

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ**

**ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK  
525MT0269**

**Ankara, 2011**

- 
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
  - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
  - **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. ELEKTRİKİ PRENSİPLER.....	3
1.1. Atomun Yapısı (Elektron Akışı, Madde, Element ).....	3
1.2. Statik Elektrik ve Dinamik Elektrik.....	6
1.3. Elektrik Akım Çeşitleri .....	7
1.3.1. Doğru (DC) Akım.....	7
1.3.2. Alternatif (AC) Akım .....	7
1.4. İletkenler, Yalıtkanlar, Yarı İletkenler ve Dirençler .....	8
1.5. Elektrik Akımının Elde Edilme Yöntemleri .....	10
1.6. Elektrik Akımının Meydana Getirdiği Etkiler .....	11
1.7. Elektrik Ölçü Birimleri .....	12
1.7.1. Gerilim Farkı Birimi (Volt) .....	12
1.7.2. Akım Şiddeti Birimi ( Amper ).....	13
1.7.3. Direnç Birim (Ohm) .....	14
1.7.4. Güç Birimi (Watt).....	16
1.8. Ohm Kanunu .....	17
1.9. Elektrik Ölçü Aletleri.....	18
1.9.1. Voltmetre .....	18
1.9.2. Ampermetre .....	19
1.9.3. Ohmmetre .....	21
1.9.4. Avometre ( Multimetre).....	23
1.9.5. Kablo Üstü Ampermetre.....	24
UYGULAMA FAALİYETİ .....	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	30
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	33
2. ELEKTRİK DEVRELERİ .....	33
2.1. Elektrik Devre Elemanları .....	33
2.2. Seri Devre .....	35
2.3. Paralel Devre.....	36
2.4. Karışık Devre .....	38
2.5. Elektrik Devrelerinde Voltaj Düşmesi .....	38
UYGULAMA FAALİYETİ .....	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	44
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	46
3. MANYETİZMA VE ESASLARI .....	46
3.1. Manyetik Alanın Tanımı ve Özellikleri .....	46
3.2. Elektrik Alanının Manyetik Etkisi .....	47
3.3. Elektromıknatıslar .....	49
UYGULAMA FAALİYETİ .....	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	53
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	54
CEVAP ANAHTARLARI .....	57
KAYNAKÇA .....	59

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>525MT0269</b>
<b>ALAN</b>	<b>Motorlu Araçlar Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Araçlarda Temel Elektrik</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Araçlarda temel elektrik prensipleri, elektrik ölçme aletleri, elektrik devre çeşitleri ve elemanları hakkında bilgi içeren bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Temel elektrik ve elektronik işlemlerini yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Araç üzerinde elektrik devrelerin arızalarını teşhis etmede gerekli alt yapıyı oluşturabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. Çalışan basit elektrik devrelerini, standart değerlerine ve kataloglarına uygun şekilde kurabilecek ve devre elemanlarının gerilim, akım şiddeti, direnç değerlerini ölçebileceksiniz. 2. Çalışan seri, paralel ve karışık elektrik devreleri kurarak devre elemanlarının gerilim, akım şiddeti, direnç değerlerini ölçebileceksiniz. 3. Elektriğin manyetik ve kimyasal etkisi deneyini fizik ve kimya değerlerine uygun yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Araç elektrik ve elektronik atölyesi <b>Donanım:</b> Elektrik ve elektronik devre elemanları, deney panoları, avometre ( analog ve dijital)
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

İçinde bulunduğumuz çağ bilgi ve iletişim çağıdır. Teknolojideki birçok yenilik bu çağda bulunmuş ya da geliştirilmiştir. Kimyadan otomotive, tıptan endüstriye elde edilen tüm başarılı sonuçlar insanların daha rahat, daha sağlıklı ve daha güven içinde yaşamalarını sağlamıştır. Bu gelişmelerin hepsinin de altında elektrik ve elektronikte elde edilen başarılı sonuçlar yatmaktadır. Örneğin, aydınlatmada, ısıtmada, eğlencede, bilgisayar teknolojisinde ve internet iletişimde kullanılan tüm parçalar elektrik ve elektronik prensipleriyle çalışan elemanlardan oluşmaktadır.

İnsanoğlunun ilk zamanlarda büyük korkular yaşadığı, sonra tapındığı (yıldırım gibi) elektrik, günümüzde adeta her şeyimizi kuşatan bir enerji hâline gelmiştir. Şehirde elektrik kesildiği an neredeyse tüm yaşamın durduğuna hepimiz tanık olmuşuzdur. O zaman nedir bizi bu kadar etkileyen sebep?

Hayatımızı kolaylaştıran, güzelleştiren ve hızlandıran elektrik denilen olgu, atomik bir parçanın hareketinden başka bir şey değildir.

Bu modülde elektriğin ne olduğunu, çeşitlerini, kullanım alanlarını, elektriksel büyüklükleri ve ölçümlerini, elektrik devre elemanlarını, bağlantı çeşitlerini ve elektrik motorlarının çalışma prensiplerini öğreneceksiniz. Sizden öncekilerin geliştirip buraya kadar getirdiklerini, sizler daha da ileriye taşıyacak ve otomotiv teknolojisine yeni katkılar sağlayacaksınız.

Özellikle son yıllarda üretilen araçlarda ve üretim merkezlerinde robotların kullanılması, tüm işlerin bilgisayar destekli yapılması ve otomotivde üretilen tüm sistemlerin (hidrolik-pnömatik, mekanik gibi) elektrik ve elektronik kontrollü olması nedeni ile bu modül şimdi ve gelecek yıllarda da kullanabileceğiniz önemli bir kaynak olacaktır.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Çalışan basit elektrik devrelerini, standart değerlerine ve kataloglarına uygun şekilde kurabilecek ve devre elemanlarının gerilim, akım şiddeti, direnç değerlerini ölçebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Elektrik devre elemanlarının çeşitlerini piyasada bulunan elektrik parça satıcılarından temin ederek inceleyip yapısı hakkında bilgi edinerek bir rapor hâlinde sınıfa ve öğretmeninize anlatınız.

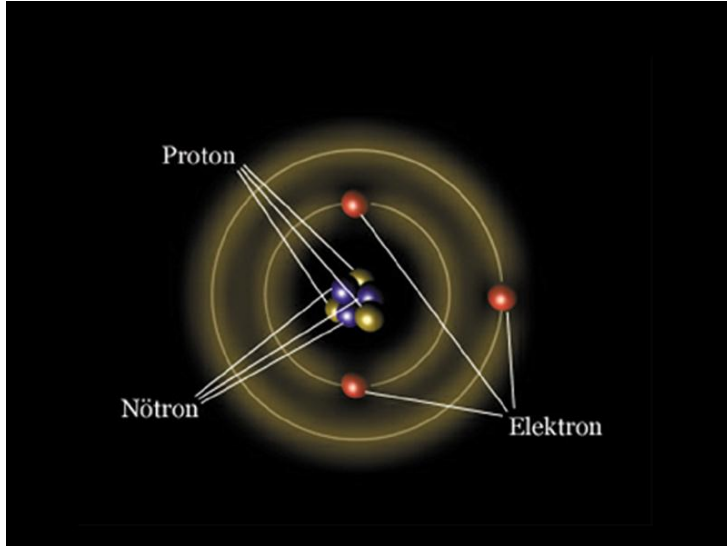
## 1. ELEKTRİKİ PRENSİPLER

### 1.1. Atomun Yapısı (Elektron Akışı, Madde, Element )

**Atom:** Bir elementin bütün kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük birimdir. Atom, bölünebilir bir bütündür. Bir çekirdekle bunun çevresinde dolaşan elektronlardan oluşur. Şekil 1.1’de görüldüğü gibidir. Atomun büyüklüğü elementlere bağlı olarak büyük bir değişiklik göstermez. Buna karşılık, çekirdeğin büyüklüğü kütleyle doğru orantılı olarak artar. Atom çekirdeğinde artı (+) elektrik yüklü protonlarla elektrik yükü olmayan nötronlar bulunur. Bir atomun çekirdeğinin çevresinde, proton sayısı kadar elektron döner. Her elektron (-) eksi elektrik yükü taşır. Atom denilince elektriksel açıdan yüksüz bir birim akla gelmelidir.

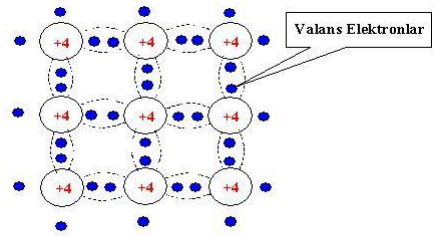
Elektronlar, çekirdeğin çevresinde belirli enerji düzeylerinde, belirli sayılarda, maksimum 7 yörünge üzerinde hareket eder. Her yörünge belli sayıda elektron alabilir (2, 8, 18, ....). Bir atomun en dış enerji düzeyinde en az 1 en çok 8 elektron bulunabilir. En dış enerji düzeyinde 8 elektron bulunduran elementler soy gazlardır. Bir soy gaz olan helyum bu kuralın dışında kalır çünkü helyumun en dış enerji düzeyinde iki elektron bulunur. Öteki elementlerse en dış enerji düzeylerinde 8 elektron olması eğilimi gösterir ve bu düzeydeki elektron sayılarını 8 yapmaya çalışır. Sekiz elektrondan fazla elektronu olan atomlar elektron verir ve sekiz elektrondan eksik elektronu olanlar da çevredeki bir elementten fazla elektronları alır. Böylece iki element arasında elektron alışverişi olur. Bir atomun en dış yörüngesinde 8 elektron bulundurmamak için elektron alışverişi yapması olayına “oktete ulaşma” denir.

Bazı maddelerin atomları elektron vermeye yatkındır. Bir atomun dış yörüngesinde dörtten az elektron varsa madde iletken, dörtten fazla elektron varsa yalıtkan niteliği kazanır. Elektron sayısı dörtse madde yarı iletkendir (silisyum, germanyum, karbon ...).



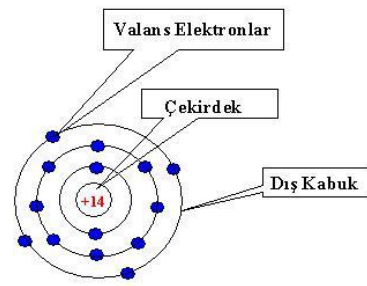
**Şekil 1.1: Atomun yapısı**

Birçok atom yan yana dizildiğinde birbirine bağlanıp kristal yapı oluşturur. Bu bağlantı dış yörüngedeki valans elektronları ortak kullanılarak oluşturulur. Bu bağlantıya kovalent bağ (covalent bonding) adı verilmektedir. (Şekil 1.2).



**Şekil 1.2: Atomun yapısının dizilişi**

Yandaki Şekil 1.3'te gösterilen silikon atomunun elektronları en iç yörüngede 2 adet, ortada 8 adet ve en dışta ise 4 adet olarak dizilmiştir. Bunların iç ve orta yörüngede olan 10 tanesi atomun çekirdeğine oldukça sıkı bağlı olup en dıştaki 4 adedi ise gevşektir. En dıştaki 4 adet valans elektron, yarı iletken içindeki elektrik akımını sağladıkları için ayrıca önemlidir. Şekil 1.3'te görülmektedir.

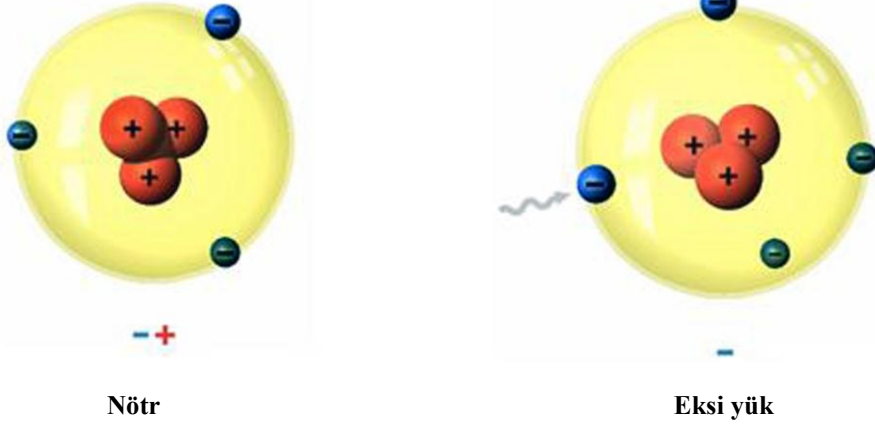


**Silikon Atomu**

**Şekil 1.3: Silikon atomu**

Şekil 1.4'te bir atomdaki elektrik yükleri görülmektedir.

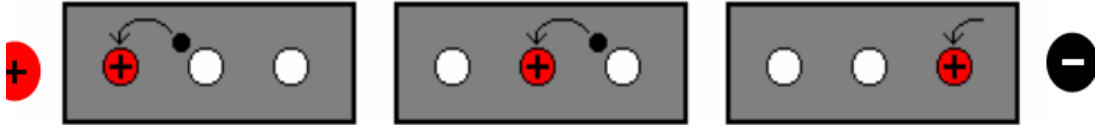




Şekil 1.4: Atomun elektrik yükü

### Elektron Akışı

Potansiyel fark sonucu iletkendeki elektronların hareketine elektron akışı denir. Bu akışın olabilmesi için üreteç, potansiyel fark, iletken ve devrenin kapalı olması gerekir. Şekil 1.5 'te elektron akışı görülmektedir.



Şekil 1.5: Elektron akışı

**Madde:** Uzayda yer kaplayan ağırlığı ve hacmi olan her şeye madde denir.

#### ➤ Maddenin fiziksel hâlleri

Atom ya da molekül denilen tanecikler birbirine çok yakınsa birbirinden bağımsız hareket edemiyorsa hareketleri sonucunda maddenin şekli değişmiyorsa bu durumda madde katıdır. Eğer tanecikler arası uzaklık biraz artmış, tanecikler birbirinden kısmen bağımsız hareket edebiliyorsa ya da tanecikler birbiri üzerinden kayıyorsa (madde bir yerden bir yere akıyorsa) o zaman bu madde sıvıdır. Maddenin tanecikleri birbirinden bağımsız hareket ediyorsa koyuldukları bütün kapları dolduruyorsa o zaman bu madde gazdır. Bu katı, sıvı ve gaz olma durumlarına maddenin fiziksel hâlleri denir.

**Element:** Doğada saf olarak bulunan basit maddelere denir (alüminyum, altın, gümüş, krom vb.). Elementler bir araya getirilerek bileşikleri veya alaşımları oluşturur. Örneğin, hidrojen ile oksijen birleştirilerek su oluşturmaları gibi



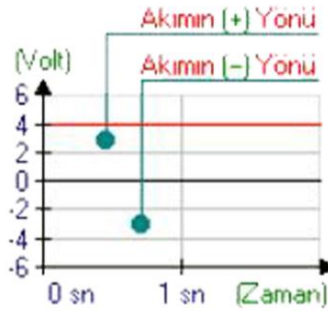
### ➤ Dinamik (Hareketli) elektrik

Pozitif ve negatif elektrik yükü ile yüklenmiş iki madde, elektronların geçişini sağlayabilen bir yol ile birleştirilirse maddelerin birindeki fazla elektron diğer maddeye hızla hareket ederek elektron akışı oluşturur. Değişik yüklere sahip bu iki madde arasındaki elektron akışına elektrik akımı, bu olaya da hareketli elektrik denir. Elektron akışı elektrikselsel yönden denge sağlanana kadar devam eder. Elektrik akımının tesirinden yararlanabilmek için akışın devamlı hâle getirilmesi gerekir. Bunu sağlayabilmek için kutuplar arasında sürekli elektron farkı yaratabilecek bir kaynağın (üreticinin) bulunması gerekir. Devrede elektriğin akışından etkilenen bir eleman(alıcı) ve gerektiğinde elektrik akışını durduran veya başlatan bir anahtar olmalıdır. Bazı durumlarda alıcının emniyetini sağlamak amacıyla devreye bir sigorta eklenir. Üreticinin elektron fazlalığı olan ucuna negatif kutup, elektron eksikliği olan ucuna da pozitif kutup denir. Elektronların alıcı üzerinden geçişi alıcının yapısına göre ısı, ışık gibi etkiler oluşturur.

## 1.3. Elektrik Akım Çeşitleri

### 1.3.1. Doğru (DC) Akım

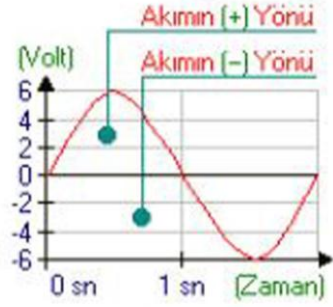
Doğru akım, zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akımdır. Doğru akım genelde elektronik devrelerde kullanılır. En ideal doğru akım en sabit olanıdır. En sabit doğru akım kaynakları da pillerdir. Bir de evimizdeki alternatif akımı doğru akıma dönüştüren doğrultmaçlar vardır. Bunların da daha sabit olması için DC kaynağa regüle devresi eklenir. Şekil 1.7’de doğru akım grafiği görülmektedir.



Şekil 1.7: Doğru akım grafiği

### 1.3.2. Alternatif (AC) Akım

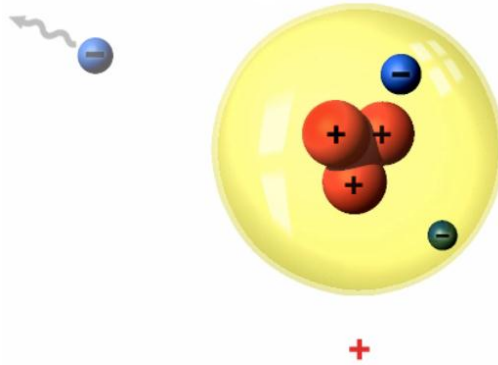
Alternatifin kelime anlamı değişkendir. Alternatif akım, zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen akımdır. Alternatif akım büyük elektrik devrelerinde ve yüksek güçlü elektrik motorlarında kullanılır. Evlerimizdeki elektrik, alternatif akım sınıfına girer. Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, aspiratör ve vantilatörler alternatif akımla çalışır. Televizyon, müzik seti ve video gibi cihazlar ise alternatif akımı doğru akıma çevirerek kullanır. Şekil 1.8’de alternatif akımın diyagramı görülmektedir.



Şekil 1.8: Alternatif akım

## 1.4. İletkenler, Yalıtkanlar, Yarı İletkenler ve Dirençler

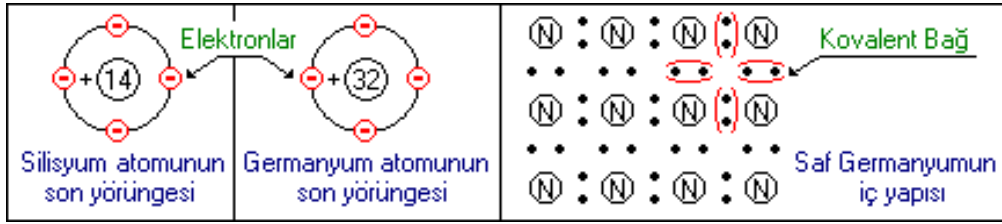
**İletkenler:** Bir maddenin iletkenliğini belirleyen en önemli faktör, atomlarının son yörüngesindeki elektron sayısıdır. Bu son yörüngeye "valans yörünge", üzerinde bulunan elektronlara da "valans elektron" denir. Valans elektronlar atom çekirdeğine zayıf olarak bağlıdır. Valans yörüngesindeki elektron sayısı 4 'ten büyük olan maddeler yalıtkan 4 'ten küçük olan maddeler de iletkenlerdir. Örneğin, bakır atomunun son yörüngesinde sadece bir elektron bulunmaktadır. Şekil 1.9'de görülmektedir. Bu da bakırın iletken olduğunu belirler. Bakırın iki ucuna bir elektrik enerjisi uygulandığında bakırdaki valans elektronlar güç kaynağının pozitif kutbuna doğru hareket eder. Bakır elektrik iletiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sebebi ise maliyetinin düşük olması ve iyi bir iletken olmasıdır. En iyi iletken altın ve gümüştür.



Şekil 1.9: İletken atomunun yapısı

**Yalıtkanlar:** Yalıtkan maddelerin atomlarının valans yörüngelerinde 8 elektron bulunur. Bu tür yörüngeler doymuş yörünge sınıfına girdiği için elektron alıp verme gibi bir istekleri yoktur. Bu sebeple de elektriği iletmez. Yalıtkan maddeler, iletken maddelerin yalıtımında kullanılır. Yalıtkan maddelere örnek olarak tahta, porselen, cam ve plastiği verebiliriz.

**Yarı İletkenler:** Şekil 1.10'te gördüğümüz gibi yarı iletkenlerin valans yörüngelerinde 4 elektron bulunmaktadır. Bu yüzden yarı iletkenler iletkenlerle yalıtkanlar arasında yer almaktadır. Elektronik elemanlarda en yaygın olarak kullanılan yarı iletkenler germanyum ve silisyumdur. Tüm yarı iletkenler, son yörüngelerindeki atom sayısını 8'e çıkarma çabasıdadır. Bu nedenle saf bir germanyum maddesinde komşu atomlar son yörüngelerindeki elektronları kovalent bağ ile birleştirerek ortak kullanır. Aşağıdaki şekilde kovalent bağı görebilirsiniz. Atomlar arasındaki bu kovalent bağ germanyuma kristallik özelliği kazandırır. Silisyum maddesi de özellik olarak germanyumla hemen hemen aynıdır. Fakat yarı iletkenli elektronik devre elemanlarında daha çok silisyum kullanılır. Silisyum ve germanyum devre elemanı üretiminde saf olarak kullanılmaz. Bunlara katkı maddeleri eklenerek pozitif ve negatif maddeler elde edilir. Pozitif (+) maddelere "P tipi", negatif (-) maddelere de "N tipi" maddeler denir. Şekil 1.10'te görüldüğü gibi



**Şekil 1.10: Yarı iletkenler**

**Dirençler:** Elektrik akımını geçişine zorluk gösteren elemanlardır. Üzerinden elektrik akımı geçtiği zaman elektrik enerjisini ısıya dönüştürür. Elektrik ve elektronik devrelerde kullanılan dirençler nikel- krom alaşımından ve karbondan yapılıdır. Farklı malzemelerden yapılan dirençlerde elektronik devrelerde kullanılmaktadır.

İletken olarak bilinen bakır, alüminyum, demir gibi metallerin de direnci vardır. Bu iletkenler boylarının çok uzun olması durumunda üzerinden geçen akıma direnç gösterir. Bir iletkenin direnci iletkenin boyuna, kesitine ve öz direncine bağlı olarak değişir.

**Özdirenç:** Bir metre boyunda bir milimetre kesitinde ve 25 °C sıcaklıktaki bir malzemenin direnci, o malzemenin özdirenç olarak tanımlanır. Özdirenç  $\rho$  ( ro ) harfi ile gösterilir.

Bir iletkenin direnci  $R = \frac{\rho \times l}{s}$  formülü ile bulunur. Burada:  
 $l$  = İletkenin boyu ( metre )  
 $s$  = İletkenin kesiti ( $\text{mm}^2$ )  
 $\rho$  = İletkenin özdirenç (  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  )

**Örnek:** Bakırdan yapılmış bir iletkenin boyu 80 m, kesiti  $0,5 \text{ mm}^2$  olduğuna göre iletkenin direncini hesaplayınız. Bakır için  $\rho = 0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ' dir.

Çözüm:

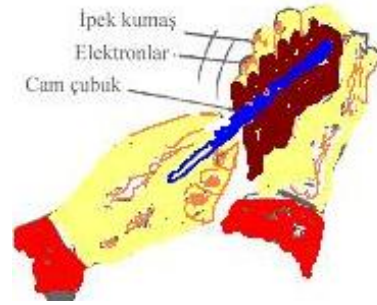
$$R = \frac{0,018 \times 80}{0,5} = 2,88 \quad \Omega \text{ olarak bulunur.}$$

## 1.5. Elektrik Akımının Elde Edilme Yöntemleri

Elektrik akımı bir elektron hareketidir. O hâlde elektrik akımı elde edebilmek için elektronları harekete geçirmemiz gerekir. Bunun için bir kuvvet kaynağına (elektromotor kuvvet emk) gerek vardır. Bu kaynak birkaç şekilde elde edilir:

### ➤ Sürtme ile elektrik elde etme

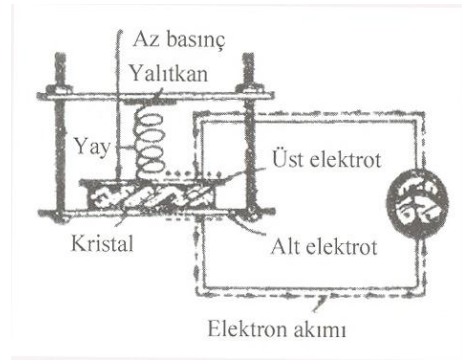
Cam çubuğun veya kehribarın kumaşa sürtülmesi ile elde edilen durgun elektriği veya yağmurlu havalarda bulutların hareketiyle oluşan sürtünmeden doğan şimşek ve yıldırım olaylarını örnek verebiliriz. Şekil 1.11'te sürtünme ile elektrik elde etme görülmektedir.



Şekil 1.11: Sürtünme ile elektriklenme

### ➤ Basınçla elektrik elde etme

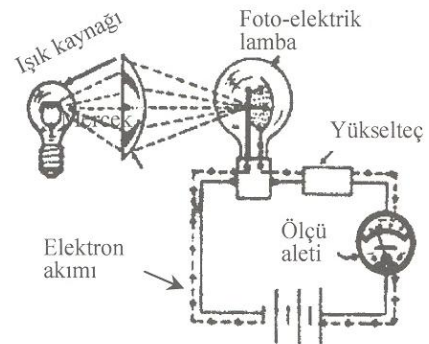
Kristal yapıları bazı maddeler mekanik basınç etkisiyle elektrik akımı meydana getirir. Şekil 1.12'te görüleceği gibidir. Bu olaya piezzo elektrik olayı denir. Bu olaydan yararlanılarak kristal mikrofonlar yapılmıştır.



Şekil 1.12: Basıncın elektrik enerjisine dönüşümü

### ➤ Işık ile elektrik elde etme

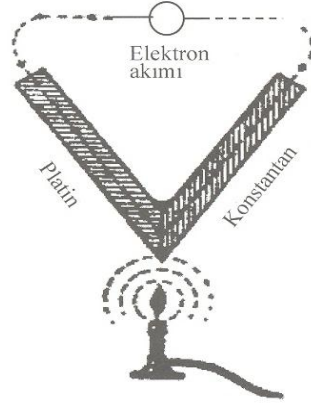
Üzerine ışık demeti yöneltildiğinde bazı maddelerde elektriklenme başlar. Şekil 1.13'da bu dönüşüm şekli açıklanmıştır. Foto-elektrik lambaları bu prensiple çalışır. Ancak bu yolla elde edilen enerji çok küçük olduğundan amplifikatör denen yükselticilerle kuvvetlendirilir. Fotosel lambaları, uzaktan kumandaları örnek verebiliriz.



Şekil 1.13: Işık enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü

➤ **Isı ile elektrik elde etme**

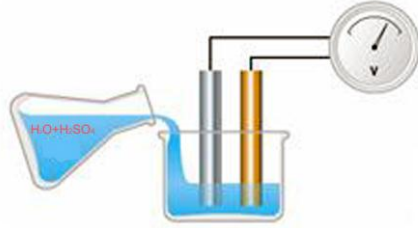
İki ayrı yapıda maden (platin-konstantan) birbirine birleştirilip birleşme yerlerinden ısıtılırsa elektrik akımı oluşur. Şekil olarak şekil 1.14 'de gösterilmiştir. Örneğin yüksek derecede sıcaklıkla çalışan fırınların sıcaklıkları bu olaydan yararlanılarak yapılan termokupl denilen ölçü aletleriyle ölçülür.



Şekil 1.14: Isı ile elektrik elde edilmesi

➤ **Kimyasal yolla elektrik elde etme**

Pil ve akülerin verdikleri elektrik enerjisi kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesi yoluyla oluşur. Şekil 1.15' de görüldüğü gibi

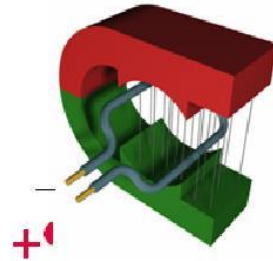


Şekil 1.15: Kimyasal yolla elektrik elde edilmesi

➤ **Manyetik yolla elektrik elde etme**

Büyük güçte elektrik enerjisi gerektiren yerlerde elektrik enerjisi daima manyetik yolla üretilir. Bu yöntem şekil 1.16'da görülmektedir. Bunun için dinamo veya alternatör denilen üreteçler kullanılır.

Alternatörler ve dinamolar mekanik enerjiyi, manyetik yolla elektrik enerjisine çevirir. (Faraday Prensibi) Bu yöntem elektrik üretimindeki en ekonomik ve güçlü yöntemdir.



Şekil 1.16: Manyetik yolla elektrik elde edilmesi

## 1.6. Elektrik Akımının Meydana Getirdiği Etkiler

- Isı etkisi (elektrikli ısıtıcılar)
- Işık etkisi (aydınlatma elemanları)
- Kimyasal etki (metal kaplama, pil vb.)
- Manyetik etki ( bobin, role, hoparlör vb.)
- Fizyolojik etki ( elektrik çarpması)

## 1.7. Elektrik Ölçü Birimleri

Bir büyüklüğü ölçmek demek, o büyüklüğü kendi cinsinden olan büyüklüğün birimi ile orantılamak veya karşılaştırmak demektir. Ölçülecek büyüklükler değiştikçe bunlara ait birimlerde değişmektedir. Elektrik tesisatlarının düzgün bir şekilde çalışmalarını kontrol için elektrikte kullanılan büyüklüklerin ölçülerek bilinmesi gerekir. Bunlar, gerilim farkı birimi Volt, akım şiddeti birimi amper, direnç birimi ohm ve elektrik güç birimi watt vb. gibi büyüklüklerdir. Bunun için de bu büyüklükleri ölçmeye yarayan ölçü aletlerine ihtiyaç vardır.

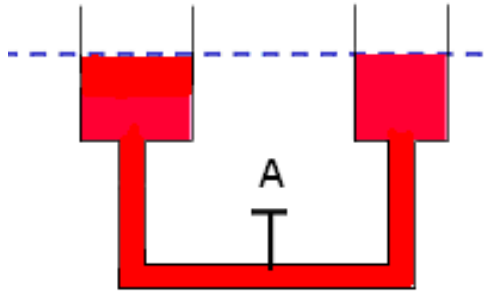
Böylece elektrik devrelerinde meydana gelen olaylar kolaylıkla anlaşılabilir olur. Ölçmeler, cihazların onarımında, arıza yerlerinin bulunmasında veya devrenin muhtelif kısımlarının çalışıp çalışmadığını kontrol etmeye yardımcı eder.

### 1.7.1. Gerilim Farkı Birimi (Volt)

Bir elektrik devresinde elektrik akımının oluşabilmesi için devrenin iki ucu arasında elektron farkının olması gerekir. Üreteç denilen bir sistemle bu elektron farkı gerçekleştirilir. Bir devrenin iki ucu (iki kutbu) arasındaki elektron sayısı farkına gerilim farkı denir. Birimi voltur. "U veya E" harfi ile ifade edilir. Direnci bir ohm olan ve içerisinde bir amper akım geçen bir iletkenin, iki ucu arasındaki gerilime bir volt denir. Volta pilinin gerilimi 1 volt olarak kabul edilmiş ve gerilim değeri olarak kullanılmıştır. Gerilim farkı voltmetre olarak adlandırılan ölçü aleti ile ölçülür. Ölçümlerde voltun as katları için mili volt ve mikro volt, üst katları için kilovolt terimleri kullanılır.

$$\begin{aligned} 1 \text{ mikro volt } (\mu\text{V}) &= 10^{-6} \text{ volt} = 0,000001 \text{ volt} \\ 1 \text{ mili volt } (\text{mV}) &= 10^{-3} \text{ volt} = 0,001 \text{ volt} \\ 1 \text{ kilovolt } (\text{kV}) &= 10^3 \text{ volt} = 1000 \text{ volt} \end{aligned}$$

Su devresi:



Şekil 1.17: Seviyeleri ve basınçları eşit olduğundan boruda su akışı olmaz

Gerilim farkını daha iyi anlayabilmek için elektrik devresine çok benzeyen su devresine bakmak gereklidir. Alt kısmından bir boruyla birleştirilmiş içi su dolu iki kap düşünelim. Başlangıçta kaplardaki su seviyeleri aynı yüksekliktedir. Bu durum, uçları arasında gerilim farkı olmayan üreteci ifade etmektedir (Şekil 1.20). İki ucu arasında herhangi bir alıcı olmayan üreticinin gerilimine o üreticinin elektromotor kuvveti denir. Kısaca



emk olarak gösterilir. A vanasını kapatıp ilk depoya su doldurduğumuzda kapların birinde seviye artarken diğerinde azalacaktır. Her iki kabın alt kısmına birer manometre bağlandığında, su seviyesi yüksek olan kabın tabanındaki basıncın yüksek, su seviyesi düşük olan kabın tabanındaki basıncın da düşük olduğu görülür. Bu basınç farkı, seviye farkından dolayı oluşmuştur. Bu durum uçları arasında gerilim farkı olan üretici ifade etmektedir(Şekil 1.18).



Şekil 1.18: Seviyeler ve basınçların eşit olmaması sonucu boruda su akışı

Kaplar arasındaki A vanası açıldığı zaman bir kaptan diğerine doğru akış meydana gelecektir. Dikkat edilirse su seviyeleri arasındaki fark akıştan dolayı azalacaktır. Seviye farkı olduğu sürece akış devam edecektir. Su seviyesi ne kadar yüksekse su o kadar basınçlı ve fazla akacaktır. Elektrik devrelerinde de durum aynıdır. Üreticinin gerilimi ne kadar fazla voltsa elektronları artı uca iten ve artı kutup tarafından elektronları çeken kuvvet o kadar büyük olacaktır. Bir üreticinin uçlarına alıcı bağlandığı zaman üreticinin geriliminde düşme meydana gelir. Üreticinin uçlarında bir alıcı varken sahip olduğu gerilime üreticinin çalışma gerilimi denir.

## 1.7.2. Akım Şiddeti Birimi ( Amper )

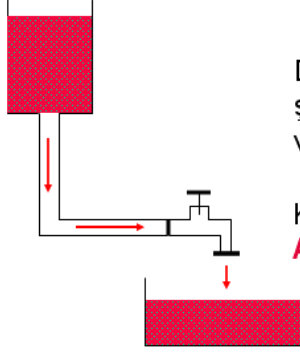
Bir elektrik devresinden saniyede akan elektron miktarını gösteren büyüklüktür. Bu yer değiştirme güç kaynağı içinde "-" den "+" ya doğru , devre içinde ise "+" dan "-" ye doğru olur. Buna elektron akışı ( akım ) denir.

Akım şiddeti birimi amperdir. Amper " I " harfiyle gösterilir. Bir elektrik devresinden bir saniyede  $6,28 \times 10^{18}$  elektron akıyorsa bu devrenin akım şiddeti bir amperdir. Elektronları saymak mümkün olmadığından bir amperi farklı şekilde tanımlamak da mümkündür. Bir kulonluk elektrik yükü  $6,28.10^{18}$  elektrona eşittir. Bir devreden bir kulonluk yük bir saniyede geçiyorsa devrenin akım şiddeti 1 amperdir. Devredeki akım şiddeti ampermetre denilen ölçü aletleriyle ölçülür.

Amperin as katları mili amper (mA) ve mikroamperdir ( $\mu$ A). Amperin üst katı ise kiloamperdir. Fakat kiloamper çok yüksek bir değer olduğu için fazla kullanılmaz.

$$1\text{mA} = 0,001 \text{ A.} \quad 1\mu\text{A} = 0,000001\text{A}$$

## AKIM ŞİDDETİ ( AMPER ) ( I ) :



Depodaki su basınç oluşturur.Suyun akım şiddeti, deponun basıncına, borunun çapına ve musluğun açılma oranına bağlıdır.

Kablo içinden geçen elektrik akımına **AKIM ŞİDDETİ** denir.

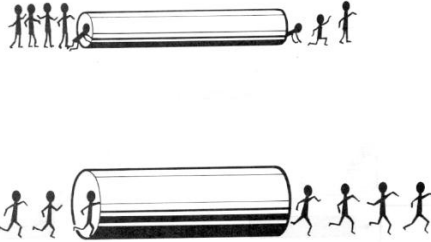
Şekil 1.19: Su devresi

Şekil 1.19’de görülen su devresinde, su basıncı nedeniyle vana açıldıktan sonra su aşağıdaki kaba akmaya başlayacaktır. Borudaki bu hareket elektrik devrelerindeki elektron hareketine benzemektedir. Akan suyun hızı depodaki suyun basıncına, borunun çapına ve vananın açılma oranına bağlıdır. Buradaki vana elektrik devresindeki anahtara, boru iletkene, depo üretece ve kap ise alıcıya benzetilebilir.

Elektrik devresinde elektron fazlalığını yani potansiyel farkını sağlayan ve elektronları harekete geçiren bir akım kaynağı (üreteç) kullanılmıştır. Akım kaynağı su deposu gibi elektron basıncı yaratır. İletken hat elektron yolunu oluştururken anahtar ise devreye enerji vermek veya devrenin enerjisini kesmek için konulmuştur. Üretecin meydana getirdiği gerilim, elektrik alıcısının çalışmasını sağlar. Alıcıyı çalıştıran, alıcıdan geçen elektron hareketidir.

### 1.7.3. Direnç Birim (Ohm)

Bir milimetre kare kesitinde ve 106,3 cm boyundaki bir cıva sütununun 0 °C’deki direncine bir ohm denir.



Şekil 1.20: Direnç

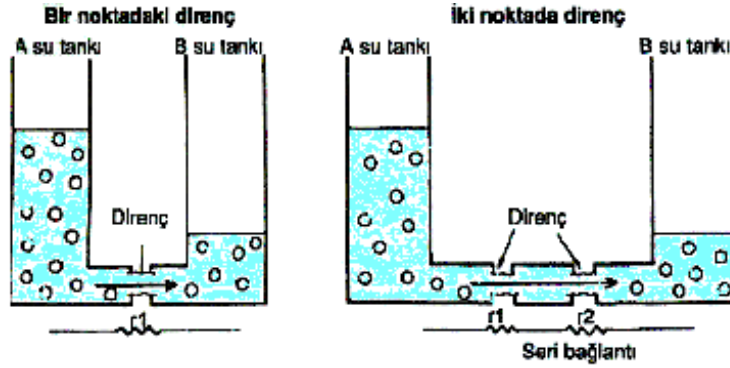
Devreye uygulanan gerilim ve akım bir uçtan diğer uca ulaşmaya kadar izlediği yolda birtakım zorluklarla karşılaşır. Şekil 1.20 ‘te boru çaplarının farklılığı direncin azlığını ya da çok olduğunu açıklamaktadır. Bu zorluklar elektronların geçişini etkileyen, sınırlayan veya geciktiren kuvvetlerdir. Bu kuvvetlere direnç denir. Basit olarak direnç elektrik akımına karşı

gösterilen zorluktur. Direnç “ R ” harfiyle gösterilir ve birimi ohm'dur. Ohm (om okunur),  $\Omega$  işaretiyle sembolize edilir.

Ohm'un as katı mili ohm'dur fakat az kullanılan bir büyüklüktür. Üst katları ise kilo ohm ( $K\Omega$ ) ve mega ohm ( $M\Omega$ ) dur.

$$1 \text{ kilo ohm (1 } K\Omega) = 1000 \Omega \quad 1 \text{ mega ohm (1 } M\Omega) = 1000 K\Omega = 1\,000\,000 \Omega$$

$$R=r \quad R=r_1+r_2$$

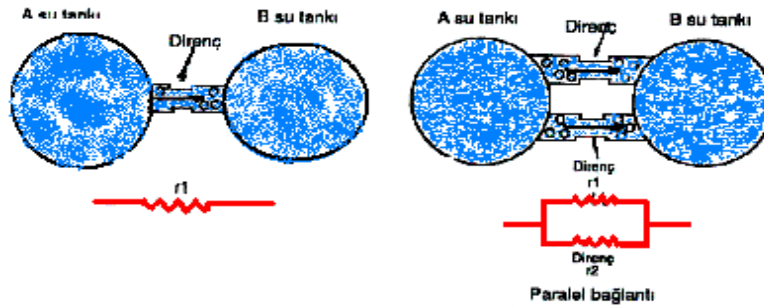


Şekil 1.21: Farklı noktalardaki direnç gösterme

Elektronik devrelerde direnç kullanırken direncin ohm olarak değerine ve watt olarak gücüne dikkat edilmelidir. Dirençler AC veya DC gerilimlerde aynı özelliği gösterir.

Bir elektrik devresinde, devreye uygulanan gerilimin devreden geçen akıma oranı daima sabittir. Devredeki her bir alıcı ayrı ayrı direnç göstermeleri Şekil 1.24'te bu olay belirtilmiştir. Devreye uygulanan gerilim arttıkça devreden geçen akım da artar. Devreye uygulanan gerilimin devreden geçen akıma oranı devre direncini verir.

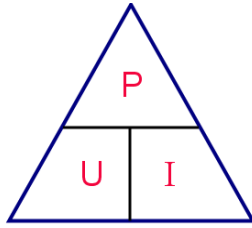
Dirençin tanımından ( $R = U / I$ ) formülü çıkarılabilir. Bu formülde (R), ohm olarak devrenin direnci; (U), volt olarak devreye uygulanan gerilim; (I) ise amper olarak devreden geçen akımdır. Sonuç olarak gerilim volt, akım amper cinsinden verilirse direnç ohm cinsinden bulunur. Bir iletkenin direnci boyuna, kesitine, sıcaklığına ve öz direncine bağlı olarak değişir. O nedenle devre oluşturulurken iletken seçimine dikkat edilmelidir. Şekil 1.21' te su bağlantısıyla direnç oluşturulması gösterilmiştir.



Şekil 1.22: Suyun gösterdiği direnç

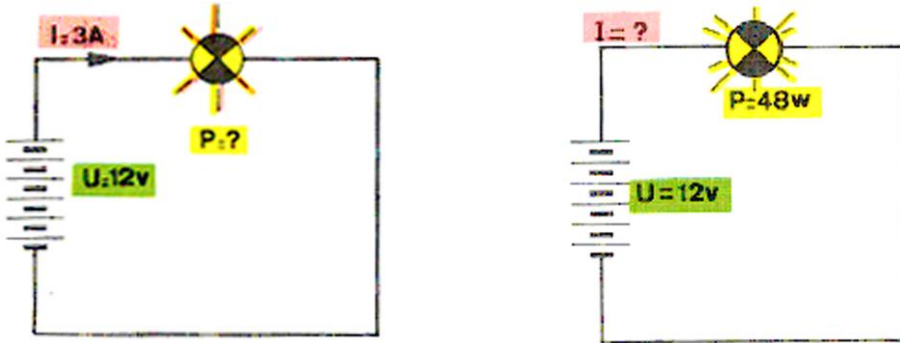
## 1.7.4. Güç Birimi (Watt)

Elektriksel güç birimi olan Watt, İskoç mühendis James Watt'tan (1736 – 1819 ) isim almıştır. Elektrikli alıcıların çalışmaları sırasında harcadıkları enerjiyi ifade etmektedir. Elektrik enerjisi bir iş yaptığı sürece bir güce sahiptir. Bir alıcının gücünün bilinmesi, kullanım yeri ve elektrik tüketimi hakkında bilgi edinmemizi sağlar. Bir alıcının veya devrenin gücü devrenin akım şiddetinin ve geriliminin bulunup çarpılmasıyla watt cinsinden elde edilir. Hesaplama formülü ve güç harcaması Şekil 1.23 ve 1.24'de gösterilmiştir. Bunun için devreye ampermetre ve voltmetre bağlanarak da güç ölçümü yapılabilir. Fakat günümüzde elektrik gücü watt metre dediğimiz ölçü aletleriyle direk kadranından okunarak ölçülebilmektedir.



$$P = U \times I$$
$$U = P/I$$
$$1 \text{ BG} = 736 \text{ Watt}$$
$$1 \text{ kW} = 1.36 \text{ BG}$$

Şekil 1.23: Güç hesaplama formülü



Şekil 1.24: Güç harcanması

Ohm kanunu'ndaki  $R = U / I$  eşitliğini burada yerine koyarsak bir formülümüz daha olur:

$$P = U \times I \text{ ya da } P = R \times I^2 \text{ olur.}$$

Örnek 1: 10 ohm değerinde bir direnç 10 voltluk bir gerilime bağlanıyor. Bu direncin gücü ne olmalıdır?

$U = R \times I$  olduğundan bu dirençten 1 amper akım geçtiğini görüyoruz. Bu direncin 1 amper akıtması için gücünün,

$$P = R \times I^2 \text{ 'den}$$

$$P = 10 \times 1 \times 1 = 10 \text{ watt olması gerekir.}$$

**Örnek 2:** 220 V şehir şebekesiyle çalışan bir elektrik ısıtıcısının çektiği akım 6 A'dır. Isıtıcının gücünü bulunuz.

$$P= U \times I$$

$$P= 220 \times 6 = 1320 \text{ W}$$

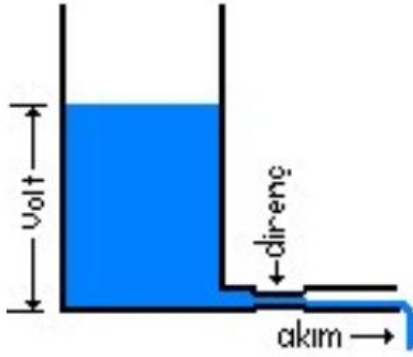
**Örnek 3:** Bir otomobil üzerinde kullanılan alıcının direnci  $3\Omega$ 'dur. Alıcının çektiği akımı ve gücü bulunuz.

$$U= R \times I \quad P= U \times I$$

$$I= U/R \quad P= 12 \times 4$$

$$I= 12/3= 4\text{A} \quad P= 48\text{W}$$

## 1.8. Ohm Kanunu

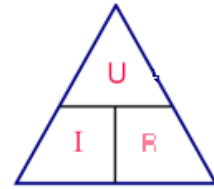


Şekil 1.26: Suyu dar boğazda gösterilen direnç

Bir elektrik devresinde akım, gerilim ve direnç arasında bir bağıntı mevcuttur. Bu bağıntıyı veren kanuna Ohm Kanunu adı verilir. 1827 yılında Georg Simon Ohm tarafından bulunmuş ve kendi adıyla anılmaktadır. Suyun sahip olduğu potansiyel enerjiye gösterilen direnç ile elektrik enerjisine gösterilen direnç aynı kuralla açıklanabilir. Şekil 1.26'de görüldüğü gibi

Ohm Kanunu: Kapalı bir elektrik devresinden geçen akım şiddeti, devrenin gerilimi ile doğru, direnci ile ters orantılıdır. Formül olarak gösterilecek olursa formüle edilmesi şekil 1.27'de görülmektedir.

$$\text{Akım şiddeti} = \frac{\text{gerilim}}{\text{direnç}} \quad I = \frac{U}{R}$$



Şekil 1.27: Ohm üçgeni

Yukarıdaki ohm üçgeninden yararlanarak istediğimiz değeri bulmak için bulunacak olanın üzeri parmakla kapatılır, geriye kalanlar formül hâline getirilir. Burada R direnç(ohm) U veya V gerilim(volt), I da akım şiddetidir(amper). Elektrik devrelerinde bir gerilimin karşısına bir direnç koyarsanız direncin müsaade ettiği kadar elektron geçebilir yani akım akabilir.

Bir devrede direnç sabit kalmak şartı ile gerilim artırılırsa akım şiddeti ona bağlı olarak artmaktadır. Yani devredeki gerilim akım şiddetiyle doğru orantılıdır.

Bir devrede gerilim sabit kalmak şartı ile direnç arttırıldıkça akım azalır. Yani devre akımı direnç ile ters orantılıdır.

**Örnek 1:** Bir elektrik ocağı teli 440 ohm olsun. Bununla yapılan elektrik ocağı ne kadar akım akıtır?

$$U = R \times I \quad 220 = 440 \times I \quad I = 440/220 = 0.5 \text{ amper olduğunu görürüz.}$$

**Örnek 2:** Bir otomobil üzerinde kullanılan alıcının direnci 3 ohm'dur. Alıcının çektiği akımı ve gücünü bulunuz.

$$U = I \cdot R \quad P = U \cdot I$$

$$12 = I \cdot 3 \quad P = 12 \cdot I$$

$$I = 12/3 = 4 \text{ A} \quad P = 48 \text{ W}$$

**Örnek 3:** Bir otomobil üzerinde kullanılan far ampülü 60 W gücündedir. Ampulün çektiği akımı bulunuz.

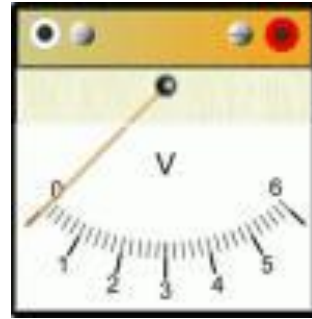
$$P = U \cdot I$$

$$60 = 12 \cdot I$$

$$I = 60 / 12 \quad I = 5 \text{ A}$$

## 1.9. Elektrik Ölçü Aletleri

### 1.9.1. Voltmetre



Resim 1.1: Voltmetre

Voltmetreler analog ve dijital olmak üzere iki tipte yapılmıştır. Resim 1.1'de görüldüğü gibi

Elektrikte gerilim ölçen aletlere voltmetre denir. Voltmetre elektrik devrelerine **paralel** olarak bağlanır yani devrenin iki ucu arasındaki potansiyel fark ölçüleceğinden bağlantı paralel yapılmalıdır. Voltmetreler ölçme amacıyla bağlandıkları devrede önemli bir değişiklik yapmamalı ve ölçme yaparken fazla güç sarfiyatı olmamalıdır. Bunu sağlamak için devreye paralel bağlandıklarından içlerinden geçen akımın çok küçük olması gerekir. Akımın çok küçük olması için de voltmetrelerin içerisindeki bobin telinin ince olup sarım sayısının fazla olması gerekmektedir. Bu nedenle voltmetrelerin iç dirençleri çok büyüktür. Yanlışlıkla voltmetre devreye seri bağlanırsa iç dirençleri büyük olduğundan alıcının normal

çalışmasına engel olur. Analog voltmetrelerde döner bobinli bir ölçü aletini voltmetre olarak kullanırken ölçme alanını genişletmek büyük gerilimleri ölçmek için bobin sargılarına seri olarak büyük değerli bir direnç bağlanır. Ampermetrelerde kullanılan paralel direncin değeri çok küçük olduğu hâlde, voltmetrelerde kullanılan seri direncin değeri oldukça büyüktür. Voltmetreler analog ve dijital olmak üzere iki tipte yapılmıştır. Resim 1.1’de görüldüğü gibi

## “VOLTMETRE DEVREYE SERİ OLARAK BAĞLANMAZ.”

### Gerilim ölçmek

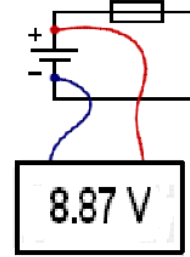
- Voltmetreyi devreye paralel olarak bağlayın. Akım seçme düğmesini ölçeceğiniz gerilim doğru ise DC, alternatifse AC konumuna getirin.
- Ölçülecek gerilimin üzerinde bir kademe seçerek ölçmeyi yapın.

Düşük kademede yüksek değerde gerilim ölçmek, ibrenin hızla çarpmasına sebep olarak voltmetrenin arızalanmasına yol açar.

**Örnek:** Şehir şebeke gerilimi ölçmek isteniyorsa;

Akım seçme düğmesi AC, komütatörü 300 V durumuna getirip test uçları devre uçlarına değdirilir. 0–3 skalası dikkate alınır.

Voltmetre akü veya alıcı uçlarına direk bağlanır. Bu tür bağlantıya paralel bağlama denir. Devredeki üreteç ile voltmetrenin aynı kutupları karşılaştırılır.



Şekil 1.28: Voltmetrenin bağlantısı

### 1.9.2. Ampermetre

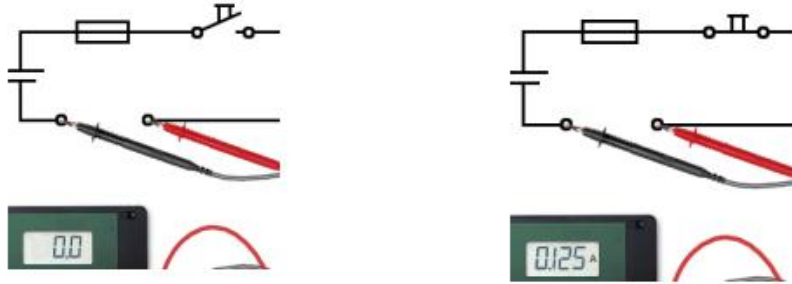


## Resim 1.2: Ampermetreler

Ampermetre elektrik devresinden geçen akımı ölçer. Resim 1.2’de değişik yapıda ampermetreler görülmektedir. Akımın geçtiği yol kesilip araya ampermetre bağlanır.

Ampermetre elektrik devresinden geçen akımı ölçer. Resim 1.2’de değişik yapıda ampermetreler görülmektedir. Akımın geçtiği yol kesilip araya ampermetre bağlanır. Alıcıdan geçen akım aynı zamanda ampermetreden de geçtiğinden alet, alıcı (yük veya cihaz) ile arka arkaya bağlanmalıdır. Bu tür bağlantıya seri bağlama denir. Bir elektrik devresinden geçen akımı, doğru olarak ölçmek için ampermetre ölçtüğü akımı değiştirmemelidir. Bunun için ampermetre iç dirençleri çok küçük olarak seçilir. Büyük akım ölçen ampermetrelerin iç dirençleri ise daha küçük olarak alınır ki bu direnç üzerinde düşen gerilim uygulamada ihmal edilebilsin. Bunun temini için de ampermetre bobini, kalın telli az sarımlı yapılıdır (dirençleri 0 ile 1 ohm arasında). Ampermetre devreye yanlışlıkla paralel olarak bağlanacak olursa ampermetrenin bobini çok az direnç taşıdığından sanki kısa devre olmuş gibi etki oluşturarak ampermetrenin yanmasına sebep olur. Elektrik akımı, ölçü aletinin bobinine geri getirme yayları üzerinden verildiği için alet üzerinden büyük akımlar geçirmek mümkün değildir. Bu nedenle büyük akımları ölçebilmek için ölçü aletinin bobinine paralel bir direnç bağlanması gerekir. Bu durumda akımın büyük miktarı paralel direnç üzerinden, geriye kalanı ise ölçü aletinin bobininden geçer. Ortalama 50 amper kadar ölçme yapabilen ölçü aletlerinde paralel dirençler ölçü aletinin içerisine yerleştirilirken daha büyük akımları ölçen ampermetrelerde paralel dirençler ölçü aletinin dışında yer alır. Analog ve dijital olarak çeşitleri bulunur.

### “AMPERMETRE DEVREYE PARALEL OLARAK BAĞLANMAZ.”

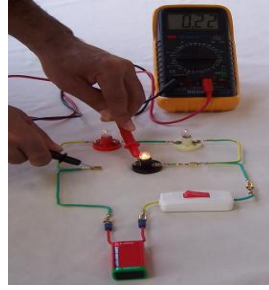


Şekil 1.29: Ampermetrenin bağlantısı

### Akım ölçmek

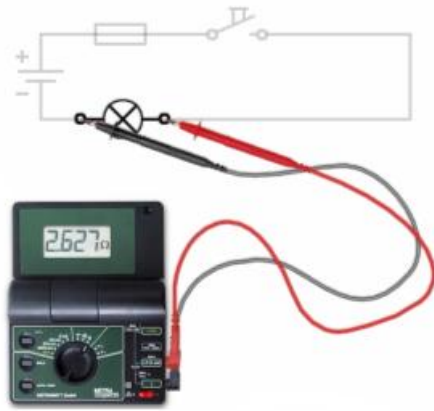
- İbrenin çarpma yapmaması için çekilen akım değerine uygun bir kademeye komütatörü çeviriniz.
- Ampermetrenin test kablolarını alıcıya seri biçimde bağlayınız (alıcıyla arka arkaya gelecek şekilde). Devrede alıcı olmadan ölçüm yapmayınız veya üretece direk temas ettirmeyiniz. Aksi hâlde ampermetre arızalanır. Devredeki üreteç ile ampermetrenin aynı kutupları karşılaştıkça şekilde bağlantı yapılıdır.
- Ölçme işleminden sonra aleti kapalı konuma getiriniz.





Resim 1.3: Ampermetrenin devreye bağlanması

### 1.9.3. Ohmmetre



Resim 1.4: Ohmmetre

Ohm metrelerde skala, voltmetre ve ampermetrelere göre ters bölüştürülmüştür. Ayrıca skala bölmeleri eşit aralıklı değildir. Skala önce hassas değer gösterir, direnç değeri büyüdükçe hassasiyet azalır. Ohm metrede kullanılan üretcin pozitif (+) kutbu, ölçü aletinin dışarı çıkan siyah renkli negatif kablosuna bağlanmıştır. Aynı şekilde üretcin negatif kutbu da dışarı çıkan kırmızı renkli pozitif kablosuna bağlıdır. Diyot ve transistor kontrollerinde üretç kutuplarının bağlı olduğu uçların dikkate alınması gerekir.

Döner bobinli ölçü aletini ohm metre hâline getirmek için bobin devresine üretç (pil), skala direnci ve sıfırlama potansiyometresi bağlanmıştır. Piller 1.5V, 3V, 4.5V veya 9V olabilir. Ölçülecek direncin büyüklüğüne bağlı olarak çeşitli skalalardan birisi seçilir. Zamanla pil EMK'sının azalmasının zararlı etkisini ortadan kaldırmak için devreye sıfırlama potansiyometresi yerleştirilmiştir. Ohmmetre, direnci ölçülecek elemanın iki ucuna bağlanır.

Ölçü aletini kullanmak için bağlantı uçları birbirine değdirilir. Devreden akımın geçmeye başlaması ile gösterge ibresi sağ tarafa sapar. İbre, sağ taraftaki sıfır değerini gösterene kadar sıfırlama potansiyometresinden ayar yapılır. Bağlantı uçları açıldığı zaman devreden akım geçmeyeceği için ibre sol taraftaki sonsuz ( $\infty$ ) direnç değerini gösterecektir.

Değeri bilinmeyen direnç, uçlara bağlandığı zaman, ibre sağa doğru sapar ve kadran üzerinden direnç değeri okunur. Ohmmetreler akım taşıyan dirençlerin ölçülmesinde, yalıtkanlık muayenesinde(gerilim kaynağının gerilimi küçük olduğu için) kullanılmaz.

### Direnç ölçmek

- Komütatör anahtarını değeri rahat okuyabilecek şekilde uygun ohm kademesine alın.
- Test kablosunun uçlarını sıkıca birleştirin ve kalibre düğmesini çevirerek ohm kadranı üzerindeki sıfır çizgisine ibreyi çakıştırın.

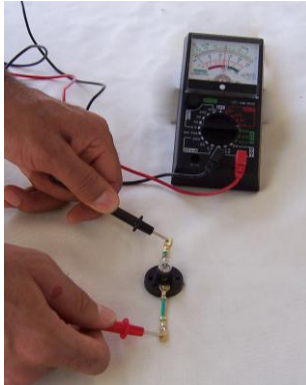
İbre çizgiye getirilemiyorsa aletin pilleri kullanılmayacak kadar boşalmıştır, yenileyin. Kalibre işlemini başka ölçümler için diğer kademeleri kullanacaksanız o kademelerde de ölçümden evvel yapın.

- Ölçme işlemini 1 K veya 10 K durumunda yapıyorsanız aletin uçlarına parmaklarınızı değdirmeyin aksi hâlde ölçüm hatalı olacaktır.
- Ölçme  $\times 1$  konumunda yapılıyorsa ohm kadranında okunan değerin kendisini,  $\times 10$  konumunda yapılıyorsa okunan değerin sağına bir sıfır,  $\times 100$  konumunda okunan değerin sağına iki sıfır  $\times 1000$ , konumunda okunan değerin sağına üç sıfır ilave ederek gerçek değeri tespit ediniz.

**Örnek:** Komütatör  $\times 1K$  konumunda ibre 30 rakamının üstünde duruyorsa direncin değeri 30.000 ohm'dur.

Ohm metreler pille çalışan aletler olup test kablo uçlarında, içinde bulunan pilin gerilimi bulunmaktadır. Genellikle bu konumda test uçlarının kırmızı renkli olanı pilin eksi, siyah olanı da artı ucuna bağlanmaktadır. Bu durumu dikkate almadan yapılan diyot ve transistor kontrolleri sonuçları yanlış olacaktır. Ancak alet voltmetre veya ampermetre ise test kablo uçlarının kırmızı olanı artıyı, siyah olanı da eksiye göstermektedir.

Ohm metrenin test uçları akım taşıyan devre veya elemanlarına değdirilmemelidir.



**Resim 1.5: Ohmmetre ile direnç ölçümü**

#### 1.9.4. Avometre ( Multimetre)



Resim 1.6: Avometre ( Multimetre)

**Avometre:** Ampermetre, voltmetre ve ohm metrenin bir arada bulunduğu ölçü aletidir. Avometre de farklı ölçümler yapabilmek için konumları seçebilen bir düğme bulunur. Bu düğmeyle ölçme konumu ve ölçme skalası seçilerek ölçüm yapılır. Avometreler analog ve dijital olmak üzere iki çeşit yapılmıştır.

Analog avometre kadranı: Sağ tarafta sıfır, sol tarafta sonsuz olan kadranı ve logaritmik olarak bölünmüş, genellikle ayrı renge boyanmış kısım ohmmetre skalasıdır. Rakam değerleri büyüdükçe aralarındaki mesafe azalmaktadır.

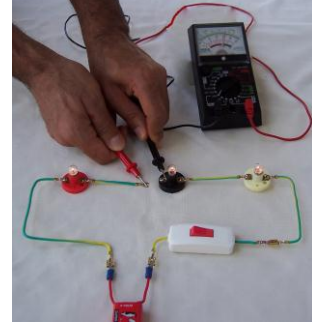
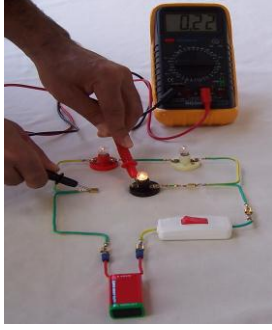
Eşit aralıklarla bölünmüş volt ve amper skalalarının sıfır çizgileri sol tarafta bulunmaktadır. Ölçme sınırını belirleyen komutatör düğmesinin durumuna göre maksimum değer belirlenir.

Avometrenin kadranı üzerindeki işaret ve semboller ölçü aletinin ne konumda kullanılacağını, hassasiyet durumunu, koruma durumunu belirtir. Elektronik devreler voltun binde biri, hatta milyonda biri gibi değerlerle çalışabilir. Böyle bir noktanın ölçülmesi sırasında aletin devreden fazla akım çekmesi hâlinde, tespit edilen ölçüm değerlerinin yanlış olmasına sebep olabilecektir. İyi bir ölçü aleti, ibresinin hareketi için devreden çok az akım çekmeli ve voltaj düşümüne sebep olmamalıdır.

Avometrenin kadranında volt başına  $k\Omega$  değeri ölçü aletinin duyarlılığı olarak verilmiştir. Örneğin, duyarlılığı  $10 k\Omega/V$  olan bir aletten, duyarlılığı  $20 k\Omega/V$  olan bir alet daha doğru bir ölçme yapar.

Avometreler çok hassas aletler olduğundan kullanılmalarında titiz davranılmalıdır. Toz, nem ve aşırı sıcak şartlardan korunmalıdır. Aynı zamanda çarpma, düşürme veya darbelere maruz kalmamalarına dikkat edin. Yapılan her yanlış kullanımdan sonra bariz bir arıza görülme bile aletin hassasiyetinde kayıplar olması muhakkaktır.

Dijital avometrelerde kadran yerine likit kristal ekran bulunur. Ölçülen elektriksel büyüklükler bu ekranda sayısal değer olarak görülmektedir. Dijital avometrelerde analog avometrelerde olduğu gibi komutatör kısmında ölçüm yapılacak büyüklük ve bu büyüklüğe ait konumlar seçilerek ölçme yapılır.



**Resim 1.7: Avometre ile ölçüm**

### 1.9.5. Kablo Üstü Ampermetre



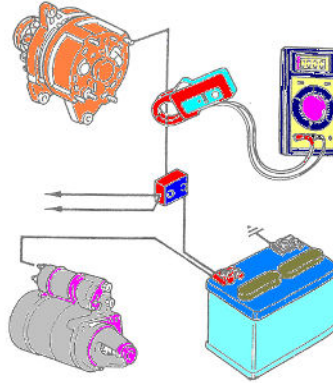
**Resim 1.8: Analog pens ampermetre**



**Resim 1.9: Dijital pens ampermetre**

Elektrik devrelerinde normal ampermetreyle ölçüm yapmak için devrenin herhangi bir yerinden açılarak ampermetrenin araya ( seri ) bağlanması gerekmektedir. Bu da ölçüm yapmanın zor olmasına neden olmakta ve zaman kaybı yaratmaktadır. Oysa kablo üstü ampermetre (pensli ampermetre) ile devre açılmadan, direk akım kablosu üzerine kancasından takılmak suretiyle ölçüm yapılması, büyük kolaylık ve pratik ölçüm sağlamaktadır. Kablo üstü ampermetrede akım transformatörleri ölçü aletiyle aynı gövde içerisinde imal edilmiştir. Aletin gövdesinden dışarı çıkan demir nüvesi, pens gibi açılıp kapanabilen şekilde yapılmıştır. Böylece akım transformatörünün primer iletkeni kesilmeden demir nüve içerisine alınır ve içinden geçen akım kolayca ölçülür. Sekonder sargısı üzerine bağlı olan ampermetrenin kadranı da primer akımına göre bölümlendirilmiştir. Alete ilave edilen seçici bir anahtar ile 15–60–150–600 ampere kadar olan akım şiddetleri kademeli olarak ölçülür. Pens ampermetreyle ölçüm yapılırken akım ölçülecek hat tek olarak kanca içerisine alınmalıdır. Faz ve nötr hattı aynı anda kanca içine alınmaz. Alınırsa gelen ve giden akım toplamı sıfır olduğundan pensli ampermetrede değer okunmaz. Pensli ampermetreler yalnız akım ölçmelerinde kullanıldığı gibi aynı zamanda gerilim ölçmelerine göre de yapılır. Bunun içinde aletin gövdesi üzerine ayrıca çıkarılan iki gerilim ucu ile 150–300 ve 600 voltluk gerilimler de ölçülür. Böylece aynı alet, her iki ölçümü gerçekleştirmiş olur.

Aşağıdaki şekilde kablo üstü ampermetre ile yapılan ölçüm ve kablo üstü ampermetre görülmektedir.



**Şekil 1.30: Pens Ampermetre ile ölçüm yapılması**

➤ **Elektrik kazalarına karşı alınacak tedbirler**

İnsan vücudu 50 voltluk ve üstü gerilimlerden etkilenir. Gerilim 65 volt ise tehlike artar. 110, 220 ve 380 volt gerilimler ve yüksek gerilim hatları insan için tehlike arz eder. Gerilimle birlikte akım da çok önemlidir. Yukarıdaki gerilimler altında doğru akımda 50, alternatif akımda 25 mili amper akım insan vücudunu etkilemektedir. Evlerimizde kullanmakta olduğumuz 50 frekanslı AC akım insan için çok tehlikelidir.

İnsan vücudu iletken metaller gibi elektriğe direnç göstermeyen durumda olmamakla birlikte yine de elektrik akımını üzerinden geçirmekte ve ölümlü sonuçlanan kazalar meydana gelmektedir. Elektrik akımının insanın üzerinden geçmesi hücreleri elektroliz eder, sinir sistemini bozar, solunum sistemini aksatır ve kalbi durdurabilir. İç ve dış yanıklara neden olabilir.

➤ **Elektrik çarpmaması için alınması gereken önlemler**

- Hiçbir zaman çıplak elle elektrik tellerine dokunmayınız.
- Islak elle elektrik düğmelerine basmayınız.
- Elektrikle çalışan alıcılarda çalışırken alıcıların fişini prizden çıkarınız.
- Atan sigortalara tel sarmayınız ya buşonu değiştiriniz ya da otomatik sigorta kullanınız.
- Yerde elektrik kablosu bulundurmayınız.
- Islak ortamlarda özel priz kullanınız.
- Çocukların ulaşabileceği prizleri plastik kapaklı olarak seçiniz.
- Elektrik kaçaklarını kontrol ediniz.
- Cihazları mutlaka topraklı prize bağlı olarak kullanınız.
- Elektrikle ilgili işlerde sol el yerine sağ elinizi kullanınız.

➤ **Elektrik kazalarında alınacak önlemler ve ilk yardım**

- Elektrik kazasına uğramış biri için yapılması gereken ilk iş onun elektrikle olan ilişkisini kesmektir. Bunun için çabuk ve soğukkanlı hareket edip devrenin şalterini kapatmak, yoksa kuru bir bez, ceket, ağaç

---

parçası veya herhangi bir yalıtkanla kazazedeyi elektrikten ayırmak gerekir.

- Bu işlemden hemen sonra bir doktor çağrılmalıdır. Doktor gelinceye kadar yapılması gereken ilk yardımlar şunlardır:
  - Kazazede soluk alamıyorsa suni teneffüs yaptırılmalıdır. Bol hava alabilmesi için pencere ve kapı açılmalı ve oda havalandırılmalıdır. Kişinin üzerindeki vücudu sıkan kemer, kravat, gömlek yakası gibi şeyler açılmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Çalışan basit elektrik devrelerini, standart değerlerine ve kataloglarına uygun şekilde kurarak devre elemanlarının gerilim, akım şiddeti, direnç değerlerini ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Basit elektrik devresi kurunuz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Okulun elektrik atölyesinden veya piyasadaki elektrik malzeme satıcılarından devre malzemelerini ve aletleri temin ediniz.</li><li>➤ İletken kabloyu uygun boyutlarda kesiniz.</li><li>➤ Kablo uçlarını açınız.</li><li>➤ Uygun soketlerle devre elemanlarını üreticin uçları arasına yerleştiriniz.</li><li>➤ Devreyi oluştururken kısa devre olmamasına dikkat ediniz.</li></ul>
➤ Gerilim değerini ölçünüz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrenin gerilimini ölçmek için voltmetreyi alınız.</li><li>➤ Voltmetreyi devreye paralel olarak bağlayınız.</li><li>➤ (Voltmetrenin uçlarını alıcıların veya üreticin uçlarıyla aynı kutuplara denk gelecek şekilde bağlayınız.)</li><li>➤ Devrenin gerilimine uygun bir skala seçiniz.</li><li>➤ Voltmetreyi okuyarak devre gerilimini tespit ediniz.</li><li>➤ Voltmetrenin devreye seri bağlanması devrenin çalışmamasına neden olur.</li></ul>
➤ Akım şiddeti değerini ölçünüz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devredeki akım şiddetini ölçmek için ampermetreyi alınız.</li><li>➤ Ölçülecek akımın tahmini değerine göre uygun skala seçiniz.</li><li>➤ Devre üzerinde bir bölüm açınız ve ampermetreyi araya seri olarak bağlayınız (Alıcıyla aynı hat üzerine).</li><li>➤ Devredeki üreteç ile ampermetrenin aynı kutupları karşılaştacak şekilde bağlantı yapınız.</li><li>➤ Ampermetreyi okuyarak devre akımını tespit ediniz.</li><li>➤ Ampermetre devreye daima akımı sınırlayan bir alıcı ile birlikte bağlayınız.</li><li>➤ Ampermetrenin devreye paralel bağlanması ampermetrenin arızalanmasına neden olur.</li></ul>

<p>➤ Direnç değerini ölçünüz.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrenin ya da alıcıların direncini ölçmek için ohm metreyi alınız.</li><li>➤ Ölçülecek direncin tahmini değerine göre ohm metrenin skalasını seçiniz.</li><li>➤ Ohm metre kablosunun uçlarını birleştirerek ölçü aleti ibresini sıfırlayınız.</li><li>➤ İbre sıfırlanmıyorsa ohm metrenin pili bitmiştir, değiştiriniz.</li><li>➤ Direnci ölçülecek parçayı ait olduğu devreden sökerek ohm metre uçlarına bağlayınız.</li><li>➤ Ohm metre uçlarını direnç uçlarına değdirerek skaladan direnç değerini okuyunuz.</li><li>➤ Diyot, transistör gibi elemanları kontrol ederken ohm metre içindeki pilin kutuplarını dikkate alarak bağlantı yapınız.</li><li>➤ Analog ölçü aletlerinde skala üzerinden direnç değeri okurken ibrenin sağ taraftaki bölgede olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Ohm metre kablosunu direnç uçlarına değdirdiğiniz zaman ibre sol tarafta kalıyor ve çok az hareket ediyorsa ohm metrede uygun skala seçilememiş demektir. Bir büyük skala seçerek ölçme işlemini tekrarlayınız.</li></ul>
-----------------------------------	--



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

	<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
<b>1</b>	Basit elektrik devresi kurdunuz mu?		
<b>2</b>	Elektrik ölçü aletlerini kullandınız mı?		
<b>3</b>	Gerilim değeri ölçtünüz mü?		
<b>4</b>	Akım şiddeti değeri ölçtünüz mü?		
<b>5</b>	Direnç değeri ölçtünüz mü?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Atomun çekirdeği nelerden oluşur?
  - A) Elektron
  - B) Proton
  - C) Proton +nötron
  - D) Elektron + nötron
2. Elektron hangi yükle yüklüdür?
  - A) Pozitif
  - B) Negatif
  - C) Yüksüz
  - D) Yarı yüklü
3. Doğada saf olarak bulunan maddelere ne denir?
  - A) Element
  - B) Metal
  - C) Cisim
  - D) Alaşım
4. Aşağıdakilerden hangisi maddenin bölünebilen en küçük parçasıdır?
  - A) Elektron
  - B) Proton
  - C) Nötron
  - D) Atom
5. Aşağıdakilerden hangisi atomun çekirdeğinde bulunmaz?
  - A) Proton
  - B) Nötron
  - C) Elektron
  - D) İyon

6. En dış yörüngedeki elektronlara ne denir?
- A) Valans elektron
  - B) Balans elektron
  - C) Kovalent bağ
  - D) İzotop
7. Elektron alan maddeye ne denir?
- A) Pozitif yüklü madde
  - B) Negatif yüklü madde
  - C) Yüksüz (nötr) madde
  - D) Yarı iletken madde
8. Bir maddede potansiyel fark sonucu oluşan elektron hareketine ne denir?
- A) Elektrik akımı
  - B) Hava akımı
  - C) Kimyasal enerji
  - D) Elektrik enerjisi
9. Gerilimi 1,5 Volt olan üç pil seri olarak bağlanırsa toplam gerilimi kaç volt olur?
- A) 1,5 V
  - B) 2,5 V
  - C) 3 V
  - D) 4,5 V
10. 12 V gerilimi olan üç batarya birbirine paralel olarak bağlanırsa toplam gerilim kaç voltur?
- A) 4 V
  - B) 12 V
  - C) 24 V
  - D) 36 V
11. Statik elektrikle yüklenmiş aynı yönlü iki madde birbirine yaklaştırılırsa ne olur?
- A) Birbirini çeker
  - B) Hareketsiz kalır
  - C) Birbirini iter
  - D) Ekseni etrafında döner

12. Son yörüngesinde 4 elektron bulunan maddelere ne denir?

- A) İletken
- B) Yalıtkan
- C) Yarı iletken
- D) Nötr madde

13. Eşit zaman aralıklarında yönünü ve şiddetini değiştirmeyen akıma ne denir?

- A) Alternatif akım
- B) Endüktif akım
- C) Doğru akım
- D) Kapasitif akım

14. Bir milivolt kaç voltur?

- A) 0,01 v
- B) 0,001 v
- C) 0,0001 v
- D) 0,1 v

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yere doğru sözcükleri yazınız.

15. Bir elektrik devresinde potansiyel fark sonucu meydana gelen etkiye ..... denir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Seri, paralel, karışık elektrik devreleri elektrik ve elektronik devre elemanlarını kataloglarına ve standart değerlerine uygun kurabilecek ve ölçüm yapabileceksiniz.

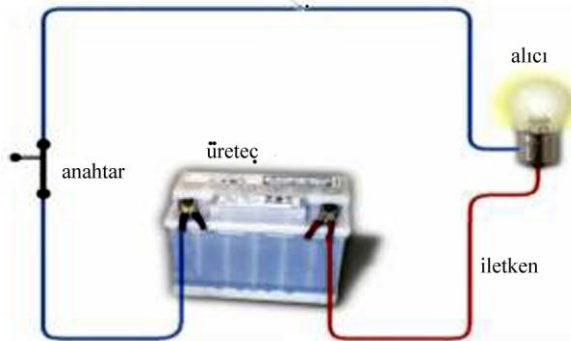
## ARAŞTIRMA

Piyasadaki elektrik malzeme satıcılarından temin edeceğiniz devre elemanlarıyla çeşitli devreler oluşturarak devre ve elemanlara ait akım, gerilim ve direnç değerlerini avometre ile ölçüp bir sunu hazırlayarak arkadaşlarınıza gösteriniz.

## 2. ELEKTRİK DEVRELERİ

### 2.1. Elektrik Devre Elemanları

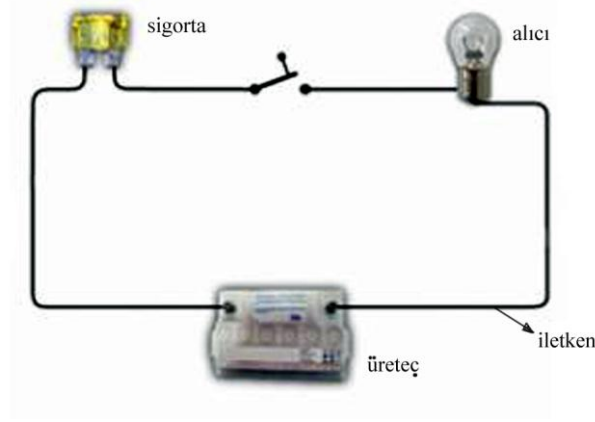
Elektrikle çalışan bir cihaz içinden sürekli elektrik akımının geçmesi gerekir ve çoğu kez bu akım emk kaynakları (üreteçler) ile sağlanır. O hâlde bir elektrik kaynağı yardımı ile bir elektrik cihazını çalıştırabilmek için elektrik akımının kesintisiz aktığı kapalı bir yola ihtiyaç vardır. Bu yola “bir elektrik devresi” diyebiliriz (Şekil 2.1). Herhangi bir enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren pil, akümülatör, dinamo ve alternatör gibi cihazlara üreteç (kaynak) denir. Elektrik akımının geçmesini önleyen gerektiğinde geçmesine izin veren devre kesici elemanlara ise anahtar adı verilir. Elektrik enerjisini başka enerjiye dönüştüren devre elemanları alıcı veya yük olarak isimlendirilir. Yüksek değerdeki akımlar devre elemanlarına zarar verir. Akım şiddetinin zararlı olabilecek belli bir değerin üzerine çıkmasını önleyen devre koruyucu elemanlara sigorta denir. İletkenler ve bağlantı elemanları elektriği devrenin birbirleri ile irtibatını sağlayan bakır, alüminyum, gümüş, altın gibi metallerden imal edilen tellerdir.



Şekil 2.1: Elektrik devre elemanları

➤ **Açık devre**

Devrenin oluşturulmasında alıcı ve üreteç birbirine bir iletken ile birleştirilir. Devredeki anahtar kapatıldığında, alıcıdan önce veya sonra iletkenin kopması ile akım devresini tamamlayamaz. Bu durumda alıcı çalışmayacaktır. Çünkü devredeki iletkenin kopması, devredeki anahtarın açılması gibi etki göstermiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Açık devre

➤ **Kısa devre**

Devreyi oluşturan iletkenlerin devredeki anahtar kapatıldığında akımın alıcıya ulaşmadan veya alıcı içerisinde kısa yoldan devresini tamamlamasıdır. Böyle bir devre kısa devre olarak adlandırılır. Böylece üretecin iki kutbu kısa yoldan birleştirilmiş olacağından iletken ve üretece zarar verir. Kısa devreden kaynaklanan tehlikeleri önlemek ve devredeki alıcıyı korumak amacı ile elektrik devrelerine sigorta ilave edilir.

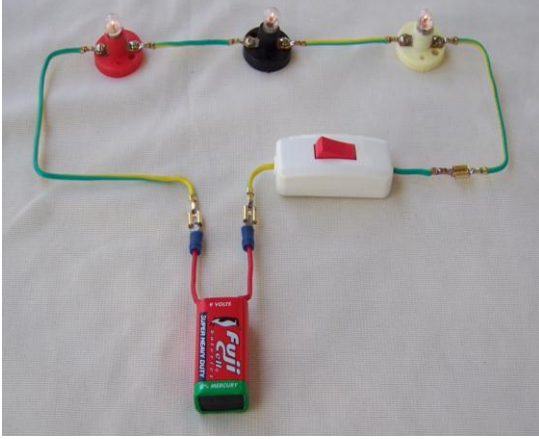


Şekil 2.3: Kısa devre

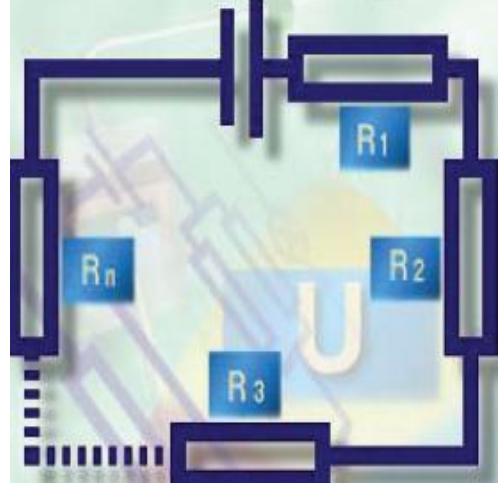
Alıcıların bir elektrik devresinde birbirleriyle bağlantıları seri, paralel veya karışık şekilde gerçekleşir. Değişik bağlantı durumlarında devrenin gerilimi, akımı ve direnci de farklılıklar gösterir.

## 2.2. Seri Devre

Birden fazla alıcı veya üreticinin tek bir iletken üzerinde sıralanmasıyla meydana gelen devreye seri devre denir. Seri bağlı devrede akım, tüm devre elemanlarından geçerek devresini tamamlar. Şayet devrenin herhangi bir yerinde bir kopma, kesilme olursa, devreden akım geçmez (Resim 2.1, Şekil 2.4 ).



Resim 2.1: Seri devre



Şekil 2.4: Seri devre

Devrede akü, pil, diyot, kondansatör gibi kutuplu elemanlar kullanıldığı zaman, bir elemanın (+) ucu diğer elemanın (-) ucuna gelecek şekilde bağlanır.



Resim 2.2: Seri bağlama

Gerilimi düşük kaynakların toplamları alınarak daha büyük gerilim elde etmek için seri bağlama tekniği uygulanır. Resim 2.2'de bağlantı örneği görülmektedir.

Ohm Kanunu'na göre her bir direnç için:  
Seri bir elektrik devresinde devrenin toplam direnci, devrede bulunan alıcıların dirençlerinin toplamına eşittir. Her bir direncin toplanması ile bulunur.

Toplam direnç :  $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

Akım her yerde aynı olduğu için akım şiddeti sabittir.

Toplam akım şiddeti :  $I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$

Devrenin gerilimi : Seri bağlı alıcıların ayrı ayrı gerilimleri toplamına eşittir.

Toplam gerilim :  $U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$

Devrenin gücü, devreyi oluşturan alıcıların her birinin güçleri toplamına eşittir.

Toplam güç :  $W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n$

Toplam akım şiddetini I, her bir direnç üzerindeki parça gerilimlerini  $U_1$  ve  $U_2$ 'yi ve toplam gerilimi (U) hesaplayınız.

Çözüm:  $R = R_1 + R_2 = 30 + 80 = 110$  ohm

$I = U/R = 220V/110 = 2A$

$U_1 = I \cdot R_1 = 2A \cdot 30 = 60V$

$U_2 = I \cdot R_2 = 2A \cdot 80 = 160V$

$U = U_1 + U_2 = 60V + 160V = 220V$

### 2.3. Paralel Devre

Alıcı veya üreteçlerin paralel iki hat üzerine yerleştirilmesiyle elde edilen devreye paralel devre denir. Paralel devre oluştururken alıcı veya üreteçlerin aynı kutuplarının birbirlerine bağlanması gerekir. Bu tür bağlantılar yapılırken gerilimleri eşit olan alıcı veya üreteçler seçilmelidir (Şekil 2.6/Resim 2.6.)

Paralel devrede elektrik akımı kollara ayrılır ve her koldan kısmi bir akım geçer.

Kollardaki akım şiddetleri ölçüldüğünde, toplam akımın her bir koldan geçen akımların toplamına eşit olduğu görülür.

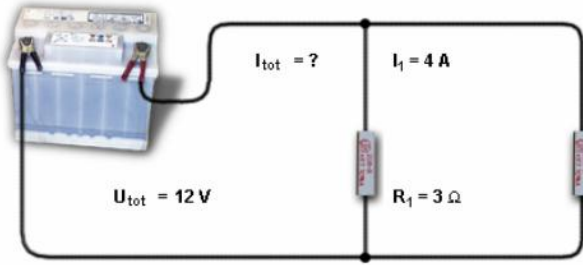
$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$

Akım (ohm) Kanunu ile  $I = \frac{U}{R}$  ile  $\frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3}$  elde edilir.

Gerilim ölçümleri, her bir direnç üzerinde oluşan parça gerilimlerin toplam gerilime eşit olduğunu gösterir.

$U_T = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$





$$U_{tot} = U_1 = U_2 = 12 \text{ V}$$

$$I_{tot} = I_1 + I_2$$

$$I_{tot} = 4 \text{ A} + 3 \text{ A} = 7 \text{ A}$$

Şekil 2.5: Paralel devre

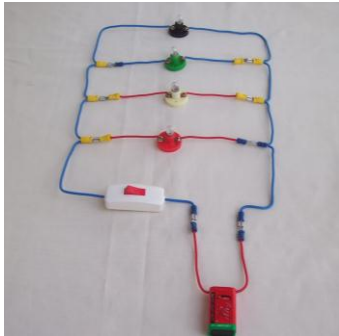
Parça gerilimler, toplam gerilime eşit olduğu için dirençler parça dirençlerin paydaları toplamı ile elde edilir.

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \dots + \frac{1}{Rn}$$

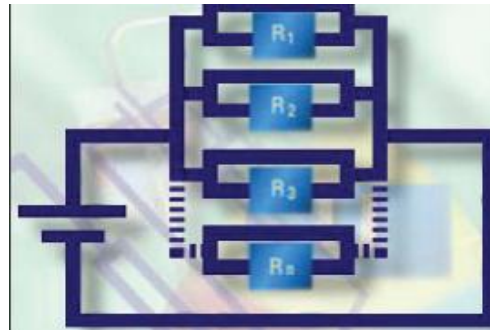
Pratikte paralel bağlanmış dirençlerin hesabı yapılırken toplam direnci kolayca bulmak için şunları unutmamalıyız:

Değerleri eşit iki direncin toplam direnci dirençlerden birinin değerinin yarısına eşittir.

Paralel bağlanmış iki direncin toplam direnci, dirençlerin değerlerinin çarpımının dirençlerin değerlerinin toplamının bölümüne eşittir.  $RT = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$



Resim 2.6: Paralel devre



Şekil 2.6: Paralel devre

**Problem:** R1= 30 ve R2 = 80 ohm' luk iki direnç paralel bağlanmış olsun ve 220 V gerilimle beslensin. I1 ve I2 akımlarını, toplam akımı R1 ve R2 yerine geçen toplam direnci hesaplayınız.

### Çözüm:

$$I_1 = U/R_1 = 220/30 \quad I_1 = 7,33 \text{ A}$$

$$I_2 = U/R_2 = 220/80 \quad I_2 = 2,75 \text{ A}$$

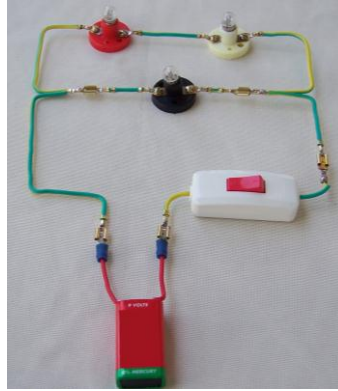
$$I_T = U/R_T = 220/21,8 \quad I_T = 10,09 \text{ A}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ya da} \quad R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ formülünden bulunur.}$$
$$= \frac{1}{30} + \frac{1}{80} \quad R_T = 21,8 \text{ ohm}$$

## 2.4. Karışık Devre

Bir elektrik devresinde hem paralel devre hem de seri devre özelliklerinin her ikisi birlikte bulunuyorsa bu tür devreler karışık devre olarak adlandırılır (Resim 2.7).

Karışık devrelerin hesaplanmasında, paralel ve seri devrelerde kullanılan eşitlikler kullanılır. Hesaplama yapılırken önce paralel devre kısmı çözümlenir. Bu durumda devre seri devreye dönüşür. Seri devre eşitlikleri kullanılarak devrenin hesaplaması tamamlanır.



Resim 2.7: Karışık devre

## 2.5. Elektrik Devrelerinde Voltaj Düşmesi

Elektrik enerjisi üreten doğru ve alternatif akım enerji merkezlerinde elektrik enerjisi, abonelere kadar iletkenlerle iletilir. Abonelerde bu enerjiden yararlanarak alıcılarını çalıştırır.

Abonelerdeki bu alıcılar, enerji dağıtım merkezine ne kadar yakın olursa o kadar verimli çalışır. Dağıtım merkezinden uzakta olan abonelerdeki alıcıların tam verimle çalışmadığı görülür. Alıcıların bu şekilde verimsiz çalışmalarının sebebi gerilim düşümüdür.

Örnek olarak enerji dağıtım merkezi çıkış gerilimi 220 Volt ise merkezden az uzak yerlerdeki abonelerin ölçülen gerilimi 215 Volt, daha uzak abonelerde ölçülen gerilim 180 Volta kadar düşmüş olsun. İşte şebeke çıkış gerilimi ile en uzakta olan abonenin gerilimi arasındaki  $220 - 180 = 40$  Voltluk gerilim, enerjiyi ileten hatlarda düşmüş ve kaybolmuştur. Bu olaya gerilim düşümü denir. Gerilim düşümünün az olması için iletken direncinin az (kesitinin büyük) olması gerekir.

Alternatif akımla dağıtım yapan şebekelerde gerilim düşüklüğünü önlemek için dağıtım merkezi ile abone arasında ara trafosu denilen trafolar kullanılmak suretiyle enerji merkezi çıkış geriliminin en son abone gerilimine eşitliği sağlanmıştır.


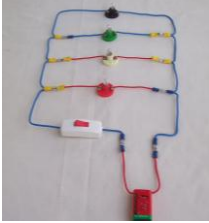
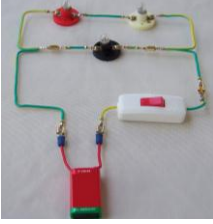
---

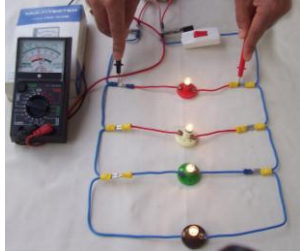


Bir devrede kullanılan iletkenin direnci gerilim düşümünü çok etkilemektedir. İletkenin direnci ise boyuna, kesitine, cinsine bağlı olarak değişir. Kesitleri ve cinsleri aynı olan iletkenlerin boyları artırılacak olursa dirençleri de artar. Direnç iletkenin boyu ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Boyları aynı, kesitleri farklı, aynı cins iletkenlerin kesitleri küçültülürse dirençleri artmakta, kesitleri büyütülürse dirençleri azalmaktadır. Direnç, iletkenin kesiti ile ters orantılı olarak değişir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

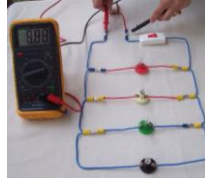
- Çalışan seri, paralel ve karışık elektrik devreleri kurarak devre elemanlarının gerilim, akım şiddeti, direnç değerlerini ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektriği seri devre kurunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektrik malzeme satıcısından devre malzemelerini alınız. (Üreteç, iletken, sigorta, anahtar, alıcı )</li><li>➤ Devreyi oluştururken kısa devrenin olmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Seri devreyi oluştururken alıcıları üreticin uçları arasına, birbiri ardı sıra bağlayınız.</li><li>➤ Seri devre oluşturmak için aşağıdaki resimden faydalanınız.</li></ul> 
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektriği paralel devre kurunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Alıcıları üreticin uçları arasına direk olarak bağlayınız.</li><li>➤ Paralel devre oluşturmak için aşağıdaki resimden faydalanınız.</li></ul> 
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektriği karışık devre kurunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Alıcıların bir kısmını seri devredeki gibi diğer kısmını da paralel devredeki gibi üreticin uçları arasına bağlayınız.</li><li>➤ Karışık devre oluşturmak için aşağıdaki resimden faydalanınız.</li></ul> 

<p>➤ Elektrik devrelerin ölçümlerini yapınız.</p>	<p>➤ Devrenin akım, gerilim ve direnç değerlerini ölçünüz.  ➤ Voltmetreyi devreye paralel bağlayınız.  ➤ Ampermetreyi devreye seri bağlayınız.  ➤ Ohm metreyi alıcıları devreden ayırdıktan sonra alıcı uçlarına bağlayarak ölçme yapınız.</p>
<p>➤ Elektriki devre üzerinde analog avometre ile ölçümler yapınız.</p>	<p>➤ Avometre ile ölçme yapmadan önce ölçme yapılacak birimi seçiniz.  ➤ Akım şiddeti ölçümü için ampermetreyi devreye seri olarak (alıcı ile üreteç arasına girerek) bağlayınız.  ➤ Devrenin tahmini akım durumuna ve akım çeşidine göre ampermetrenin skalasını uygun değere ayarlayınız.  ➤ Devrenin toplam akımını veya alıcıların çektiği akımı ölçünüz.  ➤ Devrenin gerilimini ölçmek için voltmetreyi seçiniz.  ➤ Voltmetreyi devreye paralel olarak bağlayınız. (Voltmetrenin uçlarını alıcıların veya üreticinin her iki ucuna temas ettirerek ölçüm yapınız. )</p>  <p>➤ Devredeki direnci ölçmek için ohm metreyi seçiniz.</p> <p>➤ Ohmmetreyi sıfırlayınız.</p>  <p><b>Alıcıların direncini ölçmek için alıcıları devreden ayırınız.</b></p>  <p>➤ Ohm metreyi tahmini bir skalaya ayarlayınız ve ölçümünüzü yapınız.</p>

➤ Elektriği devre üzerinde dijital avometre ile ölçümler yapınız.

- Avometre ile ölçme yapmadan önce ölçme yapılacak birimi seçiniz.
- Akım şiddeti ölçümü için ampermetreyi devreye seri olarak (alıcı ile üreteç arasına girerek) bağlayınız.
- Devrenin tahmini akım durumuna göre ampermetrenin skalasını uygun değere ayarlayınız.
- Devrenin toplam akımını veya alıcıların çektiği akımı ölçünüz.
- Devrenin gerilimini ölçmek için voltmetreyi seçiniz.
- Voltmetreyi devreye paralel olarak bağlayınız (uçlarını alıcıların veya üretecin her iki ucuna temas ettirerek).



- Devredeki direnci ölçmek için ohmmetreyi seçiniz.
- Alıcıların direncini ölçmek için alıcıları devreden ayırınız.
- Ohm metreyi tahmini bir skalaya ayarlayınız ve ölçümünüzü yapınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Elektriği seri devre kurdunuz mu?		
2	Elektriği paralel devre kurdunuz mu?		
3	Elektriği karışık devre kurdunuz mu?		
4	Elektriği devrelerin ölçümlerini yaptınız mı?		
5	Elektriği devre üzerinde analog avometre ile ölçümler yaptınız mı?		
6	Elektriği devre üzerinde digital avometre ile ölçümler yaptınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi devrenin veya alıcının gerilimini ölçer?
  - A) Ampermetre
  - B) Ohmmetre
  - C) Voltmetre
  - D) Wattmetre
2. Akım şiddeti birimi ampermetredir. Ampermetre elektrik devresine nasıl bağlanır?
  - A) Devrenin bir yerinden açılarak seri olarak
  - B) Devrenin bir yerinden açılarak paralel olarak
  - C) Devrenin bir yerinden açılmadan paralel olarak
  - D) Alıcı devreden ayrılarak direk uçlarına bağlanarak
3. Voltmetre devreye nasıl bağlanır?
  - A) Paralel
  - B) Seri
  - C) Karışık
  - D) Yıldız
4. Wattmetre aşağıdakilerden hangisini ölçer?
  - A) Alıcının çektiği akımı
  - B) Alıcının direncini
  - C) Alıcının gücünü
  - D) Alıcının çalışma gerilimini
5. Seri bağlı 8 ve 12 ohm'luk iki direnç 20 ohm'luk bir dirence paralel bağlanarak karışık bir devre elde edilmiştir. Devrenin toplam direnci kaç ohm'dur?
  - A) 15 ohm
  - B) 10 ohm
  - C) 12 ohm
  - D) 20 ohm



6. İletkenlerin almaçtan önce herhangi bir sebeple birleşmesiyle oluşan devreye ne denir?

- A) Açık devre
- B) Kısa devre
- C) Kapalı devre
- D) Elektrik devresi

7. Sabit dirençte  $U= 50v$  iken  $I= 0,5$  amper oluyorsa  $U_2= 100v$  iken akım kaç amper olur?

- A) 1A
- B) 0,5A
- C) 5A
- D) 0,1A

8. 4, 6, 12 ohm' luk üç direnç paralel bağlandığında eşdeğer direnç kaç ohm olur?

- A) 3 ohm
- B) 6 ohm
- C) 5 ohm
- D) 2 ohm

9. Elektrik akımının geçebileceği birden fazla yol olan devrelere verilen ad aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kısa devre
- B) Açık devre
- C) Paralel devre
- D) Seri devre

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yere doğru sözcükleri yazınız.

10. Ohm metreyle ölçme yapılırken alıcıdan ..... geçmemelidir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Elektriğin manyetik ve kimyasal etkisi deneyini elektrik ve elektronik devre elemanları kataloglarına ve standart değerlerine uygun yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

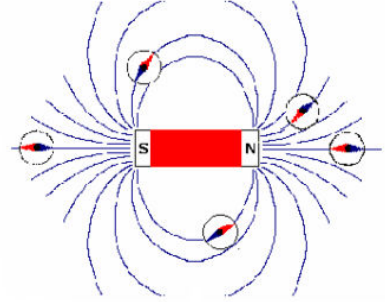
Çeşitli elektromanyetik prensiplere göre çalışan parçalar hakkında bilgi edinerek öğretmen ve arkadaşlarınıza bir rapor hâlinde sununuz.

## 3. MANYETİZMA VE ESASLARI

### 3.1. Manyetik Alanın Tanımı ve Özellikleri

Otomobil üzerinde bulunan ve elektrikle çalışan ya da çalıştırılan bütün alet ve donanımın yaklaşık % 70'i manyetizma prensiplerine göre çalışır. Herhangi bir mıknatısın etki alanına manyetik alan denir. Çubuk mıknatısın kuzey (N) ve güney (S) ya da negatif ve pozitif diye adlandırılan kutupları vardır. Mıknatısın çevresinde ise manyetik kuvvet hatlarından oluşan bir manyetik alan bulunur.

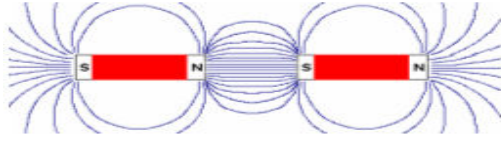
Mıknatısın iç kısmında S' den N kutbuna, dış kısmında ise N' den S kutbuna doğru gözle göremediğimiz manyetik kuvvet hatları vardır. Bu hatlar sayılamayacak kadar çoktur. Manyetik kuvvet hatları N' den çıkıp S kutbuna gelir ve buradan mıknatısın içine girerek yine N kutbuna doğru bir devre oluşturur. Bu özellik her mıknatıs için aynıdır. Manyetik kuvvet hatlarının kutuplar ile olan ilişkisinin sonucu olarak aynı adlı kutuplar birbirini iter ve zıt kutuplar da birbirini çeker.



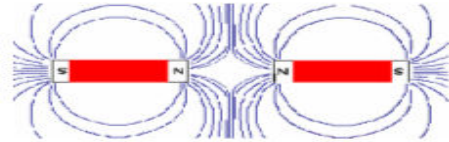
Şekil 3.1: Manyetik alan kuvvet hatları

#### ➤ Manyetik alan hatları

- Dışta N' den S' ye doğru en kısa yoldan akmak ister.
- Birbirlerini hiç kesmezler ancak sıklaşabilir.
- Bütün cisimlerden geçer, en fazla direnci hava gösterir.
- Kuvvet hatlarının yollarını başka bir manyetik kuvvet hattı değiştirebilir.



Şekil 3.2: Zıt kutupların birbirini çekmesi



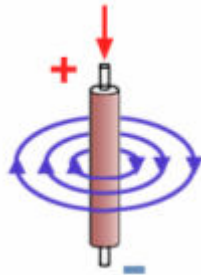
Şekil 3.3: Aynı kutupların birbirini itmesi

➤ **Kalıcı mıknatıslık**

Yumuşak demirden yapılmış, bir malzeme bir mıknatısın kuvvet hatları içinde bırakılırsa mıknatıslanır. Fakat malzeme kuvvet alanından ayrılır ayrılmaz kazanmış olduğu mıknatıslığın büyük bir kısmını kaybeder. Yumuşak demir manyetik alan içinde bırakılıp tekrar geri alınırsa moleküllerinin ancak birkaç tanesi manyetik düzende kalabilir. Bu birkaç molekülde çok zayıf bir mıknatıslık meydana getirir. Buna kalıcı mıknatıslık denir.

### 3.2. Elektrik Alanının Manyetik Etkisi

Üzerinden akım geçirilen bir iletkenin etrafında bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik kuvvet hatları iletkene dik bir düzlem içindedir. Meydana gelen kuvvet hatları mıknatıstan farklıdır. Üzerinden akım geçirilen iletkendeki manyetik hatların girip çıkacağı kutuplar yoktur. İletkenden geçirilen akım çoğaldıkça meydana gelen elektromanyetik alan kuvvetlenir, etkileyeceği alan büyür ve bu manyetik alan iletken boyunca eşit ve düzgün olarak yayılır. Şekil 3.4



a

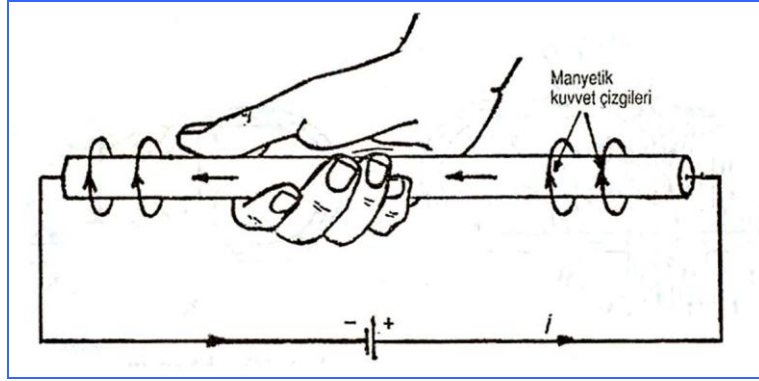


b

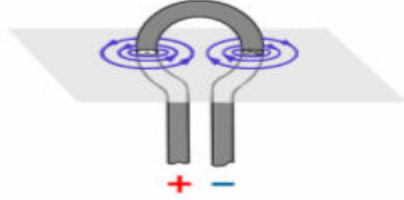
Şekil 3.4: Düz bir iletken üzerinden akım geçtiğinde manyetik alan oluşması

Düz iletkende meydana gelen manyetik kuvvet hatlarının yönü “sağ el kuralı” ile bulunur.

Sağ el kuralına göre üzerinden elektrik akımı geçen iletkeni baş parmağımız akım geçiş yönünü gösterecek şekilde sağ avucumuz içine aldığımızda diğer dört parmağımız manyetik alan kuvvet hatlarının yönünü gösterir (Şekil 3.4).

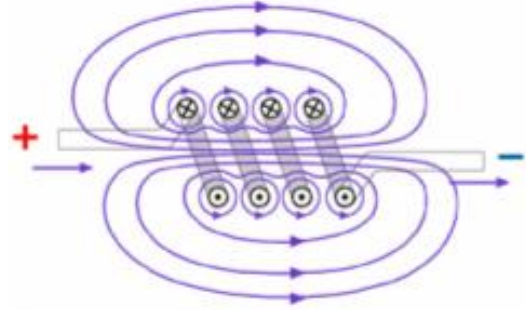


Şekil 3.5: Sağ el kuralı



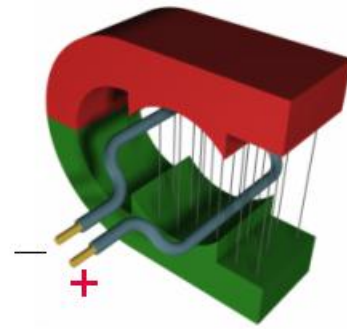
Şekil 3.6: Kuvvet çizgileri

Kuvvet çizgileri aynı yönde döner, bu çizgiler birleşerek halkanın merkezinde kuvvetli bir manyetik alan meydana getirir.



Şekil 3.7: Kuvvet çizgileri

İki iletken yan yana konur ve ikisinden de aynı yönde akım geçirilirse meydana gelecek manyetik alanın yönü de aynı olur. Böylece iki manyetik alan birleşerek her iki iletkeni çevreleyen daha büyük bir manyetik alanı oluşturur. Böyle bir durum her iki iletkenin birbirine doğru çekilmesine yol açar. İletkenlerden geçen akımın yönü zıt olursa iletkenlerde oluşan manyetik alanlar da zıt yönlü olur ve iletkenler birbirinden öteye itilir. Bu prensip elektrik motorunun çalışmasını sağlayan prensiplerden biridir ve otomobil üzerinde bulunan marş motoru da bu prensiple çalışır.



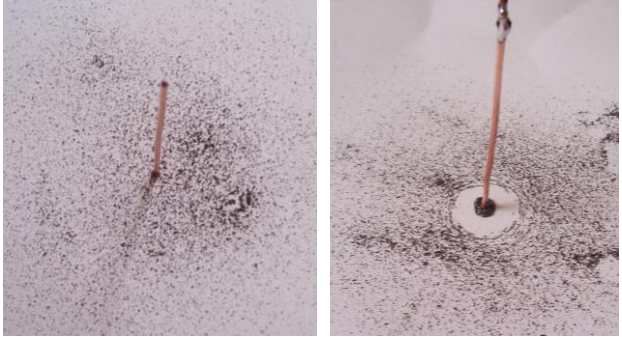
Şekil 3.8: İletken telde hareket elde edilmesi

Elektrik ile mıknatıslanma birbiriyle yakın ilişkisi olan farklı iki büyüklüktür. Bu özellik mıknatıslar etrafında meydana gelen manyetik kuvvet hatları ile akım geçirilen iletken kablunun çevresinde oluşan manyetik kuvvet hatları arasındaki benzerlik ile gerçek bir şekilde ortaya konabilir. Mıknatıslar kullanılmak suretiyle elektrik elde edilebildiği gibi



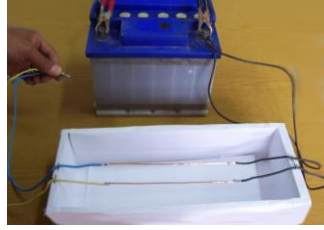
## UYGULAMA FAALİYETİ

Elektriğin manyetik ve kimyasal etkisi deneyini fizik ve kimya değerlerine uygun yapınız.

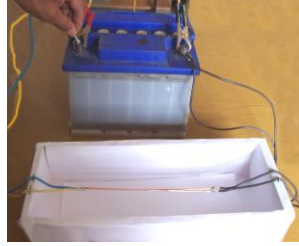
İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Tek iletken deneyi yapınız.</p>	<p>➤ Deney için gerekli olan malzemeleri elektrik malzeme satıcılarından alınız. (üreteç, iletken çubuk, maşalı kablo, karton, demir tozu)</p> <p>➤ Maşalı kabloyu üreticin uçlarına bağlayınız.</p> <p>➤ Manyetik alan oluşturacağınız iletkeni kartondan delerek geçirin. Karton üzerine demir tozlarını serpiniz.</p>  <p><b>Akım yok.</b> <b>Akım var.</b></p> <p>➤ Kablonun diğer uçlarını iletkene temas ettiriniz.</p> <p>➤ Demir tozlarının hareketlerini kontrol ederek gözlemlerinizi not ediniz.</p>

➤ Çift iletken deneyi yapınız.

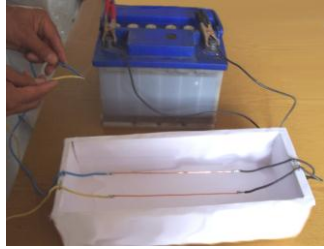
➤ Deney için gerekli olan malzemeleri elektrik malzeme satıcılarından alınız.



➤ İletkenleri yan yana koyunuz. Kablo uçlarını aynı yönde akım geçecek şekilde temas ettiriniz ve gözleminizi not ediniz.

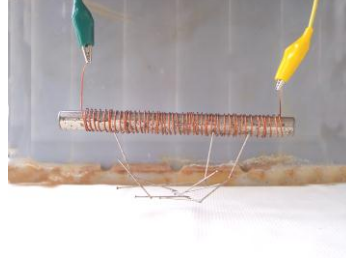


➤ İletkenlerden birine zıt yönde akım vererek gözleminizi not ediniz.



➤ Elektro mıknatıs deneyi yapınız.

- Deney için gerekli olan malzemeleri elektrik malzeme satıcılarından alınız.
- Maşalı kabloyu üreticin uçlarına bağlayınız.
- Bobin telini silindirik çubuk etrafına sararak bobin oluşturunuz.



- Bobin uçlarına akım vererek gözleminizi not ediniz.
- Bobin içerisine demir çubuk yerleştirerek uçlarına akım veriniz ve gözleminizi not ediniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi manyetik hatların özelliklerinden biri değildir?  
A) Manyetik hatlar birbirlerini kesmez.  
B) Manyetik hat dışta N den S e doğru akar.  
C) Manyetik hat dışta S den N e doğru akar.  
D) Manyetik hatlar en kısa yolu tercih eder.
2. Yan yana duran iki iletkenin aynı yönde akım geçirilirse ne olur?  
A) İletkenler birbirini çeker. C) İletkenler birbirini iter.  
B) Hiçbir etki göstermez. D) N ve S kutbu oluşturur.
3. Aşağıdakilerden hangisi elektro manyetik prensiplere göre çalışan parça değildir?  
A) Transformatör C) Röle  
B) Elektrik motoru D) Kondansatör
4. Bir bobinde sarım sayısının çokluğu manyetik alanı nasıl etkiler?  
A) Manyetik alanı artırır. B) Manyetik alanı azaltır.  
C) Manyetik alanı değiştirmez. D) Hiçbiri
5. Aşağıdaki parçalardan hangisi elektro manyetik etkiden faydalanılarak çalışmaz?  
A) Alternatör ( jeneratör) B) Röle  
C) Korna D) Transistör
6. "Sabit bir manyetik alan içinde hareket ettirilen iletkenin akım meydana gelir." şeklinde yorumlanan prensip aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Pascal B) Edison C) Faraday D) Kirşof

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

7. Birbirine paralel tutulan ve zıt yönde akım geçirilen iletkenler .....
8. Manyetik alan içerisinde bulunan iletkenin akım geçirilirse iletken ..... eder.
9. Bir demir çubuk üzerine sarılmış iletkenin akım geçirilirse oluşan parçaya ..... denir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 1) Bir elementin bütün kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük birimine ne denir?
  - A) Elektron
  - B) Proton
  - C) Atom
  - D) Elektron + nötron
- 2) Potansiyel fark sonucu iletkendeki elektronların hareketine ne denir?
  - A) Elektron akışı
  - B) Elektrik akımı
  - C) Nötr hat
  - D) Element akışı
- 3) 12 Volt gerilimi olan iki batarya birbirine paralel olarak bağlanırsa toplam gerilim kaç Volttur?
  - A) 12 Volt
  - B) 24 Volt
  - C) 36 Volt
  - D) 48 Volt
- 4) Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım ne denir?
  - A) Alternatif akım
  - B) Yönsüz akım
  - C) Ekseni etrafında dönen akım
  - D) Doğru akım
- 5) Aşağıdakilerden hangisi elektrik akımı elde etme yöntemlerinden değildir?
  - A) Sürtme ile
  - B) Isı ile
  - C) Yarı iletken ile
  - D) Manyetik yol ile
- 6) Aşağıdakilerden hangisi elektrik ölçü aletlerinden biri değildir?
  - A) Flowmetre
  - B) Voltmetre
  - C) Ohmmetre
  - D) Ampermetre

- 7) Herhangi bir enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren pil, akümülatör, dinamo ve alternatör gibi cihazlara ne denir?  
A) Alıcı  
B) Üreteç  
C) Anahtar  
D) İletken
- 8) Seri devre için aşağıdakilerden hangi söylenemez?  
A) Seri bir devrede toplam direnç tüm dirençlerin toplamına eşittir.  
B) Seri bir devrede akım şiddeti sabittir.  
C) Seri bir devrede toplam gerilim tüm alıcıların gerilimlerinin toplamına eşittir.  
D) Seri bir devrede güç sabittir
- 9) Ampermetre elektrik devresine nasıl bağlanır?  
A) Devrenin bir yerinden açılarak seri olarak  
B) Devrenin bir yerinden açılarak paralel olarak  
C) Devrenin bir yerinden açılmadan paralel olarak  
D) Alıcı devreden ayrılarak direk uçlarına bağlanarak
- 10) Wattmetre aşağıdakilerden hangisini ölçer?  
A) Alıcının çektiği akımı  
B) Alıcının direncini  
C) Alıcının gücünü  
D) Alıcının çalışma gerilimini
- 11) Seri bağlı 8 ve 12 ohm'luk iki direnç 20 ohm'luk bir dirence paralel bağlanarak karışık bir devre elde edilmiştir. Devrenin toplam direnci kaç ohm'dur?  
A) 15 ohm  
B) 10 ohm  
C) 12 ohm  
D) 20 ohm
- 12) Aşağıdakilerden hangisi manyetik hatların özelliklerinden biri değildir?  
A) Manyetik hatlar birbirlerini kesmez.  
B) Manyetik hat dışta N den S e doğru akar.  
C) Manyetik hat dışta S den N e doğru akar.  
D) Manyetik hatlar en kısa yolu tercih eder.
- 13) Yan yana duran iki iletkenin aynı yönde akım geçirilirse ne olur?  
A) İletkenler birbirini iter.  
B) İletkenler birbirini çeker.  
C) Hiçbir etki göstermez.  
D) N ve S kutbu oluşturur

- 14) Bir bobinde sarım sayısının çokluğu manyetik alanı nasıl etkiler?
- A) Manyetik alanı kuvvetini artırır.
  - B) Manyetik alanı kuvvetini azaltır.
  - C) Manyetik alanı kuvvetini değiştirmez.
  - D) Manyetik alanı kuvvetini iki katına çıkartır.
- 15) Düz iletkende meydana gelen manyetik kuvvet hatlarının yönü “hangi kural ile bulunur?”
- A) Sol parmak kuralı
  - B) Sağ göz kuralı
  - C) Sol el kuralı
  - D) Sağ el kuralı

## DEğERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	A
4	D
5	C
6	A
7	B
8	A
9	D
10	B
11	C
12	C
13	C
14	B
15	elektrik akımı

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	A
5	D
6	C
7	birbirini iter
8	hareket
9	elektro- mıknatıs

### MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	B
4	D
5	C
6	A
7	B
8	D
9	A
10	C
11	B
12	C
13	B
14	A
15	D

## KAYNAKÇA

- YARCI Kemal, İlhan YURTKULU, **Oto Elektroniği**, YÜCE Yayınları, İstanbul, 1996.
- ERSOY Hasan, **Elektrik ve Oto Elektroniği**, İzmir, 1990.
- ŞENER Temel, Muhittin GÖKKAYA, Salim SAVCI, **Elektrik Bilgisi**, Ankara, 1981.
- SALMAN M. Sahir, KOCA Atilla, ALTIN Recep, ÜLKER Mehmet, **Oto Elektrik Elektroniği**, İstanbul, 2000.
- N. TİRBEN, H. ALAVURT, C. SUNGUROĞLU, T. ŞENER, K. YONAR, A. ERKUŞ, A.HÜRER, **Elektrik Bölümü Bilgi İşlem Yaprakları**, Ankara, 1986.
- ANASIZ Kadir, **Elektrik Ölçü Aletleri ve Ölçme Bilgisi**, İstanbul, 1974.
- Millî Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı, **Elektrik Bilgisi**, Ankara, 1985.
- Ana Britannica Ansiklopedisi
- [www.obitet.gazi.edu.tr](http://www.obitet.gazi.edu.tr)
- [eem.dumlupinar.edu.tr](http://eem.dumlupinar.edu.tr)
- <http://ari.cankaya.edu.tr>