir.

**elektromanyetik:** Elektromanyetiği bulunan ya da bununla ilgili olan

**elektromıknatıs:** Elektrik akımı kullanılarak demirden elde edilen mıknatıstır.

**elektron:** Atomları oluşturan üç temel parçacıktan eksi yüklü olanı

## F

**ferromanyetik madde:** Bağıl manyetik geçirgenliği 1'den çok büyük olan maddelerdir.

## G

**gaz:** İçinde bulunduğu kabın, her yanına yayılan ve kabın iç yüzeyinin her noktasına basınç yapma özelliğinde olan madde

**gözlem:** Canlı ve cansız varlıkları herhangi bir bilgiye ulaşmak amacıyla belirli takip ve kayıt yöntemleri kullanarak gözle dikkatle izleme

## H

**hacim:** Maddenin uzayda kapladığı yer

**hidrostatik:** Durgun sıvı

**hoparlör:** Elektrik akımı değişimlerini ses titreşimlerine çeviren alettir.

## İ

**ibre:** Ölçü aletleri, saat ve göstergelerde sayı ya da işaret göstermeye yarayan hareketli iğne

**iletken:** Elektrik ve ısı iletim kabiliyeti olan maddeler

**ilke:** Deneyle kanıtlanabilen gerçek, prensip

## K

**krampon:** Bir çeşit futbol ayakkabısı

**kristal:** Billur, billurdan yapılmış

**kuvvet:** Cisimlerin şekillerinde ve hareket durumlarında değişiklik yapabilen etken

**kütle:** Madde miktarı ile ilgili bir özellik

## M

**manometre:** Göz veya sıvı akışkanların basıncını ölçmek için kullanılan alet

**manyetik geçirgenlik:** Bir malzemenin manyetik alan etkisinde edinmiş olduğu mıknatıslık özelliğinin derecesidir

**mıknatıs:** Demir, nikel ve kobaltı çeken maddelerdir

## Ö

**ötelenme:** Bir yerden başka yere dönme hareketi yapmadan gitme

**öz kütle:** Bir maddenin birim hacminin kütlesi

**özdeş:** Her özelliğiyle aynı nesnelere

**özdirenç:** Her cismin elektrik akımına karşı gösterdiği direnç

## P

**palet:** Sanayide çeşitli amaçlarla kullanılan yaygın ve geniş levha

**paramanyetik madde:** Bağlı manyetik geçirgenliği 1'den biraz fazla olan maddelerdir.

**periskop:** Denizaltılarında kullanılan ve denizin altından deniz yüzeyindeki cisimleri görmek için kullanılan bir dürbündür.

**piezoelektrik:** Bazı malzemelere uygulanan mekanik basınç sonucunda malzemenin elektrik alan ya da elektriksel potansiyel değiştirme yeteneğidir.

**pipet:** Sıvıları, solukla içine çekip kaptan kaba aktarmaya yarayan cam ya da boru

**piston:** Bazı araçlarda, motorlarda bir silindir içinde düzenli hareket eden daha küçük çaplı silindir

## R

**reosta:** Ayarlanabilir direnç

## S

**simülasyon:** Sistem nesnelere arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir.

## T

**tansiyon:** Dolaşım sistemi atardamarları içindeki kanın basıncıdır.

**tas:** Genellikle içine sulu şeyler koymak için kullanılan kap

**teğet:** İki geometrik cismin, birbirine sadece bir noktadan temas ettiklerinde oluşan geometrik durum.

## V

**vantuz:** Altındaki havayı emerek yüzeye yapışan cisim.

**voltmetre:** Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkını ölçmeye yarayan ölçü aleti

**vurgun yemek:** Kısa sürede yüksek basınçlı bir bölgeden alçak basınçlı bir bölgeye geçilmesi nedeniyle vücutta gaz kabarcıklarının oluşmasına bağlı olarak görülen rahatsızlık.

## Z

**zeplin:** Bir tür hava taşıtı

## KAYNAKÇA

- BALKAN, Naci, Ayşe EROL, Çevremizdeki Fizik, TÜBİ-TAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 2012.
- CUTNELL, John D., W. Johnson KENNETH, Physics, John Wileyand Sons, Inc., USA, 2007.
- GIANCOLI, Douglas C., Fen Bilimcileri ve Mühendisleri İçin Fizik, 4. Baskı, çev.: Gülsen ÖNENGÜT, Pearson Education Yayıncılık, Ankara, 2009.
- Haber, Schaim, Cross, Dodge, W., PSSC Physics, D., C., Heath and Co., USA, 1971.
- Hewitt, P., G., Conceptual Physics, Harper Collins College Publishers, Tenth Edition, New York, 2005.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı, Ankara, 2018.
- Sears, Zemansky, Young, University Physics, Addison Wesley Publishing Co., USA, 1987.
- Serway, Beichner, Fizik-2, Beşinci Baskı, Palme Yayıncılık, Ankara, 2002.
- Serway, A., R. - Beichner, R., J., Fizik 1, 2, 3, (çev. K. Çolakoğlu), Palme Yayıncılık, Ankara, 2009.
- TDK, Türkçe Sözlük, Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 2013.
- TDK Yazım Kılavuzu, TDK Yayınları, Ankara, 2012.
- YOUNG, Hugh D.; Roger A. FREEDMAN, Sears ve Zemansky'nin Üniversite Fiziği, Cilt 1, 12. Baskı, çev.: ÜNLÜ, Hilmi (Editör), GİZ, Ahmet T., HORTAÇSU, Mahmut Ö. ve diğerleri, Person Education Yayıncılık, Ankara, 2011.
- YOUNG, Hugh D.; Roger A. FREEDMAN, Sears ve Zemansky'nin Üniversite Fiziği, Cilt 2, 12. Baskı, Çev.: ÜNLÜ, Hilmi(Editör), GİZ, Ahmet T., HORTAÇSU, Mahmut Ö. ve diğerleri, Person Education Yayıncılık, Ankara, 2011.



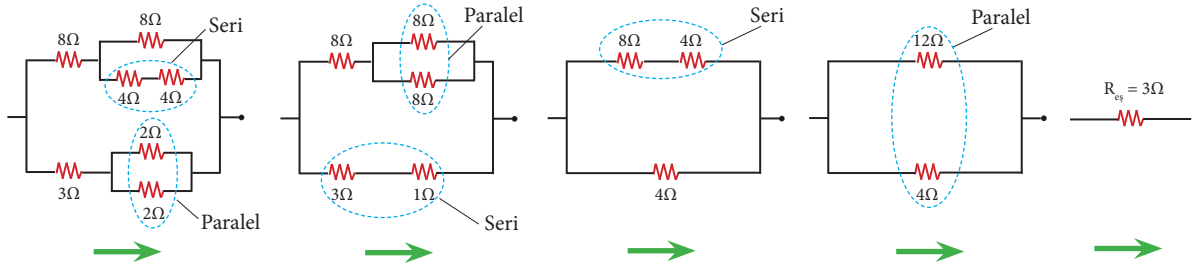
## 1. ÜNİTE UYGULAMA SORULARI ÇÖZÜMLERİ

### 1. UYGULAMA

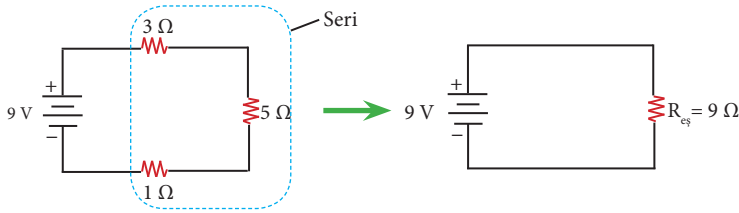
- Gümüş ve altın farklı maddeler olduğu için boy ve kalınlıkları aynı olmasına rağmen dirençleri farklıdır.
- Telin direnci boyu ile doğru orantılıdır. Bakır tel kesilerek boyu yarıya indirilirse direnci de yarıya düşer. Yeni durumda bakır telin direnci  $2 \Omega$  olur.
- Elektrik iletimi katı iletkenlerde elektronlarla, sıvı iletkenlerde iyonlarla, gaz iletkenlerde ve plazmalarda ise elektronlar ve iyonlarla sağlanır.

### 2. UYGULAMA

- Şekilde verilen devrenin eş değer direnç değerini bulma aşamaları aşağıda verilmiştir.



- Devredeki bütün dirençler seri bağlanmıştır. Devrenin eş değer direnci  $R_{eş}$



$R_{eş} = 3 + 5 + 1 = 9 \Omega$  olarak bulunur. Bu durumda devre şekildeki gibidir

$V = 9$  volt değeri ve eş değer direnç değeri  $R = \frac{V}{I}$  eşliğinde yerine yazılırsa devreden geçen akım şiddeti

$$9 = \frac{9}{I} \text{ ve } I = 1 \text{ A olarak bulunur.}$$

- 
3. Dirençler seri bağlı olduğu için en büyük potansiyel farkı dirençlerin uçları arasında oluşan potansiyel farkları toplamına eşittir.  $V_{\text{toplam}} = 20 \text{ V}$  olur. Bu durumda  $R_2$  direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı  $4 \text{ V}$ 'dur. Toplam potansiyel farkının  $20 \text{ V}$  olabilmesi için  $R_1$  direncinin uçları arasındaki potansiyel farkının  $20 \text{ V} - 4 \text{ V} = 16 \text{ V}$  olması gerekir.

$R_1$  direnci üzerinden geçen akımın değeri ohm yasasından

$$R = \frac{V}{I} \text{ ve } 4 = \frac{16}{I} \text{ yazılır. Buradan akım şiddeti } I = \frac{16}{4} = 4 \text{ A} \text{ olarak bulunur.}$$

Dirençler seri bağlandığı için üzerinden aynı akım geçer.  $R_2$  direnci için ohm yasası yazılarak değeri hesaplanır.

$$R_2 = \frac{4}{4} = 1 \Omega \text{ olarak bulunur.}$$

### 3. UYGULAMA

1. Üreteçlerin paralel bağlanması ve üreteç sayısının artması her bir pilden geçen akım şiddetini azaltarak ömürlerini uzatır. Üreteçler seri bağlandığında ise üzerinden geçen akım şiddeti artacağından üreteçlerin kullanım süresi azalır.
2. Devredeki eş değer gerilim  $V_{\text{eş}} = 2 + 3 + (-5) = 0$ 'dır. Elde edilen bu sonuç devrede elektrik akımının oluşması için gerekli enerjinin olmadığını gösterir. Bu durumda devre akımı  $I = 0$ 'dır yok demektir.

### 4. UYGULAMA

1. Baraj kapakları açılmadan önce barajda biriken su potansiyel enerjiye sahiptir. Kapaklar açıldığında potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür ve türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinlerin dönmeye başlamasıyla mekanik enerji elektrik enerjisine dönüşür. Şehir şebekesine bağlı çamaşır makinesi çalıştırıldığında makine kazanının dönmesiyle elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşmüş olur.
2. Lambanın parlaklığı elektriksel güç ile ifade edilir. Buna göre (a) devresinde elektriksel güç  $P = V_2 / R$  kadardır. (b) devresine 2 ampülü bağlandığında aynı dirence sahip 1 ve 2 numaralı ampullerin uçları arasındaki potansiyel farkı  $V/2$  olur. Bu durumda lambaların parlaklıkları

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 = (V/2)^2 / R \\ &= V^2 / 4R \\ &= P / 4 \text{ sonucuna ulaşılır.} \end{aligned}$$

## 1. ÜNİTE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
C	B	D	B	A	A	D	B	B	D	A

12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
C	D	B	D	B	B	A	B	B	D	C

## 2. ÜNİTE UYGULAMA SORULARI ÇÖZÜMLERİ

### 1. UYGULAMA

1. Cisim ters çevrildiğinde, cismin temas yüzeyi azalır. Bu nedenle basınç artar. Cismin ağırlığı değişmediğinden basınç kuvveti değişmez.
2. Sıvı ikinci kaba konulduğunda sıvı yüksekliği artacağı için basınç artar. 2. kabın taban alanı 1. kabın taban alanından küçük olduğu için basınç kuvveti azalır.
3. K ve L cisimlerinin temas yüzey alanları ve yüzeye uyguladıkları basınç eşit olduğuna göre ağırlıkları da eşit olmak zorundadır. L cismi ters çevrilip K cismi üstüne konulduğunda toplam ağırlık  $2G$  olur. Bu yeni durumda yüzeye uygulanan basınç

$$P_{\text{toplam}} = 2G / 2A = G/A = P \text{ olur. Yani basınç değişmez.}$$

### 4. UYGULAMA

1. Tahta parçasının öz kütleinin suyun öz kütleinden küçük olması gerekir.
2. Deniz suyunun öz kütlesi göl suyunun öz kütleinden daha fazladır. Bu nedenle deniz suyunun kaldırma kuvveti daha büyük olduğundan denizde yüzmek kolaylaşır.
3. Cismin sıvı içinde askıda kalması, cismin ağırlığı ile kaldırma kuvvetinin eşit olması demektir. Bu nedenle sıvı içerisinde askıda kalan cisme etki eden kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşittir.

## 2. ÜNİTE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
C	A	C	B	D	B	B	A	C	A

11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
A	A	D	B	B	B	D	C	C	B

