

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE  
İKLİMLENDİRME**

**BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ  
522EE0001**

**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 .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ- 1 .....	2
1. ELEKTRİK VE DEVRE KAVRAMI .....	2
1.1. Elektriğin Gereği ve Önemi .....	2
1.1.1. Elektrik Enerjisinin Tanıtımı .....	3
1.1.2. Elektrik Enerjisi Kaynakları .....	4
1.2. Elektrik Devresi Tanıtımı .....	6
1.2.1. Elektrik Devresinin Tanımı .....	6
1.2.2. Elektrik Devresi Çeşitleri .....	6
1.2.3. Almaçla Üreticinin Bağlantı Şekline Göre Devreler .....	7
UYGULAMA FAALİYETİ .....	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	19
2. GERİLİM, AKIM, DİRENÇ VE ÖLÇME .....	19
2.1. Gerilim, Akım ve Direnç .....	19
2.1.1. Gerilim, Potansiyel Farkı ve Elektromotor Kuvvet .....	19
2.1.2. Gerilimin ve EMK'nin Ölçümü .....	21
2.1.3. Akım ve Akım Şiddeti .....	21
2.1.4. Akım Şiddetinin Ölçülmesi .....	22
2.1.5. Direnç .....	22
2.2. Ohm Kanunu .....	23
2.3. Elektriksel Ölçmede Kullanılan Aletler .....	25
2.3.1. Voltmetre ve Gerilim Ölçme .....	26
2.3.2. Ampermetre ve Akım Şiddeti Ölçme .....	27
2.3.3. Ohmmetre ve Direnç Ölçme .....	28
UYGULAMA FAALİYETİ .....	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	34
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	36
3. DOĞRU AKIM VE ALTERNATİF AKIM .....	36
3.1. Doğru Akım .....	36
3.2. Alternatif Akım .....	42
3.2.1. Alternatif Akım Kullanım Alanları .....	43
3.2.2. Transformatörler .....	44
UYGULAMA FAALİYETİ .....	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	48
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	50
4. ELEKTRİK TESİSATI .....	50
4.1. Elektrik Tesisatı ile İlgili Genel Tanımlar .....	51
4.2. Elektrik Tesisatında Kullanılan Araç ve Gereçler .....	51
4.3. Aydınlatma Tesisatı .....	52
4.3.1. Flüoresan Lamba Tesisatı .....	52
4.3.2. Merdiven Otomatığı Tesisatı (Merdivenlerin Aydınlatılması) .....	53
4.3.3. Çağırma ve Zil Tesisatı .....	54
4.3.4. Sigorta ve Koruma Anahtarı .....	55
UYGULAMA FAALİYETİ .....	57

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	59
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	61
5. ELEKTRİKSEL GÜÇ VE ISI ETKİSİ .....	61
5.1. Elektriksel Güç.....	61
5.1.1. Doğru Akımda Güç.....	62
5.1.2. Alternatif Akımda Güç .....	63
5.2. Elektrik Enerjisinin Isı Etkisi .....	65
UYGULAMA FAALİYETİ.....	67
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	69
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	70
CEVAP ANAHTARLARI.....	72
KAYNAKÇA .....	74

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0001</b>
<b>ALAN</b>	<b>Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Basit Elektrik Devreleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Temel elektrik bilgileri, elektrik devresi kavramı, elektriksel ölçme ve otomatik kumanda teknikleri ile ilgili bilgilerin verildiği bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Devre ölçümleri yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel amaç</b> Bu modül ile basit elektrik devrelerini kurabilecek, devreler üzerinde gerekli ölçümleri yaparak devre için gerekli otomatik kontrol ve kumanda elemanlarını seçebileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Gerekli donanımı kullanarak basit elektrik devrelerini kurabileceksiniz.</li><li>2. Avometre, pens ampermetre kullanarak devre üzerinde gerilim, akım ve direnç ölçümü yapacak; bu ölçümleri çeşitli hesaplamalarda kullanabileceksiniz.</li><li>3. Doğru ve alternatif akım kaynaklarını çeşitli devreler üzerinde kullanabileceksiniz.</li><li>4. Elektrik tesisatı bileşenlerini kullanarak basit tesisatları kurabileceksiniz.</li><li>5. Elektrik devrelerinde güç ve ısı hesaplamalarını yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Sınıf, atölye, laboratuvar, kütüphane, ev vb. çalışma alanları</p> <p><b>Donanım:</b> Bilgisayar; internet; çeşitli katalog ve teknik dokümanlar; açık ve kapalı devre vb. tesisat şemaları; anahtar, iletken, sigorta, lamba, duy, bobin, motor vb. devre elemanları; ampermetre, voltmetre, ohmmetre, avometre ve vatmetre vb. ölçme araçları; pil, akümülatör, dinamo vb. güç kaynakları; pense, kontrol kalemi, elektrik bandı vb. el takımları</p>
<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 testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci

İnsanoğlu var oldukça vazgeçilmez ihtiyaçlarının karşılanmasında mesleğimizin önemi hem akışkanların şartlandırılmasına yönelik uygulamalarla (sıhhi tesisat, ısıtma, iklimlendirme vb.) hem de gıda ve tıbbi maddelerinin soğukta muhafazası vb. uygulamalarda gün geçtikçe artmaktadır.

Her geçen gün gelişen teknolojiye ayak uydurmak durumundayız. Özellikle teknik bir alanda çalışacak bireyin bu konuda daha hassas olması gerekmektedir.

Tesisat ve iklimlendirmede bilgi ve beceriye dayalı uygulamalarda elektrik bilgisinin temelini oluşturan bu modülle elektrikte devre kavramı, elektriksel ölçme, alternatif ve doğru akım, motorlar ve elektrik otomatik kumanda vb. konularda temel bilgi sahibi olacaksınız. Buradaki konular, mesleki gelişiminizin temelini sağlam atılmasını sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. Ancak unutulmamalıdır ki mesleğinizde ilerlemek, teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek kavramak ve uygulamalarınızla yeni ufuklar açmak ancak temeli sağlam atılmış birikimlerle olur.

Bu modülde yer alan faaliyetler sizlere uygulama yaparak öğrenmeyi ve kullanılabilir bilginin sahibi olmanızı sağlayacaktır. Bu noktadan hareketle modülde yer alan konu ve uygulamaları sindirerek öğrenmeniz gerekmektedir. Öğrenme konusunda göstereceğiniz özen aynı zamanda uygulamaların daha zevkli hâle gelmesini de sağlayacaktır.

En detaylı iklimlendirme sistemi ile en basit soğutma cihazının soğutma (çevrimi üzerine kurulu temel) prensipleri aynıdır. Bunları birbirinden farklı kılan, fonksiyonel bir yapıya sahip olan elektrik devresi ile devre üzerinde kullanılan elemanlardır. Bu açıdan elektrik, elektromekanik ve basamak oluşturacak elektronik konularına ait temel esasların iyi öğrenilmesi gerekir. Bu tespitle modülde yer alan faaliyetlerin dikkatlice, sindirilerek ve neden sonuç ilişkisine dayalı bir muhakeme yürütülerek öğrenilmesi; kullanılacak bilginin kalıcı ve kullanılabilir olması açısından çok önemlidir.

# ÖĞRENME FAALİYETİ- 1

## AMAÇ

Elektriğin temel prensiplerini öğrenerek çeşitli elektrik devrelerini doğru şekilde kurup çalıştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki büyüklerden elektriksiz yaşantıları hakkında bilgi alınız.
- Başlıca elektrik enerjisi kaynaklarını internet ortamında araştırınız.
- Çevrenizdeki elektrikle çalışan aygıtların elektrikle ilgili etiket bilgilerini not ediniz.
- Evlerimizde kullandığımız basit elektrik aygıtlarının el feneri, ütü, su ısıtıcı, fön makinesi, vantilatör vb. cihazların elektrik devre şemalarını inceleyiniz.

## 1. ELEKTRİK VE DEVRE KAVRAMI

### 1.1. Elektriğin Gereği ve Önemi

Günlük hayatımızda su, hava gibi alıştığımız ancak yokluğunda önemini anladığımız elektrik; kullanımı en kolay ve en temiz enerji kaynağıdır. Çevrenize bir bakın; elektriğin kullanılmadığı araç-gereç ve makine hemen hemen yok gibidir. Günümüzde tornavidada, daktiloda, buzdolabında, klimada, hassas ölçmenin arandığı ölçme araçlarında, elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Çoğumuzun kolundaki saat bile elektrik enerjisiyle çalışmakta ve daha güvenilir bir ölçme yapmaktadır. Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Bir an için elektrik enerjisinin hiç var olmadığını düşünün. Geline nokta, ilkel bir yaşantı olacaktır.



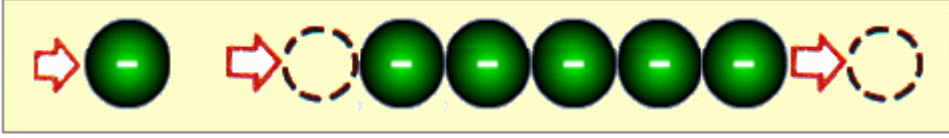
Şekil 1.1 : Elektrik enerjisi temel ihtiyaçlarımızdır

### 1.1.1. Elektrik Enerjisinin Tanıtımı

Elektrik enerjisi, bir atomun elektronlarının yer değiştirilmesiyle oluşan yönlü bir hareketin doğurduğu sonuçtur.

#### **Bunu açıklayalım:**

Özellikle iletken maddelerde çok sayıda serbest elektron bulunduğunu ve bir elektronun bir kuvvet etkisi ile kendi yörüngesinden çıkıp diğer komşu atomun yörüngesine girdiğini söylemiştik. İyi iletkenlerde atomlar birbirine o kadar yanaşık durumdadır ki atomların dış yörüngeleri birbirini örter ve bir atomun dış yörüngesindeki elektron, diğer atomların da etkisi ile kendi yörüngesinden çıkıp komşu atomun dış yörüngesine girer. Komşu atomun dış yörüngesine giren elektron, bu atomun dış yörüngesindeki atoma çarpar ve onu yörüngesinden dışarı iter. Böylece serbest elektronlar iletken içinde sürekli olarak dolaşır. Ancak elektronların bu hareketleri belirli bir yönde değildir, rastgeledir, bir arı kovanındaki arıların hareketine benzer.



**Şekil 1.2 : Elektronların itki hareketiyle enerji (elektrik akımı) iletimi iletkenin bir ucundan diğer ucuna 300000 km/s gibi büyük bir hızla gerçekleşmektedir**

Eğer bir iletkenin bir ucuna pozitif diğer ucuna negatif elektrik yükü uygulanırsa negatif yükler elektronları iter, pozitif yükler elektronları çeker. Bu yüzden elektronların hareketi rastgelelikten çıkar ve belirli bir yön alır. Bir iletkende pek çok sayıda atom bulunduğundan çok sayıda da serbest elektron bulunur. Bu serbest elektronların dışarıdan verilecek bir etkiyle bir yönde hareket etmelerinden düzenli bir elektron akışı meydana gelir.

Her elektron enerji taşır. Bir elektron kendi yörüngesinden çıkıp diğer komşu atomun yörüngesine girdiğinde taşıdığı enerjiyi komşu atomun en dış yörüngesindeki elektronuna aktarır ve onu kendi yörüngesinden dışarı iter. Bu elektron ve bu elektronun etkileyeceği diğer elektronlar aynı işlemi tekrarlar. Böylece vurgu, teknik deyim ile (impuls) itki biçimindeki enerji aktarılışı, bütün iletken boyunca itkiler (itici güç) hâlinde sürer gider.

Anlaşılabileceği üzere bir elektron taşıdığı enerjiyi, iletkenin bir ucundan diğer ucuna kendi başına taşımamaktadır. Elektrik enerjisinin iletimi, elektrik yükünün elektrondan elektrona aktarılması yolu ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle elektrik akımının hızı çok büyüktür. Bunu basit bir örnekle açıklayabiliriz. Çok sayıda aynı çaplı bilyeleri veya misketleri, yan yana (temas hâlinde) bir dizi oluşturacak şekilde sıralayalım (Şekil 1.2). Bu dizinin bir ucundaki bilyeye başka bir bilyeyi çarpıralım. Bilyenin çarpması ile dizinin diğer ucundaki bilye, hemen hemen o anda diziden ayrılır. Fakat arada kalan diğer bilyelerin çok az yer değiştirdikleri görülür.

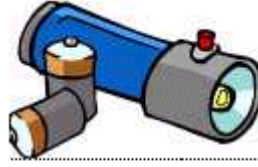
Bir iletkende de elektrik enerjisi, iletkenin uçlarına uygulanan pozitif ve negatif elektrik yüklerinin etkisi ile elektrondan elektrona aktarılarak iletilmektedir. Burada da yukarıdaki örnekte olduğu gibi elektronlar daha az bir hızla hareket ettikleri hâlde elektrik akımının iletimi saniyede 300.000 kilometrelik büyük bir hızla oluşmaktadır.



## 1.1.2. Elektrik Enerjisi Kaynakları

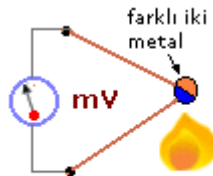
Elektrik enerjisini meydana getirmenin yolunun yönlü bir elektron hareketi olduğunu öğrendik. O hâlde elektrik akımını veya elektrik enerjisini elde edebilmek için elektronları harekete geçirmemiz gerekir. Bunun için bir kuvvet kaynağına ihtiyaç vardır.

**1. Kimyasal yolla elektrik enerjisi elde edilebilir:** Taşıtlarda kullanılan akümülatörlerle hesap makinelerinde, radyo, el feneri ve test cihazlarında kullanılan piller depo ettikleri kimyasal enerjiyi istendiğinde elektrik enerjisine çevirir.



**Şekil 1.3 : Kimyasal enerji pilde elektrik enerjisine dönüşür**

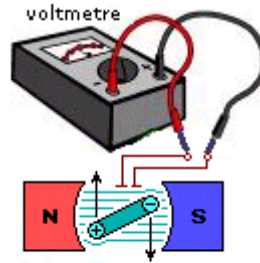
**2. Isı etkisi ile elektrik enerjisi elde edilebilir:** Malzemeleri farklı iki metal tel, uçlarından kaynakla birleştirildiğinde basit anlamda bir bi-metal (termokupl) elde edilir. Bu birleşme noktasının ısıtılmasıyla uçlar arasında bir sıcaklık farkı oluşturulduğunda sıcak ve soğuk uçlar arasında yönlü bir elektron hareketi ile sonuçlanan elektriki bir voltaj (gerilim) elde edilir. Bu uçlar arasındaki sıcaklık farkı korunduğu sürece enerji akışı devam eder. Uçlar arasındaki sıcaklık farkı ( $\Delta T$  °C) ne kadar büyükse elektriki gerilim yani voltaj da o kadar yüksek olur. Bu olaya termoelektrik (sıcak) etki, bu işlemde kullanılan bir çift tele de **termokupl** denir. Endüstride birçok yerde kullanılır. Özellikle evlerimizde sıcak su üretiminde kullanılan gazlı şofben ve kombilerin gaz yolu valflerinin kumandasında ve emniyet tertibatında güvenle kullanılmaktadır.



**Şekil 1.4 : Termokupl**

**3. Basınç etkisi ile elektrik enerjisi elde edilebilir:** Kristal yapıya bazı maddeler (Örneğin, kuvarz veya baryum titanat gibi) mekanik basınç etkisi altında bırakıldığı zaman maddenin içindeki elektronlar kayarak maddenin iki yüzeyi arasında bir potansiyel farka (gerilime) neden olacaktır. Bu olaya **piezzo elektrik** denir. Oluşturulan gerilim miktarı, uygulanan basınçtaki değişmeye ve uygulama süresine bağlıdır. Basınç ne kadar yüksek ve bu süre ne kadar kısa olursa üretilen gerilim miktarı o kadar büyük olacaktır. Bu özellikten yararlanılarak çeşitli yanıcı gaz ateşleme sistemleri geliştirilmiştir.

**4.Manyetik etki ile elektrik enerjisi üretilebilir:** Yukarıdaki konularda aynı cins elektrik yüklerinin birbirlerini ittiğini, zıt yüklerin ise çektiğini belirtmiştik. Bir doğal mıknatıs da yapısal olarak (farklı elektrik yüklerini andıran) bir ucu güney (S), diğer ucu kuzey (N) olmak üzere iki kutba sahiptir. Mıknatısın bu iki kutbu arasında oluşan kuvvet çizgileri, manyetik alan olarak ifade edilir. Eğer bu mıknatıs çubuk, bir bakır tel bobin içinden geçirilecek olursa bobinin iki ucunda bir gerilim indüklenmesine yani yönlü bir elektron akımına neden olur. Burada mıknatısın bobin içindeki hareketi aynı zamanda mekanik bir hareketi gerektirdiğinden mekanik etkiden elektrik enerjisi elde edilmiş gibi de değerlendirilebilir.



**Şekil 1.5 : Manyetik etki ile elektrik üretilebilir**

**5.Işık etkisi ile elektrik elde edilebilir:** Üzerine ışık enerjisi düşen bazı maddeler, madde atomlarındaki serbest elektronları harekete geçirerek maddenin uç noktalarında bir gerilim meydana getirir. Bu olaya **fotoelektrik** adı verilir. Işık da bir enerji kaynağıdır ve foton adı verilen taneciklerin hareketiyle yayılır. Fotonlar elektronlara çarparak sahip olduğu enerjinin bir kısmını bırakır. Bunun sonucunda elektronlar yönlü bir hareket kazanarak elektrik akımının oluşmasına neden olur. Foto-transistörler, fotoseller, güneş pilleri buna örnek verilebilir.

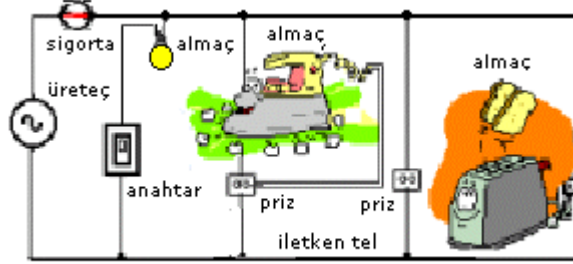


**Resim 1.1 : Güneş pilleri**

**6.Sürtünme ile elektrik enerjisi elde edilebilir:** Birçoğumuz yönlü giysilerimizi üzerimizden çıkarırken bir çıtırtının oluştuğunu fark etmişizdir. Eğer bu olayı karanlık bir ortamda yaşarsanız çıtırtıyla beraber kıvılcımları da görmeniz mümkün olacaktır. Burada bir sürtünme eylemi ve bunun sonucu oluşmuş elektriklenme söz konusudur. Sürtünme sonucu cisimler malzeme özelliklerine göre negatif (-) ya da pozitif elektrik yükleri kazanır.

## 1.2. Elektrik Devresi Tanıtımı

Elektrik devresinin tanımını yapmadan önce devreyi oluşturan bileşenleri ve devre üzerindeki görevlerini öğrenmek faydalı olacaktır.



Şekil 1.6 : Elektrik devresi ve devre bileşenleri

**a.Üreteç:** Elektrik enerjisini üreten alet ve makinelere kısaca **üreteç** denir. Piller, akümülatörler depoladıkları kimyasal enerjiyi, istendiğinde elektrik enerjisine çeviren üreteçlerdir. Dinamo ve jeneratörler ise kullandıkları mekanik enerjiyi manyetik etki ile elektrik enerjisine çeviren üreteçlerdir.

**b.Almaç:** Elektrik enerjisini üzerinde başka enerjilere çeviren alet veya makinelere **almaç** denir. Ampul, ütü, buzdolabı, radyo vb.

**c.İletken:** Yüksek elektrik iletme kabiliyeti olan ve özellikle tel hâlinde şekillendirilmiş malzemelere **iletken** adı verilir. Bakır teller, kablolar ve alüminyum teller buna örnek verilebilir.

**ç.Anahtar:** Basit anlamda açma ve kapama işleviyle elektrik akımının geçişini kontrol altında tutan araçtır. Açıldığında devre akımını keser; kapandığında ise akımın geçmesini sağlar.

**d.Sigorta:** Devreyi ve devrede bulunan almaçı ve üretici, aşırı akımdan koruyan bir güvenlik aracıdır. Bu aşırı akım, üzerindeki akım geçişlerinde almaç, üreteç ve iletkenler arızalanabilir. Bunu önlemek için aşırı akımda devreyi kesen sigorta kullanılır.

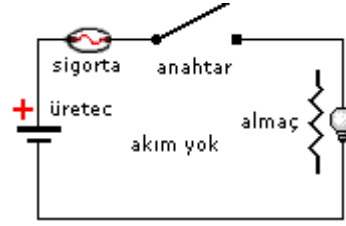
### 1.2.1. Elektrik Devresinin Tanımı

Basit manada elektrik akımının izlediği yola **devre** adı verilir. Devre üzerinde birçok bileşen olabileceği gibi sadece bir üreteç, almaç ve iletkenden kurulu yapı da elektrik devresi olarak kabul edilebilir. Asıl önemlisi devre üzerinde bir elektrik akımının varlığı, yani devrenin bir işi gerçekleştirebiliyor olmasıdır.

### 1.2.2. Elektrik Devresi Çeşitleri

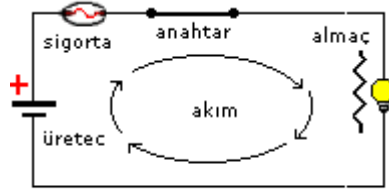
Elektrik devreleri; üç çeşittir.

**1.Açık devre:** Bir elektrik devresindeki anahtar açık duruma getirilirse devre akımı kesilir. Bu durumda akım almaçtan geçmez, dolayısıyla almaç çalışmaz (Şekil 1.7). Akım yolunun açık olduğunu belirtmek için bu şekildeki elektrik devrelerine **açık devre** adı verilir.



Şekil 1.7 : Açık devre, akım yok

**2.Kapalı devre:** Elektrik devresini kumanda eden anahtar kapalı duruma getirilirse devreden akım geçer ve almaç çalışır (Şekil 1.8). Anahtarı kapalı tuttuğunuz sürece üreteç akım verebiliyorsa almaç çalışmasına devam eder. Ancak anahtar kapalı ve almaç sağlam olduğu hâlde çalışmıyorsa üreteç veya almaç bağlantılarında bir temassızlık veya kopma var demektir. Bu arızalar giderilmedikçe devrenin kapalı oluşundan söz edilemez, devre açık sayılır.



Şekil 1.8 : Kapalı devre, akım var

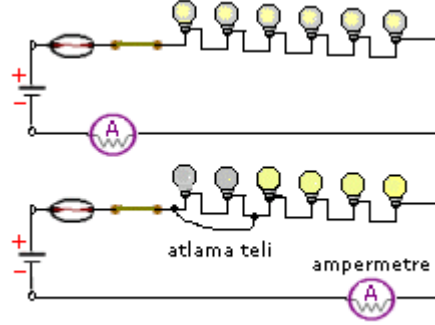
**3.Kısa devre:** Herhangi bir nedenle iletkenler almaçtan önce kesişir veya birleşirse meydana gelen bu devre çeşidine **kısa devre** denir. Kısa devre hâlinde akım, direnci büyük olan almaçtan geçmez. Direnci az olan en kısa yoldan devresini tamamlamak ister. Bu tip devre, bir arızanın varlığını da ifade etmek amacıyla kısa devre olarak tanımlanır. Eğer devrede sigorta varsa kısa devre sonucu oluşacak yüksek akım, sigorta telini ergiterek devreyi açık konuma getirir. Böylece kısa devre sonucu iletkenler üzerinde oluşan yüksek ısının oluşturacağı tehlike önlenmiş ve üreteç de korunmuş olur.

### 1.2.3. Almaçla Üretecin Bağlantı Şekline Göre Devreler

Bir devre üzerine birden fazla almaç yerleştirildiğinde akım, üreteçten çıkıp tekrar üretece dönerken devre üzerinde birden fazla hat üzerinden geçme imkânı bulur. Tasarımına bağlı olarak devreler üç ayrı türde incelenebilir.

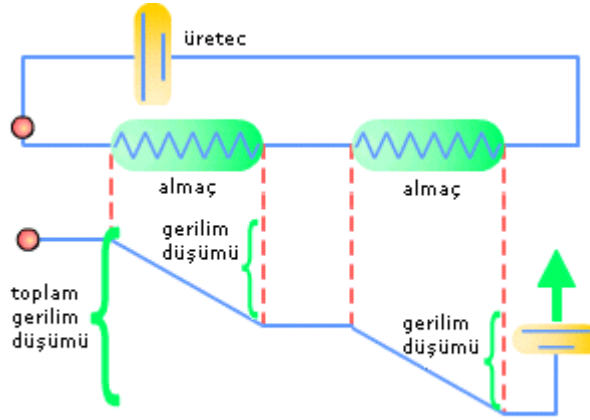
Bunlar; **seri**, **paralel** ve **seri-paralel** devrelerdir.

**1.Seri devreler:** Anlaşılması en kolay seri devrelerdir. Çünkü devre üzerindeki bütün elemanlar, iletkenler birbirlerinin ardı sıra kullanılarak seri olarak bağlanmışlardır. Devre üzerindeki herhangi bir elemanın (Örneğin, bir ampulün) çıkarılmasında veya arızasında akım kesilir. Çünkü artık devre kapalı değildir. Şekil 1.9'da görüldüğü gibi arızalı ampulün çevresinden bir atlama teli geçirildiğinde diğer ampuller ışık verecektir.



**Şekil 1.9 : Seri devre**

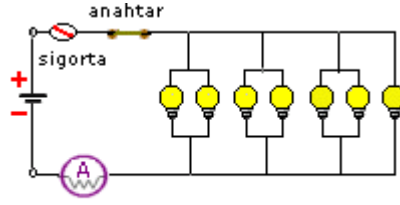
Diğer taraftan bütün anahtarlar, kontrol ettikleri cihazlarla seri bağlı olmalıdır. Sigortalar ve aşırı yük koruyucuları gibi emniyet cihazları da seri olarak bağlanır böylece sigorta herhangi bir nedenle elektriki olarak açıldığında cihaz çalışmaya devam edemez. Seri devrelerde devre üzerinde bulunan her almaç, gerilim düşümüne neden olur. Her almaç üzerindeki gerilim düşümü, almaçın direnci ile devre akımının çarpımına eşittir. Şekil 1.10'da iki almaçlı bir devrede her almaç üzerindeki gerilim düşümü görülmektedir.



**Şekil 1.10 : İki almaçlı seri devrede gerilim düşümü**

**2. Paralel devreler:** Seri devrede dirençler nasıl ucu ucuna bağlanıyorsa paralel bir devrede de dirençler, üreticinin iki ucu arasında olacak şekilde yan yana yerleştirilir.

Şekil 1.11'deki ampuller paralel bağlıdır. Böyle bir devrenin hat bağlantılarını klasik gösterimle sunan bu şekil, dirençlerin yan yana yerleştirilme düzenini de açıkça vurguluyor. Paralel devrenin birçok özelliği pratik uygulamalarda önemini hemen ortaya koyar. Aynı güce sahip (Örneğin, 40 watt'lık) üç ampulü hem seri hem de paralel bağlayalım. Paralel bağlantıda ampullerin hepsi parlak ışık verirken seri bağlantılarında sönük bir ışık verdikleri görülür.

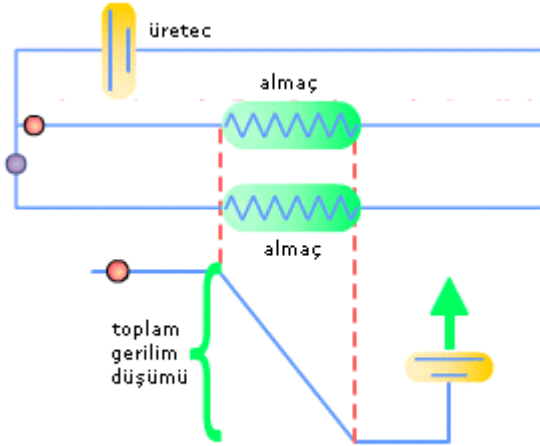


**Şekil 1.11 : Paralel devre**

Şekil 1.11’de yedi almanın birbirine paralel bağlandığı devreyi inceleyelim. Bu devrede akım güç kaynağından çıktıktan sonra tekrar güç kaynağına dönerken birden fazla hat üzerinden geçmektedir. Yani toplam akım yedi direnç tarafından paylaşılmaktadır. Eğer her almanın direnci aynı ise her birinden geçen akım da aynı olacaktır. Eğer dirençler birbirine eşit değilse her birinden geçen akım da farklı olacaktır. Her iki durumda da toplam devre akımı, paralel devrenin her bir hattındaki veya kolundaki tek tek akımların toplamına eşit olacaktır.

Paralel devrede her bir dirençteki voltaj (gerilim) düşümü, (dirençler farklı olsa da) her bir dirençteki gerilim düşümü aynıdır.

Şekil 1.12’de paralel bağlanmış iki almaçlı devrede gerilim düşümü görülmektedir.

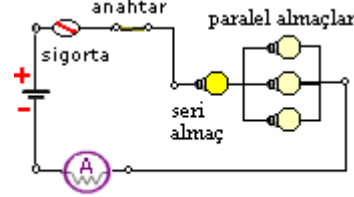


**Şekil 1.12 : İki almaçlı paralel devrede gerilim düşümü**

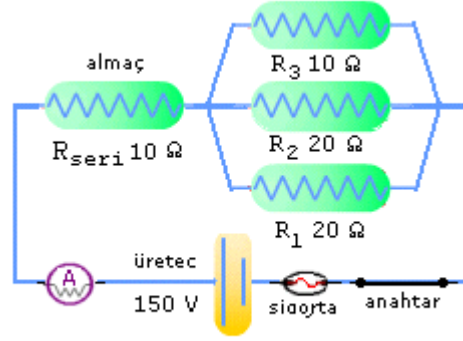
**3.Seri-paralel devreler:** Devre üzerindeki elemanların (almaç, iletken, anahtar vb.) üreticinin durumuna göre bazılarının paralel bazılarının da seri olarak bağlandığı devre çeşididir. Birçok uygulamasına rastlamak mümkündür. Örneğin, no-frost soğutucuların elektrik devrelerinde termostat, röle ve termik devrede seri; defrost rezistansı, fan motoru vb. ise paralel bağlanmıştır. Diğer bir örnek sıvı yakıtlı kazanlardan verilebilir. Kazanlarda su pompası devreye paralel bağlı iken yakıt pompası termostat üzerinden seri bağlantılıdır.

Şekil 1.14’te verilen seri, paralel (karışık) devreyi örnek olarak inceleyelim ve bu devrede devre akımını, direncini, her bir dirençteki gerilim düşümünü ve her bir dirençten geçen akımı bulalım. Öncelikle devrenin direncini bulalım.

Paralel bağlı dirençlerin toplam direncini şu şekilde hesaplayabiliriz. İlk önce ikisinin  $R_1$  ve  $R_2$ 'nin toplam direnci bulunur. Sonra bu toplam dirençle üçüncüsünün toplam direnci bulunur.



**Şekil 1.13 : Seri-paralel devre**



**Şekil 1.14 : Seri - paralel devre**

$R_1 \times R_2 = 20 \times 20$   
 $R_{\text{Toplam}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10 \text{ ?}$  bulunur. Bu toplam dirençle üçüncü direnç aynı şekilde hesaplanırsa paralel devrenin toplam direnci;

$R_{\text{paralel toplam}} = \frac{R_T \times R_3}{R_T + R_3} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5 \text{ ?}$  bulunur.

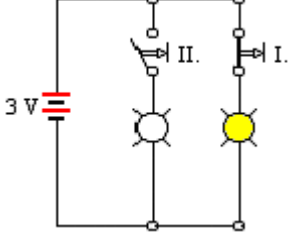
Devre direnci ise  $R_{\text{toplam}} = R_{\text{paralel toplam}} + R_{\text{seri}} = 5 \text{ ?} + 10 \text{ ?} = 15 \text{ ?}$  bulunmuş olur.

Devre akımı ise  $I = \frac{E}{R} = \frac{150}{15} = 10 \text{ A}$  bulunur.

Seri  $10 \text{ ?}$  dirençteki gerilim düşümü  $U = 10 \text{ A} \times 10 \text{ ?} = 100 \text{ volt}$  bulunur. Paralel devredeki gerilim düşümü ise  $150 \text{ V} - 100 \text{ V} = 50 \text{ V}$  bulunur. Şimdi sırası ile paralel dirençler üzerinden geçen akımı bulalım. Dirençlerin paralel olduğu devrelerde gerilim düşümü eşittir ve bu devrede  $50 \text{ V}$  bulunur. Buna göre  $10 \text{ ohm'}$ luk direnç üzerinden geçen akımı  $I = 50/10 = 5 \text{ A}$ ,  $20 \text{ ohm'}$ luk direnç üzerinden geçen akım ise  $I = 50/20 = 2,5 \text{ A}$  ve diğer  $20 \text{ ohm'}$ luk dirençten geçen akımda  $2,5 \text{ A}$  olacaktır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İki almaçlı basit elektrik devresi kurunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 40 cm) sunta, suntalam vb.</li> <li>➤ 2 adet pil; 1,5 V, orta boy</li> <li>➤ Kablo; Ø 0,50 veya Ø 0,75 2 m</li> <li>➤ Duy; 2 adet, minyatür fener ampulüne uygun</li> <li>➤ Ampul; minyatür, 3,6 volt, 2 adet</li> <li>➤ Anahtar; minyatür, 2 adet</li> </ul>	<p>➤ Aşağıda devre şeması verilen basit elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre elemanlarını montaja hazırlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plançete üzerine yerleştireceğiniz devre elemanlarının (pil, duy ve anahtarları) montaj yerlerini işaretleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre elemanlarını plançete üzerine ağaç vidası vb. malzemeler kullanarak sabitleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre elemanlarının plançeteye montajı sırasında hasar görmemesi için dikkatli çalışmalı ve uygun takım kullanmalısınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İletkenleri uygun ölçülerde kesip hazırlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İletkenleri hazırlarken bağlantı için gerekli payları hesaplayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İletken bağlantılarını yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre elemanlarının iletken bağlantılarında “İletken Birleştirme Teknikleri” modülündeki uygulamalardan yararlanınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devrenizi, anahtarları kullanarak çalıştırınız. Her iki anahtarın kapalı olduğu durumu gözlemleyerek not alınız.</li> <li>➤ Bu gözleminizi arkadaşlarınızla paylaşınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devrenizde sırasıyla önce I. lamba anahtarını kapatarak çalışma durumunu gözlemleyiniz. Eğer lamba ışık vermiyorsa iletken bağlantılarını, lamba duy temasını ve anahtarın sağlamlığını kontrol ediniz.</li> <li>➤ Lambanın ışık vermesi durumunda anahtarı açarak lambayı söndürünüz.</li> <li>➤ Daha sonra diğer lambaya ait II. anahtarı kapatarak II. lambayı devreye alınız.</li> <li>➤ Sonra I. anahtarı da kapatarak her iki lambanın durumunu gözlemleyiniz.</li> </ul>



## KONTROL LİTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

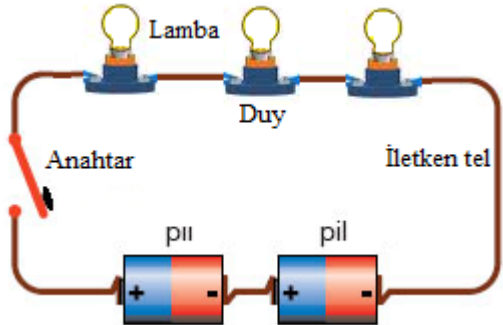
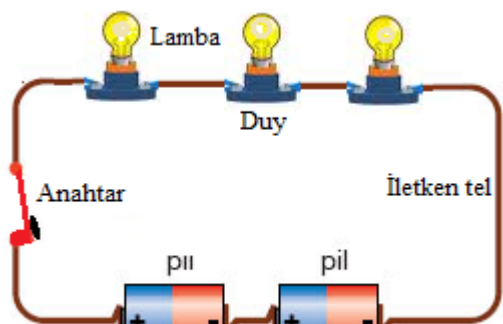
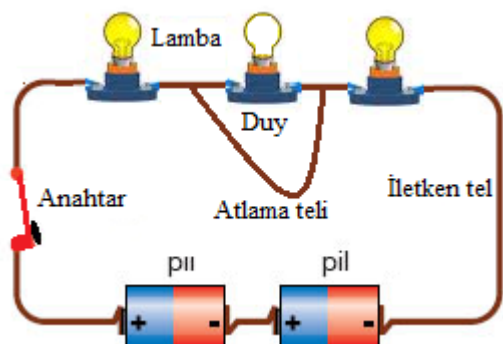
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1 Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2 Devre elemanlarını montaja hazırlayabildiniz mi?		
3 Devre elemanlarını plançeteye sabitleyebildiniz mi?		
4 İletkenleri uygun ölçüde kesip hazırlayabildiniz mi?		
5 İletken bağlantılarını yapabildiniz mi?		
6 Devreye enerji verip anahtarla çalıştırabildiniz mi?		
7 Her iki anahtarın açık-kapalı durumuna göre çalıştırabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## UYGULAMA FAALİYETİ

Seri elektrik devresi kurunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 40 cm) sunta, suntalam vb.</li><li>➤ Pil; 2 adet, 1,5 V, orta boy</li><li>➤ Kablo Ø 0,50 veya Ø 0,75 2 m</li><li>➤ Duy; 3 adet, minyatür, fener ampulüne uygun</li><li>➤ Ampul; minyatür, 2,4 volt, 3 adet</li><li>➤ Anahtar; minyatür, 1 adet</li></ul>	<p>➤ Aşağıda devre şeması verilen basit elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p>  <p>The diagram shows a series circuit. At the top, three lamps are connected in a row, each labeled 'Lamba'. Below them is a switch labeled 'Anahtar'. At the bottom, two batteries labeled 'pil' are connected in series. The circuit is completed by wires labeled 'İletken tel'.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devre elemanlarını montaja hazırlayınız.</li><li>➤ Devre elemanlarını plançete üzerine ağaç vidası vb. malzemeler kullanarak sabitleyiniz</li></ul>	<p>➤ Devre elemanlarının plançeteye montajı sırasında hasar görmemesi için dikkatli çalışmalı ve uygun takım kullanmalısınız.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrenizi, anahtarları kullanarak çalıştırınız.</li><li>➤ Bu gözleminizi arkadaşlarınızla paylaşınız.</li></ul>	 <p>The diagram shows a series circuit. At the top, three lamps are connected in a row, each labeled 'Lamba'. Below them is a switch labeled 'Anahtar'. At the bottom, two batteries labeled 'pil' are connected in series. The circuit is completed by wires labeled 'İletken tel'.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrenizde şekildeki gibi bir atlama teli kullanınız. Anahtarları kullanarak çalıştırınız.</li><li>➤ Bu gözleminizi arkadaşlarınızla paylaşınız.</li><li>➤ Lambaların bir önceki duruma göre parlaklık durumunu açıklayınız.</li></ul>	 <p>The diagram shows a series circuit. At the top, three lamps are connected in a row, each labeled 'Lamba'. Below them is a switch labeled 'Anahtar'. At the bottom, two batteries labeled 'pil' are connected in series. A bypass wire labeled 'Atlama teli' is connected between the terminals of the middle lamp. The circuit is completed by wires labeled 'İletken tel'.</p>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

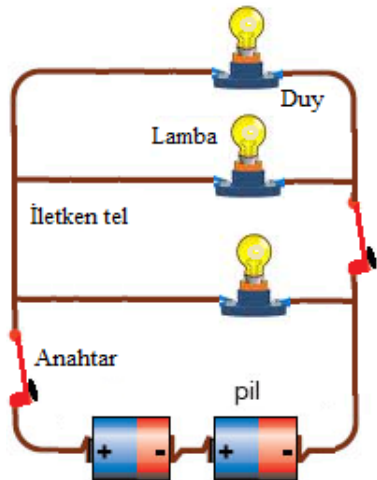
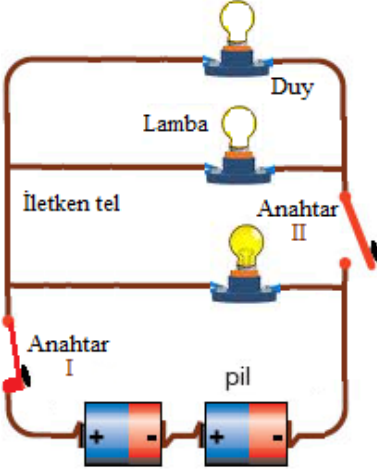
<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
<b>1</b> Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
<b>2</b> Devre elemanlarını montaja hazırlayabildiniz mi?		
<b>3</b> Devre elemanlarını plançeteye sabitleyebildiniz mi?		
<b>4</b> İletkenleri uygun ölçüde kesip hazırlayabildiniz mi?		
<b>5</b> İletken bağlantılarını yapabildiniz mi?		
<b>6</b> Devreye enerji verip anahtarla çalıştırabildiniz mi?		
<b>7</b> Atlama teli kullanarak devreyi çalıştırabildiniz mi?		

## **DEĞERLENDİRME**

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

## UYGULAMA FAALİYETİ

Paralel elektrik devresi kurunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 40 cm) sunta, suntalam vb.</li><li>➤ Pil; 2 adet, 1,5 V, orta boy</li><li>➤ Kablo; Ø 0,50 veya Ø 0,75 2 m</li><li>➤ Duy; 3 adet, minyatür, fener ampulüne uygun</li><li>➤ Ampul; minyatür, 3,6 volt, 3 adet</li><li>➤ Anahtar, minyatür, 2 adet</li></ul>	<p>➤ Aşağıda devre şeması verilen basit elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p> 
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devre elemanlarını montaja hazırlayınız.</li><li>➤ Devre elemanlarını plançete üzerine ağaç vidası vb. malzemeler kullanarak sabitleyiniz.</li></ul>	<p>➤ Devre elemanlarının plançeteye montajı sırasında hasar görmemesi için dikkatli çalışmalı ve uygun takım kullanmalısınız.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrenizi, anahtarları kullanarak çalıştırınız.</li><li>➤ Bu gözleminizi arkadaşlarınızla paylaşınız.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrenizde şekildeki gibi II. anahtarı kullanarak devre üzerindeki değişimi irdeleyiniz.</li><li>➤ Lambanın parlaklık durumunu açıklayınız.</li><li>➤ Bu gözleminizi arkadaşlarınızla paylaşınız.</li></ul>	

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

<b>Değerlendirme Olutleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
<b>1</b> Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
<b>2</b> Devre elemanlarını montaja hazırlayabildiniz mi?		
<b>3</b> Devre elemanlarını plançeteye sabitleyebildiniz mi?		
<b>4</b> İletkenleri uygun olüde kesip hazırlayabildiniz mi?		
<b>5</b> İletken bağlantılarını yapabildiniz mi?		
<b>6</b> Devreye enerji verip anahtarla çalıştırabildiniz mi?		
<b>7</b> II. anahtarı açarak devrenin çalışma durumunu aıklayabildiniz mi?		

## **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 basit bir elektrik devresinde bulunur?
  - A) Duy
  - B) Anahtar
  - C) İletken
  - D) Üreteç
  - E) Hepsi
- 2 Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresinde **almaç** olarak kullanılır?
  - A) Anahtar
  - B) Duy
  - C) Pil
  - D) Ampul
  - E) Hiçbiri
- 3 Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresinde **üreteç** olarak kullanılır?
  - A) İletken
  - B) Sigorta
  - C) Pil
  - D) Ampul
  - E) Duy
- 4 Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresinde devreyi **kapatma ve açma** elemanı olarak kullanılır?
  - A) Anahtar
  - B) Sigorta
  - C) Pil
  - D) Duy
  - E) Hepsi
- 5 Aşağıdakilerden hangisi **almaçları** seri bağlanmış elektrik devresini tarif etmektedir?
  - A) Duy, pil ve anahtar
  - B) Duy, anahtar, pil, pil
  - C) Ampul, duy, anahtar
  - D) Ampul, ampul, anahtar, pil
  - E) Hepsi

- 6 Aşağıdakilerden hangisi gerilimi yükseltmek amacıyla kullanılır?
- A) Pil ve almaçlar seri bağlanır.
  - B) Almaçlar seri bağlanır.
  - C) Üreteçler seri bağlanır.
  - D) Üreteçler paralel bağlanır.
  - E) Anahtarla üreteç seri bağlanır.
- 7 Aşağıdakilerden hangisi kısa devre koruma elemanı olarak kullanılır?
- A) Sigorta
  - B) Duy
  - C) Anahtar
  - D) İletken
  - E) Hepsi
- 8 Aşağıdakilerden hangisi almaçlarla devre akımını artırmak için kullanılır?
- A) Seri
  - B) Paralel
  - C) Kısa devre
  - D) Açık devre
  - E) Hepsi

## 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

Avometre, pens ampermetre kullanarak devre üzerinde gerilim, akım ve direnç ölçümü yapacak; bu ölçümleri çeşitli hesaplamalarda kullanabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ev ve atölye ortamında kullandığınız el feneri, radyo, ütü, su ısıtıcısı, fön makinesi, vantilatör, el breyzi, plastik boru kaynak makinesi, bakır boru kaynak makinesi, sütunlu matkap tezgâhı vb. cihazların elektriki devre elemanlarını her cihaz için ayrı ayrı tespit ederek not alınız. Her devre elemanının devre içindeki görevini araştırınız.
- Elektriksel ölçmede kullanılan çeşitli ölçme aletlerini (voltmetre, ampermetre, pens ampermetre, avometre, vatmetre vb.) piyasada ve internet ortamında araştırarak fiyat ve teknik özelliklerini not alınız.
- Cihazların çalışma gerilimlerini, çektikleri akımı ve direnç değerlerini ölçerek not ediniz. Ohm kanununu kullanarak ölçemediğiniz diğer değerleri ve güçlerini hesaplayınız. Elde ettiğiniz değerleri cihazların etiket değerleriyle karşılaştırınız.

## 2. GERİLİM, AKIM, DİRENÇ VE ÖLÇME

### 2.1. Gerilim, Akım ve Direnç

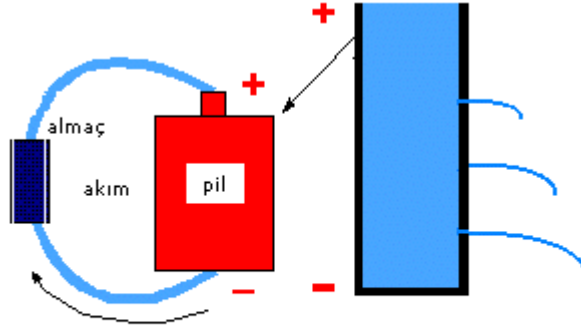
Üreteç, almaç ve iletkenlerden kurulu bir elektrik devresinde elektrik enerjisinin yaptığı iş, devre üzerinde kullanılan üretcecin potansiyel gücüyle almaç ya da almaçların tüketebileceği elektrik enerjisiyle sınırlıdır. Bu değerlerin matematiksel olarak ifadesi, aşağıda tanımları verilen gerilim, akım ve direnç gibi kavramları kullanmak suretiyle yapılabilir.

#### 2.1.1. Gerilim, Potansiyel Farkı ve Elektromotor Kuvvet

İleride göreceğimiz konular ve mesleğinizle ilgili elektrik işlerinde, kavram karmaşasını önlemek ve konunun daha anlaşılabilir olmasını sağlamak amacıyla gerilim, potansiyel farkı ve elektromotor kuvvet gibi elektrik kavramlarının birlikte öğrenilmesinde fayda vardır. Hepsinin birimi voltuttur. Bunları birbirinden farklı kılan, kullanıldıkları yerde ifade buldukları anlamlarından ileri gelir.

**Bu kavramları su dolu bir kap örneğiyle açıklayalım.**





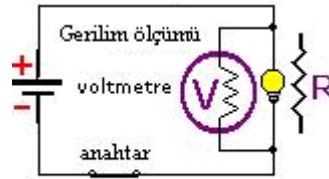
**Şekil 2.1 : Bir üretcin iki kutbu arasında elektronları harekete geçiren bir elektron fazlalığı farkı vardır. Bu su dolu bir kaba benzetilebilir.**

Bir kabı, su ile dolduralım ve yan cidarından aynı çaplı, farklı yükseklikte üç delik açalım (Şekil 2.1). Sonra deliklerden çıkan suyun hareketini inceleyelim. Kap tabanına, yakın delikten çıkan suyun diğerlerine göre daha ileriye doğru aktığı görülür. Bu bize su seviyesi arttıkça kap tabanına uygulanan basınç kuvvetinin de arttığını göstermektedir. Verilen bu örnekte suyun kap tabanından yüksekliği **potansiyel farkı** olarak ifade edilir. Bir üretcin de iki kutbu arasında, elektronları harekete geçiren bir elektron fazlalığı farkı, yani bir potansiyel farkı vardır. Bu potansiyel farkın iş yapabilme etkisine yani diğer bir deyişle basıncına **gerilim** veya **elektromotor kuvvet** adı verilir.

**Gerilim ile elektromotor kuvvet (EMK) arasında şu fark vardır:**

**Elektromotor kuvvet (EMK):** Bir üretcin devre dışında, uçları arasında ölçülen değere **EMK** denir ve **EMK E** harfi ile belirtilir. Birimi volt'tur.

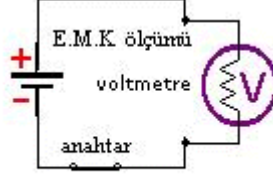
**Gerilim:** Üretcin uçlarına bir almaç bağlandığında üretcin uçları arasında ölçülen değere **gerilim** adı verilir ve **U** harfi ile gösterilir. **Gerilimde almaç üzerinde bir enerji harcanacağından bir gerilim düşmesi olur. Bu nedenle elektromotor kuvvet E, daima gerilim U'dan büyüktür.** Gerilimin ve EMK'nin birimi voltur ve **V** harfi ile belirtilir.



**Şekil 2.2 : Gerilim ölçümü**

## 2.1.2. Gerilimin ve EMK'nin Ölçümü

Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki gerilimi ölçmeye yarayan cihaza **voltmetre** denir. Voltmetre, elektrik devresine paralel bağlanarak ölçme yapılır.



Şekil 2.3 : E.M.K ölçümü

Volt'un katları ve askatları mevcuttur.

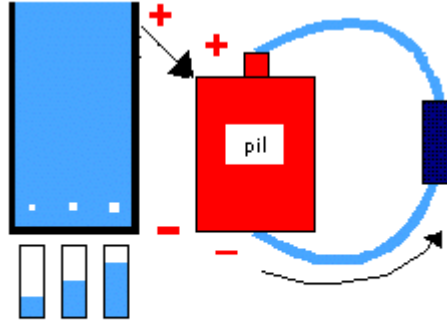
Üst katları: Kilovolt = 1000 V = 1 kV

Askatları: Milivolt = 1/1000 V = 1 mV' tur.

## 2.1.3. Akım ve Akım Şiddeti

**Akım:** Su dolu kap örneğimizde deliklerden akan suyu akıma benzetebiliriz. Basit manada dışarıdan uygulanan bir kuvvet etkisiyle oluşan, yönlü vurgu, itki (impuls) şeklinde iletilen elektron hareketinin sonucudur diyebiliriz.

Elektrikte daha çok akım şiddeti ifadesi ile karşılaşırız.



Şekil 2.4 : Bir iletkenin birim kesitinden birim zamanda geçen elektron miktarı akım şiddeti olarak ifade edilir.

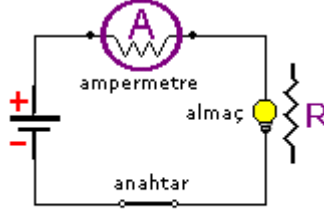
**Akım Şiddeti:** Su dolu kap örneğimizde bu kez kap üzerinde tabandan aynı yükseklikte fakat farklı çaplarda üç deliği yan yana delem. Sonra deliklerden akan suyu kaplarda toplayarak durumunu inceleyelim (Şekil 2.4). Potansiyel farkı her delik için aynı olduğundan suların ileriye doğru hareketlerinin eşit mesafede olduğu fakat büyük çaplı deliğin akıttığı toplam su miktarının daha fazla olduğu görülür. Bu örnek aynı malzeme yapısında fakat farklı kesitlerdeki iki iletkenin geçen elektronlara benzetilebilir. O hâlde bir iletkenin belirli bir kesitinden belirli bir zaman içinde geçen toplam elektron sayısına **akım şiddeti** adı verilir ve I harfi ile gösterilir. Akım şiddetinin birimi amperdir. A harfi ile belirtilir.

Amperin daha çok askatları kullanılır.

1 Amper = 1000 mA (miliamper) = 1.000.000  $\mu$ A (mikroamper) dir.

#### 2.1.4. Akım Şiddetinin Ölçülmesi

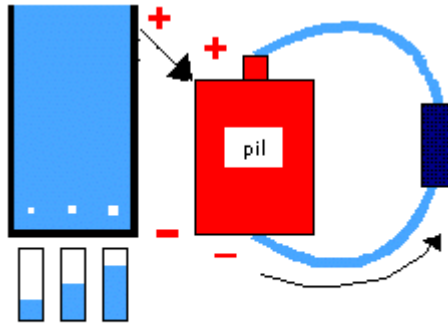
Elektrik devresi kapalı iken devrenin çektiği akım şiddeti, devre üzerine seri olarak bağlanan ampermetre ile ölçülür. Ampermetre, devre üzerindeki herhangi bir devre bileşeni arasına seri olarak bağlanabilir.



Şekil 2.5 : Ampermetre devreye seri olarak bağlanır

#### 2.1.5. Direnç

Bir iletkenin elektrik akımına karşı gösterdiği zorluğa direnç denir. Elektrik akımına karşı gösterilen bu direnç, rezistans kelimesinin baş harfi R ile belirtilir. Direncin birimi ohm (om) dur ve  $\omega$  (omega) sembolü ile gösterilir. Şekil 2.6'daki su dolu kap örneğinde kap üzerindeki farklı çaplardaki deliklerin suyun akışına karşı gösterdikleri dirençler de farklıdır. Büyük çaplı delik, su akışına daha az direnç göstermektedir. Bu noktadan hareketle elektrikte şu benzetme yapılabilir. İletken kesiti büyüdükçe elektrik akımına karşı gösterdiği direnç azalacaktır.



Şekil 2.6 : Bir iletkenin birim kesitinden birim zamanda geçen elektron miktarı akım şiddeti olarak ifade edilir

**Bir iletkenin direnci aşağıdaki özelliklere bağlıdır.**

1.İletken, maddenin yapısına bağlıdır. Atom yapısı kararlı olan maddelerde serbest hâle geçebilecek elektron sayısı çok az olduğu için akımın izleyeceği yol oldukça sınırlıdır. Madde bu yapısı itibarıyla direnç özelliği gösterecektir.

2.İletken telin kesitine bağlıdır. Kesit küçüldükçe direnç artar.

3. İletken telin uzunluğuna bağlıdır. İletken uzunluğu arttıkça iletken içinde elektrik akımını ileten elektronların sürtünmesi artacak ve direnç de bu uzunluğa bağlı olarak artacaktır.

4. İletkenin sıcaklığına bağlıdır. Sıcaklık arttıkça direnç artar. Örneğin, tungsten telli 40 watt'lık bir ampulün direnci 20°C'de 110 Ω iken ampul enerjilendiğinde tungsten telin sıcaklığı 2400°C'ye, direnci 1100 Ω (ohm)'a yükselmektedir.

Bir elektrik devresinde birden fazla almaç olabilir. Bu almaçların devre üzerindeki bağlantıları seri veya paralel olabileceği gibi karmaşık yani seri ve paralel bağlantılar da bir arada bulunabilir. Böyle bir devrede devrenin toplam direncini bulmak için;

a. Dirençlerin (  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $R_3$  ,  $R_4$  , .....  $R_n$  ) seri bağlanmasında devrenin toplam direnci,  $R_T$  ,  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n$ 'dir.

b. Dirençlerin (  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $R_3$  ,  $R_4$  , .....  $R_n$  ) paralel bağlanmasında toplam devre direnci,

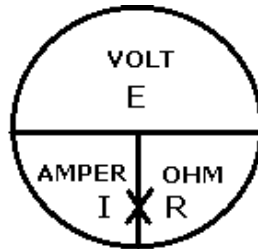
$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$
 şeklinde hesaplanır.

## 2.2. Ohm Kanunu

Bir elektrik devresinde **akım şiddeti**, **gerilim** ve **direnç** arasındaki bağıntıyı ifade eden, elektriğin temel kanunudur.

Bütün hareketlerde olduğu gibi elektronlar iletken içindeki hareketlerinde sürtünmeyle karşılaşır. Elektron akışına gösterilen bu zorluğa **direnç** adı verilir. Elektrik direnci ölçme birimi ohm'dur. Direnç büyüdükçe devreden geçen elektron sayısı azalır. Yani bir ters orantı söz konusudur. Direnç küçüldükçe de devre akımı artacaktır. Bu oran, ismini 1827 yılında bu bağıntıyı bulan ünlü Alman fizikçisi George S. OHM'dan alır ve OHM kanunu olarak ifade edilir. Kanuna göre bir elektrik devresinde akım şiddeti, gerilimle doğru; dirençle ters orantılıdır.

Matematiksel olarak bağıntı şu şekilde ifade edilir.



Şekil 2.7 : Ohm kanununun matematiksel ifadesi

**Akım (I), gerilimin (E) dirence (R) oranına eşittir ve  $I = E/R$  şeklinde ifade edilir.**

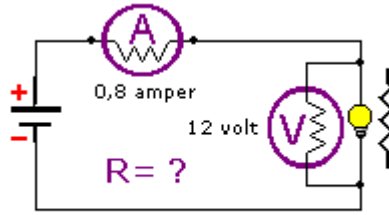
Bu bilgileri özetlersek;

Elektromotor kuvvet (EMK) volt olarak ifade edilir. E ile gösterilir.

Elektrik direnci ohm olarak ifade edilir ve  $\Omega$  (omega) sembolü ile gösterilir.

Akım, elektrik akış oranı, amper olarak ifade edilir. Akım şiddeti I ile gösterilir.

Bu edindiğimiz bilgiyi Şekil 2.8'deki basit elektrik devresine uygulayalım. Devredeki voltmetre 12 voltu, ampermetre de 0,8 amperi göstermektedir. Bu devrenin direncini bulalım.



Şekil 2.8 : Basit devre

Ohm kanununa göre;

$$I = \frac{E}{R}; \quad 0,8 = \frac{12}{R}, \quad R = 12/0,8 = 15 \Omega \text{ bulunur.}$$

$$\text{Akım şiddeti (I) amper} = \frac{\text{Gerilim (E, volt)}}{\text{Direnç (R, ohm)}}$$

Bu formülden hareketle akım, gerilim ve direnç arasındaki bağıntılar;

$$I = \frac{E}{R} \text{ dir. } E = I R \text{ veya } R = \frac{E}{I} \text{ şeklinde de kullanılabilir.}$$

### Örnek Problemler

1. Direnci 22  $\Omega$  olan bir devreye 220 voltluk bir gerilim uygulanmıştır. Bu devreden geçen akımı bulunuz.

$$\text{Çözüm: } I = \frac{E}{R} = \frac{220}{22} = 10 \text{ A bulunur.}$$

2.Besleme gerilimi 110 volt olan bir devrede ampermetre üzerinde 2 amperlik bir değer okunmaktadır. Devre direncini bulunuz.

$$\text{Çözüm: } R = \frac{E}{I} = \frac{110}{2} = 55 \text{ ? bulunur.}$$

3.Değerleri 4 ? ve 8 ?'luk iki direnç devrede seri olarak bağlıdır. Bu devreden 2 amperlik bir akım geçirebilmek için uygulanması gereken gerilimi bulunuz.

**Çözüm:** Devredeki seri bağlı dirençlerin toplamı  $R_T = R_1 + R_2 = 4 \text{ ?} + 8 \text{ ?} = 12 \text{ ?}$ 'dur. 2 amperlik akım geçtiğine göre  $E = I R_T = 2 \text{ A} \cdot 12 \text{ ?} = 24 \text{ V}$  bulunur.

4.Bir el radyosu 4 adet seri bağlı 1,5 voltluk pille çalışmaktadır. Devre direnci 48 ? olduğuna göre devre akımını bulunuz.

**Çözüm:** 4 adet seri bağlı 1,5 V pilin toplam EMK'si  $E = 4 \times 1,5 \text{ volt} = 6 \text{ volt}$  bulunur. Buradan devre akımı  $I = E/R = 6/48 = 0,125 \text{ A} = 125 \text{ mA}$  olur.

5.Bir ütü 220 voltluk tesisatta üç kademeli ısıtma yapmaktadır.

- 1.kademede 2 A akım ,
- 2.kademede 4 A akım ,
- 3.kademede 6 A akım çekmektedir.

Buna göre ütünün 1, 2 ve 3. kademe dirençleri kaç ohm'dur ? Hesaplayınız.

**Çözüm:**  $R = E/I$  olduğuna göre;

- 1.kademe  $R_1 = 220 / 2 = 110 \text{ ?}$ ,
- 2.kademe  $R_2 = 220 / 4 = 55 \text{ ?}$ ,
- 3.kademe  $R_3 = 220 / 6 = 36,66 \text{ ?}$  bulunur.

## 2.3. Elektriksel Ölçmede Kullanılan Aletler

Ölçme; bir büyüklüğün kendi cinsinden bir birimle karşılaştırılmasıdır. Elektriksel ölçmede de çeşitli ölçme birimleri vardır ve bu değerleri ölçmede çeşitli ölçü aletlerinden yararlanılır. Bunlardan bazıları, ampermetre, voltmetre, ohmmetre, elektromekanik avometre (analog avometre), dijital avometredir. Teknikte her alanda olduğu gibi elektrikte de ölçme büyük önem taşımaktadır. Bir devrenin doğru analizi, varsa arızasının bulunması veya bu devreyi oluşturan parçaların sağlamlığının kontrolü de ölçme ile yapılabilir.

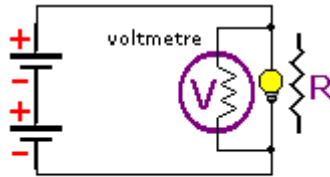


**Resim 2.1 : Elektriksel ölçmede kullanılan aletler**

Teknikte akım, gerilim ve direnç değerlerinin bir ölçü aleti üzerinden bölüm (I, V, R) ve kademe değişikliği yapılarak ölçülebildiği cihazlar kullanılır. Bunlar analog (ibreli) veya dijital (sayısal) **avometrelerdir**.

### 2.3.1. Voltmetre ve Gerilim Ölçme

Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki gerilimi ölçmeye yarayan alete **voltmetre** denir. Voltmetrenin çalışmasını sağlayan bobin teli ince ve çok sarımlıdır. Bu nedenle voltmetre çok az akım çeker. Bir elektrik devresinin herhangi iki ucu arasındaki gerilimi ölçmek için voltmetre bu iki nokta arasına bağlanır. Bu bağlama şekline **paralel bağlama** denir.



**Şekil 2.9 : Gerilim voltmetrenin devreye paralel bağlanması ile ölçülür**

Voltmetre yanlışlıkla devreye seri bağlanacak olursa devrenin direncini yükseltir, devreden geçen akımı azaltır. O zaman almanın normal çalışmasına engel olur. Devrede elektrik lambası varsa lamba çok sönük yanar veya hiç yanmaz. Onun için voltmetreyi devreye paralel bağlamak gerekir.



**Resim 2.2 : Dijital avometre**



**Resim 2.3 : Analog avometre**

Kullanılacak yere göre ölçü aletini doğru ayarlamak yani ölçülecek gerilim değerine göre kademe ayarı yapmak gerekir. Voltmetreyle 10 V kademesinde 10 volta kadar olan ölçümleri yapabiliriz. Bu kademedeki eğer 220 voltluk bir gerilimi ölçmeye kalkarsak aletin bobini yanarak kullanılmayacak duruma gelir. Eğer 10 voltu 250 volt kademesinde ölçmeye kalkarsak bu defa da hassas bir ölçüm yapamayız.

### 2.3.2. Ampermetre ve Akım Şiddeti Ölçme

Akım şiddeti ölçmede kullanılan aletlere **ampermetre** adı verilir. Ampermetrenin çalışmasını sağlayan bobinin teli kalındır ve sarım sayısı azdır. Bu nedenle ampermetre hiçbir zaman devreye paralel bağlanmaz. Aksi hâlde kısa devre meydana gelir ve ampermetrenin bobini yanar. Ampermetre almaç ile arka arkaya yani seri bağlanır.



**Resim 2.4 : Pens ampermetre**



**Resim 2.5 : Devrede daimi ölçme yapan ampermetre**



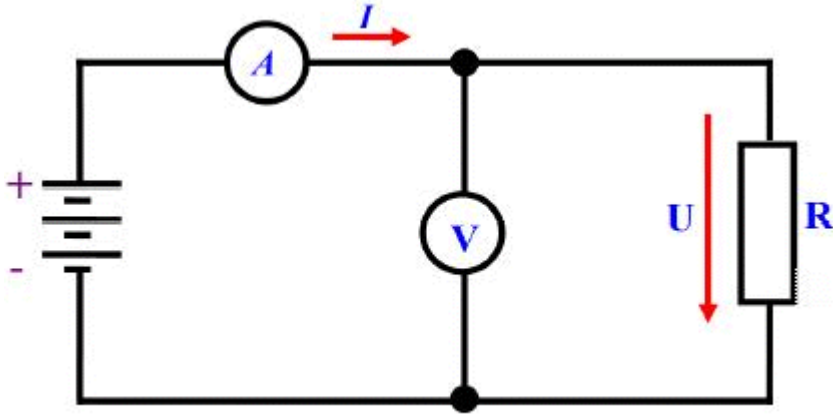
Doğru akım ölçmede kullanılan ampermetrelerde + ve – uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi takdirde ibre ters tarafa sapma yapar, ampermetre zarar görebilir.

Diğer bir ampermetre tipi pens ampermetredir. Pens ampermetre akım şiddeti ölçmede devreye elektriki olarak bağlanmaz. İçinden akım geçen iletkenin yarattığı manyetik akım prensibine göre çalışır. İçinden akım geçen iletken pens, ampermetrenin çeneleri arasına alınır ve geçen akım pens ampermetre üzerinden okunur.

### 2.3.3. Ohmmetre ve Direnç Ölçme

Direnç ölçmek için kullanılan aletlere **ohmmetre** adı verilir. Değeri bilinmeyen devre elemanının direnci, ohmmetre üzerindeki Rx uçlarına bağlanır. Ohmmetre içinde pil bulunduğu için ölçme anında başka bir akım kaynağına ihtiyaç yoktur. Alet, direnç değerini doğrudan doğruya ohm olarak gösterir.

Elektrik ve elektronikte yer alan devre elemanlarının direnci doğrudan ohmmetreyle ölçülebilir. Ohmmetre ile ölçümde devre enerjisiz ve devre elemanının bir ucu devreden ayrılmış olmalıdır.

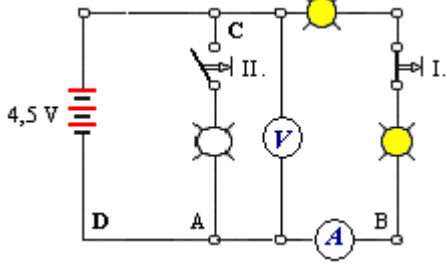


Şekli 2.10 : Gerilim ve akım ölçülerek direnç hesaplanabilir

Diğer dolaylı bir şekilde ohm kanununu kullanarak ampermetre ve voltmetre yardımıyla da direnç ölçülebilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Gerilim, akım ve direnç ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 40 cm) sunta, suntalam vb.</li> <li>➤ Pil; 3 adet, 1,5 V orta boy</li> <li>➤ Kablo; Ø 0,50 veya Ø 0,75 2 m</li> <li>➤ Duy; 3 adet, minyatür, fener ampulüne uygun</li> <li>➤ Ampul; minyatür, 3,6 volt, 3 adet</li> <li>➤ Anahtar; minyatür, 2 adet</li> </ul>	<p>➤ Aşağıda devre şeması verilen basit elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p> 
<p>➤ Devrenin montajını yapmadan önce devre elemanlarının sağlıklı kontrolünü yapabilirsiniz.</p> <p><b>Not: Enerji altında ve devre üzerinde direnç ölçümü veya sağlıklı kontrolü yapılmaz.</b></p>	<p>➤ Sağlamlık kontrolünü ölçü aletinizin direnç ölçme kademesinde yapınız.</p> <p>➤ Devre elemanlarının plançeteye montajı sırasında hasar görmemesi için dikkatli çalışmalı ve uygun takım kullanılmalıdır.</p>
<p>➤ I. ve II. anahtarın sırasıyla kapalı ve açık olma durumlarına göre devrenin gerilimini ölçerek not ediniz.</p>	<p>➤ Devreye paralel bağlayacağınız ölçü aletinizi uygun gerilim kademesine ayarlayınız.</p> <p>➤ İki anahtarın da açık olma durumunda devrenin gerilimini (A ve C noktalarından) ölçerek not ediniz.</p> <p>➤ Anahtar I kapalı konumda devrenin gerilimini (A ve C noktalarından) ölçünüz.</p> <p>➤ Anahtar I açık, anahtar II kapalı konumda olmak üzere devrenin gerilimini (A ve C noktalarından) ölçünüz.</p>

<p>➤ I. ve II. anahtarın sırasıyla kapalı ve açık olma durumlarına göre devrenin akımını ölçerek not ediniz.</p>	<p>➤ Devreye seri bağlayacağınız ölçü aletinizi uygun akım kademesine ayarlayınız.</p> <p>➤ Pens ampermetre de kullanabilirsiniz.</p> <p>➤ İki anahtarın da açık olma durumunda devrenin akımını ölçerek not ediniz.</p> <p>➤ Anahtar I kapalı konumda devrenin akımını ölçünüz. Ampermetrenizi A ve B noktaları arasına seri olarak bağlamalısınız.</p> <p>➤ Anahtar I açık, anahtar II kapalı konumda olmak üzere devrenin akımını ölçünüz. Ampermetrenizi A ve D noktaları arasına seri olarak bağlayınız.</p> <p>➤ Her iki anahtarın da kapalı olma durumunda devre akımını ölçünüz.</p>
--	--

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

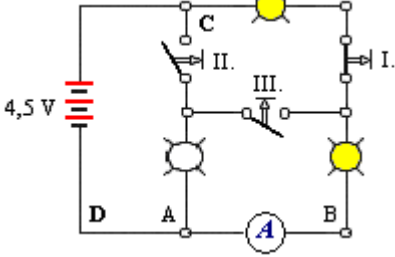
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2. Devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapabildiniz mi?		
3. Enerji altında çalışırken gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
4. Devre elemanlarının plançete üzerine montajını yapabildiniz mi?		
5. Devreyi her iki anahtarı kullanarak çalıştırabildiniz mi?		
6. Anahtar I kapalı konumda gerilim ölçümü yapabildiniz mi?		
7. I. ve II. anahtarın sırasıyla kapalı ve açık olma durumlarına göre devrenin gerilimini ölçebildiniz mi?		
8. I. ve II. anahtarın sırasıyla kapalı ve açık olma durumlarına göre devrenin akımını ölçebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## UYGULAMA FAALİYETİ

Akımı, gerilimi ölçünüz ve devre analizi yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 40 cm) sunta, suntalam vb.</li> <li>➤ Pil; 3 adet, 1,5 V, orta boy</li> <li>➤ Kablo; Ø 0,50 veya Ø 0,75 2 m</li> <li>➤ Duy; 3 adet, minyatür, fener ampulüne uygun</li> <li>➤ Ampul; minyatür, 3 volt, 3 adet</li> <li>➤ Anahtar; minyatür, 3 adet</li> </ul>	<p>➤ Aşağıda devre şeması verilen basit elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p> 
<p>➤ Devrenin montajını gerçekleştiriniz.</p>	<p>➤ Devre elemanlarının plançeteye montajı sırasında hasar görmemesi için dikkatli çalışmalı ve uygun takım kullanılmalıdır.</p>
<p>➤ I. anahtarın kapalı, II. ve III. nün açık olma durumlarına göre devrenin gerilim ve akım değerlerini ölçerek lambaların durumunu not ediniz.</p>	<p>➤ Devre gerilimini ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p> <p>➤ Devre akımını ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p>
<p>➤ I. anahtarın açık, II. ve III. nün kapalı olma durumlarına göre devrenin gerilim ve akım değerlerini ölçerek lambaların durumunu not ediniz.</p>	<p>➤ Devre gerilimini ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p> <p>➤ Devre akımını ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p>
<p>➤ I. ve III. anahtarın açık, II. nin kapalı olma durumlarına göre devrenin gerilim ve akım değerlerini ölçerek lambaların durumunu not ediniz.</p>	<p>➤ Devre gerilimini ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p> <p>➤ Devre akımını ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p>
<p>➤ I, II ve III. anahtarın kapalı olma durumlarına göre devrenin gerilim ve akım değerlerini ölçerek lambaların durumunu not ediniz.</p>	<p>➤ Devre gerilimini ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p> <p>➤ Devre akımını ölçmek için ölçü aletinizi uygun kademeye ayarlayınız.</p>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2. Devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapabildiniz mi?		
3. Enerji altında çalışırken gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
4. Devre elemanlarının plançete üzerine montajını yapabildiniz mi?		
5. Devreyi çalıştırabildiniz mi?		
6. Ölçü aletinizi gerilim ölçme konumuna uygun ayarlayabildiniz mi?		
7. I. anahtarın kapalı, II. ve III. nün açık olma durumlarına göre lamba/lambaları çalıştırabildiniz mi?		
8. I anahtarın kapalı, II. ve III. nün açık olma durumlarına göre devre gerilimini ölçebildiniz mi?		
9. Ölçü aletinizi akım ölçme konumuna uygun ayarlayabildiniz mi?		
10. I. anahtarın kapalı, II. ve III. nün açık olma durumlarına göre devre akımını ölçebildiniz mi?		
11. I. ve III. anahtarın açık, II. nin kapalı olma durumlarına göre devrenin akım değerini ölçebildiniz mi?		

## 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 gerilim ölçmede kullanılır?  
A) Ampermetre  
B) Vatmetre  
C) Milimetre  
D) Üreteç  
E) Voltmetre
2. Aşağıdakilerden hangisi bir üreticinin uçları arasındaki gerilimi ifade eder?  
A) Almaç  
B) Amper  
C) Volt  
D) E.M.K  
E) Hiçbiri
3. Aşağıdakilerden hangisi ile bir devre elemanının sağlamlığı kontrol edilebilir?  
A) Ölçme ile  
B) Avometre  
C) Pil  
D) Ampul  
E) Duy
4. Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresinde çekilen akımı ölçmede kullanılır?  
A) Anahtar  
B) Sigorta  
C) Pil  
D) Ampermetre  
E) Hepsi
5. Aşağıdakilerden hangisi seri bağlanmış üreteçlerin EMK değerini ölçmede kullanılır?  
A) Vatmetre  
B) Ampermetre  
C) Metre  
D) Voltmetre  
E) Ohm
6. Aşağıdakilerden hangisi elektrik devrelerinde direnç, akım ve gerilim değerlerini hesaplamalarda kullanılır?  
A) Pens ampermetre  
B) Ohm kanunu  
C) Joule kanunu  
D) EMK  
E) Voltmetre

Aşağıdaki problemleri çözünüz.

7. Besleme gerilimi 12 V olan elektrik devresinde 3 adet 2  $\Omega$  direnç seri olarak bağlıdır. Buna göre devre akımını ve bir direnç üzerindeki gerilim düşümünü hesaplayınız.
8. Besleme gerilimi 220 V olan elektrik devresinde birbirine paralel bağlı 2 adet 20  $\Omega$  ve bir adet 10  $\Omega$  direnç bulunmaktadır. Devre akımını hesaplayınız.
9. Bir el radyosu 4 adet 1,5 V pille çalışmakta ve 250 mA çekmektedir. Buna göre devre direncini hesaplayınız.
10. Bir elektrik devresinde 3 adet 6  $\Omega$ 'luk direnç paralel ve 2 adet 4  $\Omega$ 'luk direnç seri olarak bağlı ve devre akımı 0,5 A'dir. Buna göre devre gerilimini hesaplayınız.

## 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

Doğru ve alternatif akım kaynaklarını çeşitli devreler üzerinde kullanabileceksiniz.

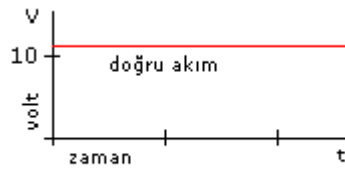
## ARAŞTIRMA

- Ev ve atölye ortamında kullandığınız elektrikli aygıtlarda hangi tür akımın kullanıldığını araştırarak her aygıt için not alınız.
- Doğru akım kaynaklarını (çeşitli piller, akümülatörler, dinamolar vb.) araştırarak nerede hangi amaçla kullanıldıklarını araştırınız.
- Pillerin yapısını araştırarak nasıl elektrik enerjisi sağladıklarını araştırınız.
- Güç devrelerinde kullanılan transformatörlerin kullanım amaçlarını araştırınız.

## 3. DOĞRU AKIM VE ALTERNATİF AKIM

### 3.1. Doğru Akım

Elektronların bir iletken içindeki yönlü ve vurgulu (impuls) hareketi, elektrik akımını meydana getirir. Eğer birim zaman içinde bu akımın yönü (elektron akış yönü) ve şiddeti değişmiyorsa bu akıma **doğru akım** denir. Akımın yönü daima üretcin bir kutbundan (+ kutbundan), diğer kutbuna (- kutba) doğrudur.



Şekil 3.1 : Doğru akım grafiği

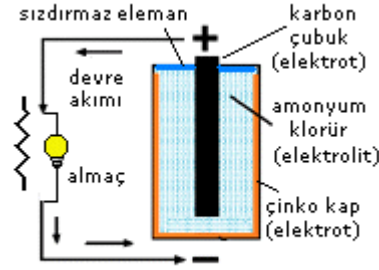
Kimyasal yolla elektrik enerjisi üreten pil ve akümülatörler, ısı enerjisini elektrik enerjisine çeviren termokupllar, ışık enerjisini elektrik enerjisine çeviren fotoseller doğru akım kaynaklarıdır. Diğer taraftan mekanik etkiyle manyetik yoldan elektrik enerjisi üreten dinamolar da doğru akım kaynağı olarak sayılabilir.

### 3.1.1. Doğru Akım Enerji Kaynakları

Piller, akümülatörler ve dinamolar başlıca doğru akım kaynaklarıdır.

#### Piller

Piller, depo ettikleri kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren araçlardır. Basit olarak pilin yapısı, akım geçirmeyen bir kap, elektrolit ve kaptaki elektrolit içine daldırılmış ve birer uçlarına iletken bağlanmış cinsleri farklı iki ayrı metalden oluşur. Elektrolit içindeki cinsleri farklı iki metal parça bir iletkenle birleştirildiğinde parçalar arasında bir potansiyel fark EMK (gerilim) meydana geldiği ve araya bir voltmetre bağlanacak olursa voltmetrorenin de saptığı görülür.

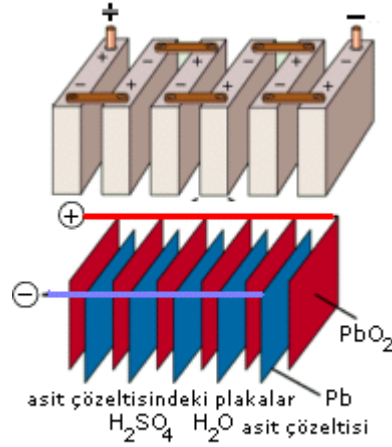


Şekil 3.2 : Kuru pilin yapısı

Şekil 3.2'de görüldüğü gibi bir çinko kabın içinde etkin kimyasal madde olarak amonyum klorür (nışadır) bulunur. Çinko kabın ortasında bir karbon çubuğu vardır. Kömür çubuğun etrafında magnezyum oksit, çinko klorür ve karbon tozlarından oluşan kimyasal karışım bulunur. Çinko kabın üstü yalıtkan bir kapak ile kapatılmıştır. Bu yapıda bir pilin dış çinko kabı ile kömür çubuğu arasında yaklaşık olarak 1,5 voltluk bir elektromotor kuvvet meydana gelir. Birçok değişik yapı ve özellikte piller üretilmiştir (Volta pili, Löklanşe pili gibi).

#### Akümülatörler

Piller gibi kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren aynı zamanda elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depo edebilen ve pillere göre daha yüksek akım verme özelliğine sahip doğru akım kaynaklarıdır. Akümülatörlerin şarj edilebilme özelliği yanında uzun ömürlü olması ve istenilen süreli yüksek akımları karşılayabilmesi, onların çok geniş bir alanda kullanılmasını sağlamıştır. Özellikle bütün ulaştırma araçlarında, otomasyon gerektiren sistemlerde, güvenlik sistemlerinde ve haberleşme hizmetlerinde kullanılan doğru akım kaynaklarıdır.



**Şekil 3.3 : Akümülatörün yapısı**

Basit olarak akümülatör; elektrolit, elektrotlar ve elektrotları birbirinden ayıran separatörlerden oluşur. Şekil 3.3'te kurşun akümülatörün iç yapısı görülmektedir.

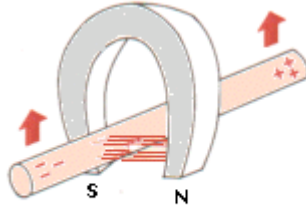
**Elektrolit:** Derişimi (yoğunluğu) % 10 olan sülfürik asit çözeltisidir. Genelde bu derişim bome derecesi ile ölçülür. Kurşunlu akümülatörlerde bome derecesi 25, yoğunluğu ise  $1,21 \text{ g/cm}^3$  civarındadır.

**Elektrotlar:** Kurşun plakalardan yapılmıştır. Plakalar üzerine kafes şeklinde delikler açılmıştır. Pozitif plakanın bu deliklerine kurşun dioksit ( $\text{PbO}_2$ ) sıvanarak preslenmiştir. Negatif plakalara da aynı şekilde saf kurşun plakalar preslenmiştir.

Bir akümülatörde bir göz, yaklaşık olarak 2 volt civarında bir EMK üretir. Örneğin, 6 gözü seri bağlı bir akümülatör,  $6 \times 2 = 12$  voltluk bir EMK (elektromotor kuvvet) üretir.

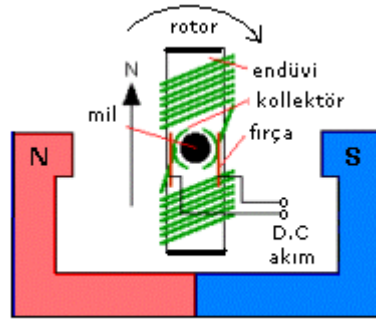
### Dinamolar

Elektrik enerjisi kaynaklarını incelerken bunlardan bir tanesinin de manyetik alan içine sokulmuş bir iletkende bir gerilimin indüklendiği ve elektrik akımının oluştuğunu söylemiştik. Dinamo ve jeneratörler mekanik etki, yani döndürme hareketiyle manyetik yoldan elektrik enerjisi üreten makinelerdir. **Doğru gerilim veren jeneratörlere dinamo, alternatif akım veren jeneratörlere alternatör denir.** Temel çalışma prensipleri aynı olmakla beraber dinamolar; özel bir düzenle alternatif gerilimi, doğru gerilime çevirir. Şekil 3.4'te görüldüğü gibi iyi bir iletken, bir manyetik alan içine sokulur veya çıkarılırsa manyetik alanın etkisi iletken atomlarının dış elektronlarını serbest duruma sokar ve bunları belirli bir yönde hareket etmeğe zorlar. Böylece iletkenin iki ucu arasında bir potansiyel farkı meydana gelir. Bu şekilde küçük bir mıknatıs ve bir iletkenle işe yarar bir elektromotor kuvvet (elektrik enerjisi) elde edilemez. Bunun için çok miktardaki iletkenin bobin hâlini aldığı kangallar, belirli özellikteki sacdan yapılmış bir rotorun oyuklarına yerleştirilir. Bir gövde içine yerleştirilmiş mıknatıslar sabittir. Her iki ucundan yataklanmış rotorun mıknatısların oluşturduğu manyetik alan içinde döndürülmesiyle işe yarar bir EMK elde edilir.



**Şekil 3.4 : Manyetik alan içinde iletken hareketi akım doğurur**

Özel hazırlanmış bir bobin düzeneği (Şekil 3.5), kuzey (N) ve güney (S) kutuplarından oluşan daimî bir manyetik (mıknatıs) alan içinde bir yönde döndürülecek olursa bobinin uçları arasında bir gerilimin indüklendiği ve elektrik akımının meydana geldiği görülür. Bu endüksiyon akımı, düzenepteki fırçalar yardımıyla dış devreye alınır. Dış devreye alınan bu akım, devrenin manyetik alan şiddeti ve bobinin dönme hızı değişmediği sürece hep aynı yön ve şiddette, doğru akım olacaktır. Bu nedenle dinamo bir doğru akım kaynağıdır. Bir dinamodaki gerilimin değeri; bobindeki sarım sayısına (spir), bobin devir sayısına (dev/dk.) ve bobine uygulanan manyetik alan şiddeti ile orantısız olarak artar veya azalır.



**Şekil 3.5 : Doğru akım dinamosu**

**Bir dinamo dört kısımdan oluşur.**

- 1.**Endüktör:** Manyetik alanı oluşturan bobin kısmı (endüksiyon bobini)
- 2.**Endüvi:** Bobinlerin sarılı olduğu döner hareketli kısım
- 3.**Fırçalar:** Endüksiyon yoluyla oluşan akımı dış devreye ileten parçalar
- 4.**Kapaklar ve yataklar:** Endüksiyon bobini ve endüvinin aynı merkezli yataklanmasını sağlar.

Bu gerilim rotor üzerindeki bobin uçlarının bağlı olduğu kolektör tarafından fırçalara iletilerek dış devreye alınır. Bu akım, dış devrede her zaman bir yöndedir ve şiddeti de sabittir. Çünkü endüksiyon akımı yön değiştiren fırçalar da (komütatör yapısı ile) dilim değişmesi yapar, akım tek yönde doğar. Yönü ve şiddeti belli olan bu akım **doğru akımdır**. Bu nedenle dinamolar doğru akım üretici, yani doğru akım jeneratörüdür (Şekil 3.5).

### 3.1.2. Pil ve Akümülatör Bağlantıları

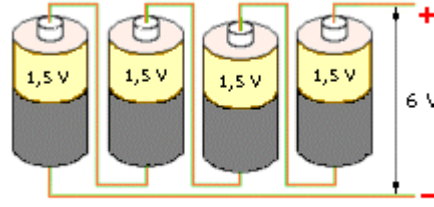
Pil ve akümülatörler bir elektrik devresindeki bağlantıları; seri, paralel ve karışık devre (seri, paralel) olarak bağlanabilir. Bu bağlantılarda amaç, istenilen gerilim ve akım değerlerinin elde edilmesidir.

#### Pil ve akümülatörlerin seri bağlanması

Bu bağlantı gerilimi artırmak amacıyla yapılır. Seri bağlamada iki veya daha fazla üreteç (akım kaynağı) birincisinin negatif (-) ucuna diğerinin pozitif (+) ucu temas sağlayacak şekilde bir sıra hâlinde bağlanır.

Seri bağlantıda gerilim, seri bağlanan her üretelin geriliminin toplanmasıyla bulunur.

$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + \dots + E_n$  şeklinde hesaplanır.



Şekil 3.6 : Seri bağlı piller (6 volt)

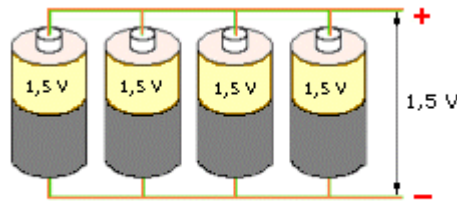
**Örnek problem 1.** Bir el radyosu 4 adet 1,5 voltluk seri bağlı pilin gerilimiyle beslenmektedir. Toplam besleme gerilimi bulunuz.

$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 1,5 + 1,5 + 1,5 + 1,5 = 6 \text{ V}$  veya  $E_T = 4 \times 1,5 = 6 \text{ V}$  bulunur.

#### Pil ve akümülatörlerin paralel bağlanması

Bir elektrik devresinde akım değerini artırmak için devre üzerindeki pil veya akümülatörler devreye paralel bağlanır. Böyle bir bağlantıda üreteçlerin gerilimlerinin eşit olması aranır. Aksi takdirde düşük gerilimli pil veya akümülatör devrede almaç gibi görev yapacaktır.

Paralel bağlantı için her üretelin pozitif (+) uçları birbirine, negatif uçları da birbirine bağlanır.



Şekil 3.7 : Paralel bağlı piller (1,5 volt)

Paralel bağlanmış bir bataryada bataryayı oluşturan üreteç gerilimleri eşit olmak kaydıyla;

1. batarya gerilimi bir üretecin gerilimine eşit olur.

$$E_T = E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = \dots = E_n$$

2. batarya akımı devreye bağlı üreteç sayısı kadar artar.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + \dots = I_n$$

**Örnek problem 2.** 12V, 55A'lık 3 adet akümülatör paralel bağlanmıştır. Bataryanın gerilimi ve akımını bulunuz.

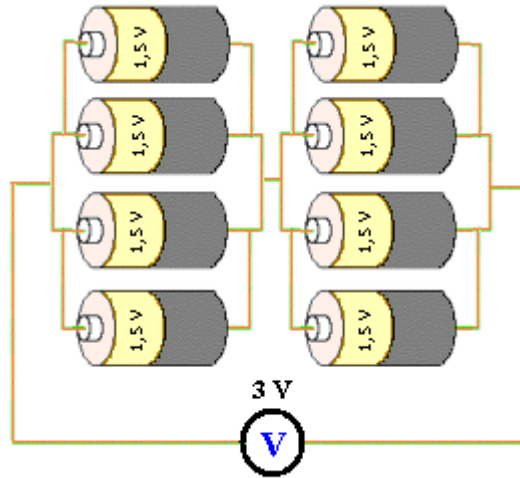
$$E_T = E_1 = E_2 = E_3 = 12V,$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = 55 + 55 + 55 = 165A \text{ bulunur.}$$

### Pil ve akümülatörlerin seri-paralel, karışık bağlanması

Hem gerilimin hem de akımın artması istendiği durumlarda üreteçler seri, paralel gruplar hâlinde bağlanır. Pratikte nadiren seri-paralel bağlantı uygulaması görülür. Çünkü bu yöntemde üreteçlerdeki bir miktar enerji üreteçlerin iç direnci üzerinde tüketilir ki bu kayıp enerjidir. Bu nedenle bu bağlantı şekli pek kullanılmaz.

Diğer taraftan paralel bağlanan üreteçlerin EMK'lerinin de eşit olma zorunluluğu vardır. Aksi takdirde EMK'si büyük olan diğer üreteç üzerinde boşalır.



Şekil 3.8 : Seri - paralel bağlı piller

**Örnek problem 3.** Şekil 3.11’de her üreticin EMK = 1,5 V ve akım değeri  $I = 0,5 \text{ A}$  eşit olduğuna göre devrenin toplam EMK ve devrenin toplam akım değerini hesaplayınız.

Paralel bağlanan almaçların gerilim değeri değişmeyeceğinden ve aynı zamanda bir üreticin gerilim değerine eşit olacağından o da 1,5 V olur.

Devrenin gerilim değeri ise birbirine seri bağlı iki paralel grup için;

$$\text{EMK}_s = 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} = 3 \text{ V} \text{ olur.}$$

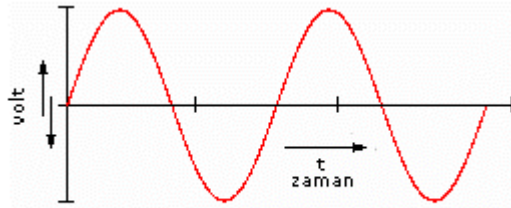
Akım şiddeti ise paralel bağlamada her bir üreticin akım değeri toplanacağından;

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0,5 \text{ A} + 0,5 \text{ A} + 0,5 \text{ A} + 0,5 \text{ A} = 2 \text{ A} \text{ bulunur.}$$

### 3.2. Alternatif Akım

Diğer taraftan bir elektrik devresindeki üreticin pozitif (+) ve negatif (-) kutuplarının art arda sürekli yer değiştirdiği (pozitif-negatif, negatif-pozitif) bir devre düşünelim. Her kutup yön değişiminde (pozitif-negatif-pozitif....n), akımın yönü de değişecektir (Şekil 3.9)

Bu olayı inceleyelim:



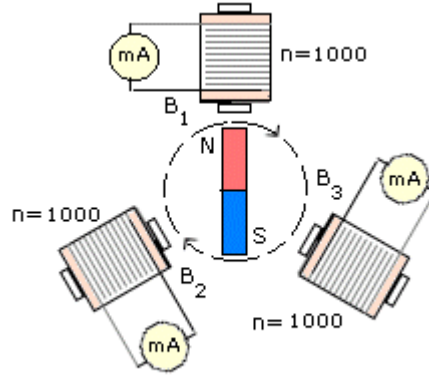
**Şekil 3.9 : Tek fazlı alternatif akım grafiği**

1. Ters kutuplama anında elektronlar ters yönde itilecekler ve elektron hareketinde bir duraklama olacak, devreden hiçbir akım geçmeyecek ve akım şiddeti sıfır olacaktır.

2. Bu noktadan sonra elektronlar tekrar harekete geçecekler ve devreden yine bir akım geçecek fakat bu akım önceki akıma göre ters yönde olacaktır.

3. Bu kutup değişikliği art arda yapılırsa devreden bir, bir yönde, bir diğer yönde akım geçecektir.

Sonuç olarak bu şekilde sürekli yön değiştiren akıma **alternatif akım** denir. **AC** şeklinde gösterilir. Alternatif akım bu yön değişimini çok kısa süreler içinde defalarca tekrarlar. Burada endüstriyel uygulamalarda en çok kullanılan trifaze (üç fazlı) akımın elde edilmesini açıklayalım.



**Şekil 3.10 : Trifaze akımın elde edilmesi**

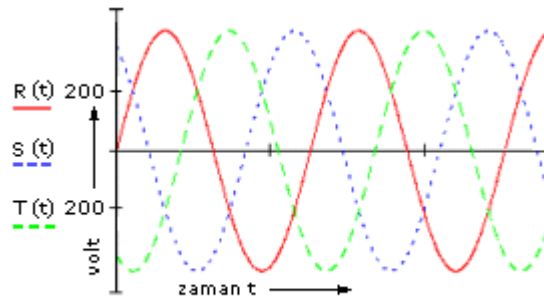
Şekil 3.10'da görüldüğü gibi  $B_1$ ,  $B_2$  ve  $B_3$  bobinleri, bobin eksenleri arasında  $120^\circ$ 'şer derece açı bulunacak şekilde yerleştirilir. Bobin eksenlerinin kesişme noktasına bir mıknatıs yerleştirilerek bu mıknatıs döndürülür. Mıknatıs kutupları bobinlerin önünden geçerken bobinin uçları arasında bir endüksiyon, elektromotor kuvveti meydana getirir. Bobin uçları arasına konacak bir miliampermetre indüklenen akımı gösterecektir. Mıknatısın bir tam devrinde devreye  $120^\circ$  lik açı farkıyla bağlı olan bobinlerde birbirini bu açı farkıyla takip eden faz farklı, trifaze akım oluşur. Birim zaman içindeki bu tekrarlar alternatif akımın frekansını belirler.

**Frekans:** Bir saniyedeki tam sinüs dalgası sayısıdır.

**Periyot:** Bir tam sinüs dalgası için geçen süredir.

Alternatif akım enerji kaynaklarının başında **alternatörler** gelir.

Şekil 3.11'de trifaze akıma ait gerilim - zaman grafiği görülmektedir.



**Şekil 3.11 : Üç fazlı alternatif akım grafiği**

### 3.2.1. Alternatif Akım Kullanım Alanları

Alternatif akım; endüstride, iş ve ev ortamında aydınlatmadan tutun da ısıtma ve elektromanyetik gücün mekanik enerjiye çevrildiği elektrik motorlarında çok geniş kullanım alanı bulur. Teknoloji ve konforun en temel enerjisidir.

Alternatif akım üretiminden kullanım yerine kadar birçok teknolojinin kullanıldığı çeşitli araç ve makinelerde cihazlarımız için uygun frekans ve gerileme dönüştürülür.



Alternatif akımın üretim yerlerinden (hidroelektrik santrali, termik santral, gaz çevrim santrali vb.) kullanım alanlarına iletkin üzerindeki enerji kaybını azaltmak amacıyla çok yüksek gerilimle aktarılır. Bu gerilim ev, iş ve endüstride kullanılan gerilimden çok yüksektir. İşte bu noktada cihaz ve makinelerimizi çalıştırmada ihtiyaç duyduğumuz gerilimi elde etmede transformatör adını verdiğimiz araçlar kullanılır.

### 3.2.2. Transformatörler

Alternatif akımın frekansını ve gücünü değiştirmeden gerilim ve akım değiştirmeye (azaltmaya veya yükseltmeye) yarayan araçlara **transformatör** denir. Transformatörler akımı yükseltirken gerilimi düşüren, gerilimi yükseltirken akımı düşüren cihazlardır. Şehir şebeke gerilimi sabittir, evlerimizde 220 V ve sanayide 380 V'tur. Birçok cihazın görevini yerine getirmede bu değerlerinin dışında çok farklı alt ve üst değerlerde gerilimlere ihtiyaç duyulur. Bu gerilimler, cihazların içlerine yerleştirilmiş transformatörler aracılığıyla istenilen değerde elde edilir. Örneğin, hem pille hem de şehir şebeke gerilimi ile çalışan bir radyoyu ele alalım. Pil sayısına göre bu gerilim 3 ile 9 V arasında değişir. Oysa şebeke gerilimi 220 V'tur. Aynı şekilde kapı zilleri, kapı otomatikleri, çağırma tesisatları vb. birçok cihazda transformatöre ihtiyaç duyulur.

Transformatör, akım ve gerilim değiştirme işlemlerini çok küçük kayıplarla gerçekleştirir. Bunun için endüstride çok geniş bir kullanım alanı bulur. Yüksek gerilim hatlarındaki enerji bin voltlarla ifade edilen değerdedir. Bu değer, transformatörler aracılığıyla sanayide 380 volta ve evlerde kullanılan 220 volta düşürülür.

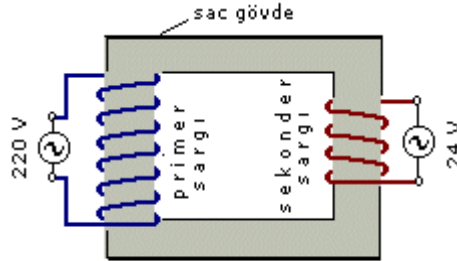
#### Transformatörün yapısı

Bir transformatör yapı itibarıyla iki kısımdan meydana gelir (Şekil 3.12).

##### 1.Sac göbek (Çekirdek)

Sac göbek silisyumlu saclardan yapılır. Sac levhalar arasında istenmeyen fuko akımları doğmaması için levhalar birbirini ile yalıtılır. Trafolarda sac göbek, bobinler vasıtasıyla manyetik alanı oluşturur.

Bu manyetik devrenin büyüklüğü, trafonun gücünü belirler.



Şekil 3.12 : Transformatörün yapısı

##### 2.Bobinler (Sargılar)

Transformatörlerin üzerinde genel olarak iki bağımsız sargı, bobin grubu bulunur. Şebeke geriliminin uygulandığı bobin grubuna primer (birinci sargı), uygulama akımının alındığı ikinci gruba sekonder (ikinci sargı) denir.

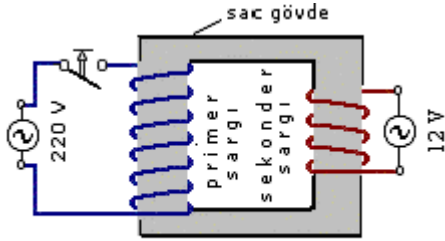
Transformatörlerde istenilen akım, gerilim ve güç değerleri aşağıda verilen özelliklere bağlıdır.

- 1.Primer ve sekonder sargıda kullanılan iletkenlerin kesitine
- 2.Primer ve sekonder sargılardaki spir sayılarına
- 3.Primer sargıdaki spir sayısının sekonder sargı spir sayısına oranına
- 4.Manyetik alanı oluşturan çekirdeğin yüzey alanına
- 5.Çekirdekte kullanılan silisyum sacların kalitesine ve yalıtımına

İdeal bir transformatör yapmak, yani giriş gücünü çıkışta kayıpsız olarak elde etmek imkânsızdır. Fakat çok az kayıpla bunu sağlamak mümkündür. Bunun için manyetik kayıpların minimum tutulduğu transformatörlerin kullanılmasında fayda vardır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Transformatörle gerilimi düşürünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 40 cm) sunta, suntalam vb.</li> <li>➤ Transformatör (zil trafosu); 1 adet</li> <li>➤ Şebeke gerilimi; 220 V</li> <li>➤ Kablo; Ø 0,50 veya Ø 0,75 1 m</li> </ul>	<p>➤ Aşağıda verilen basit elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p>  <p>Şekil 14.35 : Transformatörün yapısı</p>
<p>➤ Devrenin montajını yapmadan önce devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapabilirsiniz.</p> <p><b>Not: Şebeke gerilimi 220 V altında çalışırken elektrikte güvenli çalışma kurallarına uyunuz ve öğretmeninizden yardım alınız.</b></p>	<p>➤ Sağlamlık kontrolünü ölçü aletinizin (avometre veya ohmmetre vb.) direnç kademesinde yapınız.</p> <p>➤ Devre elemanlarının plançeteye montajı sırasında hasar görmemesi için dikkatli çalışmalı ve uygun takım kullanmalısınız.</p>
<p>➤ Anahtarların sırasıyla kapalı ve açık olma durumlarına göre devrenin gerilimini trafonun hem primer sargı hem de sekonder sargı tarafından ölçü aletinizin alternatif gerilimi ölçme kademelerini kullanarak ölçünüz ve not ediniz.</p> <p><b>Not: Öğretmeninizden yardım alınız.</b></p>	<p>➤ Alternatif akımda gerilim ölçümü yaparken ölçü aletinizi AC konumunda uygun ölçme kademesine almalısınız.</p> <p>➤ Ölçü aletlerinde gerilim ve akım ölçme durumunda bilinmeyen akın ve gerilim değerleri için ölçü aletinizin yüksek kademelerinde ölçme yaparak başlamanız alete zarar gelmemesi açısından önemlidir.</p>
<p>➤ Trafonun sekonder tarafında elde edilen düşük AC gerilimi bu gerilime uygun bir almacı (AC motor veya ampul) besleyerek kullanabilirsiniz.</p> <p>➤ Eğer bulduğunuz almaçların çalışma gerilimleri, trafonun çıkış geriliminden düşükse iki veya daha fazla almacı seri bağlayarak bu gerilimi kullanabilirsiniz.</p>	<p>➤ Almaçların çalışma gerilimi, besleme geriliminden düşük kalıyorsa almaç zarar görebilir.</p> <p>➤ Seri bağlı almaçlarda sağlamlık kontrolü yapınız. Eğer bir almaç arızalı veya gerekli iletimi sağlayamıyorsa devreden akım geçmeyeceği için devre çalışmaz.</p> <p>➤ Farklı çalışma gerilimine sahip yani direnç değerleri farklı almaçların seri bağlanmasında da devre çalışmayabilir.</p>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Şebeke gerilimi 220 V altında çalışırken elektrikte güvenli çalışma kurallarına uydunuz mu?		
2. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
3. Devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
4. Devre elemanlarının plançeteye montajını yapabildiniz mi?		
5. İletken bağlantılarını yapabildiniz mi?		
6. Devreyi anahtar yardımıyla çalıştırabildiniz mi?		
7. Alternatif akımda gerilim ölçümü yaparken ölçü aletinizi AC konumunda uygun ölçme kademesine alabildiniz mi?		
8. Trafonun primer sargısı gerilim değerini ölçebildiniz mi?		
9. Trafonun sekonder sargısı gerilim değerini ölçebildiniz mi?		

## **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 doğru akım kaynağı değildir?
  - A) Alternatör
  - B) Fotosel
  - C) Akümülatör
  - D) Pil
  - E) Dinamo
2. Aşağıdakilerden hangisi kuru pilin yapısında bulunmaz?
  - A) Çinko elektrot
  - B) Karbon çubuk (Elektrot)
  - C) Amonyum klorür (Elektrolit)
  - D) Sızdırmaz eleman
  - E) Su
3. Aşağıdakilerden hangisi ile pil ve akümülatörlerde gerilim yükseltilebilir?
  - A) Akümülatörlerin paralel bağlanmasıyla
  - B) Pillerin paralel bağlanmasıyla
  - C) Kısa devre yapılarak
  - D) Seri bağlanarak
  - E) Hepsi
4. Aşağıdakilerden hangisi alternatif akım kaynaklarından?
  - A) Piller
  - B) Dinamolar
  - C) Transformatörler
  - D) Jeneratörler
  - E) Hepsi
5. "Piller kimyasal enerjiyi ..... enerjisine çeviren üreteçlerdir." cümlesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?
  - A) Karbon
  - B) Mekanik
  - C) Elektrik
  - D) Potansiyel
  - E) Kinetik

6. “Akümülatörler elektrik enerjisini ..... enerji olarak ..... edebilen üreteçlerdir.” cümlesinde boş bırakılan yerlere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?
- A) Şarj, depo  
B) Depo, ayar  
C) Alternatif, depo  
D) Kimyasal, depo  
E) Mekanik, depo
7. “Transformatörler ..... akımı düşürmede hem de ..... kullanılan araçlardır.” cümlesinde boş bırakılan yerlere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?
- A) Doğru, yükseltmede  
B) Alternatif, yükseltme  
C) Yüksek, depolamakta  
D) Zararlı, depolamakta  
E) Devre, depolamakta

## 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-4

## AMAÇ

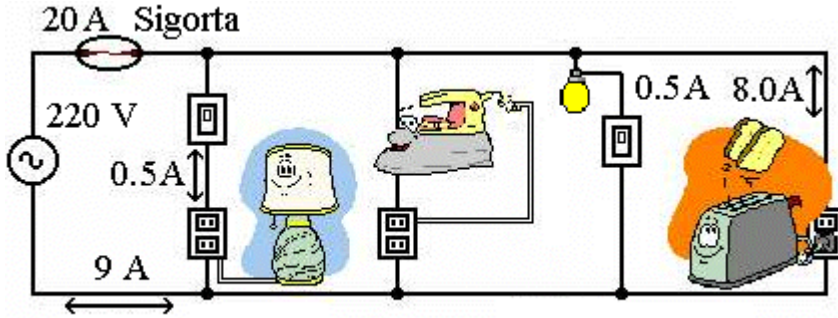
Elektrik tesisatı bileşenlerini kullanarak basit tesisatları kurabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Elektrik tesisatında kullanılan malzemelerin fiyat ve özelliklerini piyasada ve internet ortamında araştırarak not alınız.
- Aydınlatma tesisatlarının temel yapısını oluşturan aydınlatma armatürlerinin çeşitlerini ve kullanım alanlarını araştırınız.
- Aydınlatmada kullanılan armatürlerinin enerji tüketiminde tasarruf sağlama özelliğini araştırınız.
- Sigorta ve koruma anahtarlarının piyasadaki çeşitlerini araştırınız.

## 4. ELEKTRİK TESİSATI

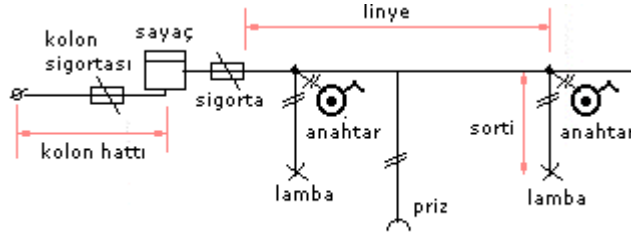
Elektrik enerjisinin kullanılacağı bir yerde (ev, iş yeri, atölye ve fabrika gibi) yerin ve tesisatta kullanılmasa düşünölen almaçların (flüoresan lamba, çamaşır makinesi, ütü, elektrikli dikiş makinesi, torna tezgâhı vb.) özelliklerine göre çeşitli iletkenler, sigortalar, prizler, anahtar ve diğere elektrik altyapı malzemeleri (borular, buatlar, klemensler vb.) kullanılarak hazırlanmış donanıma **elektrik tesisatı** adı verilir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : Elektrik tesisatı

Elektrik tesisatları fennî ve idari olmak üzere yönetmeliklere tabidir, onay alındıktan sonra kullanılabilir. Tesisatın yapılmasında nelere uyulması gerektiği Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği'nde ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

## 4.1. Elektrik Tesisatı ile İlgili Genel Tanımlar



Şekil 4.2 : Bir eve ait elektrik tesisatının temel bölümleri

**Kolon hattı:** Elektrik direği veya trafodan sayaca kadar gelen iletkenlere denir.

**Linye:** Üzerinde bütün buatların bulunduğu, tesisatı bir baştan bir başa dolaşan iletkenlere denir.

**Sorti:** Buattan bir lambaya veya bir prize giden iletkenlere denir. Bir lamba bu iletkenle beraber lamba sortisi, bir priz bu iletkenlerle birlikte priz sortisi olur.

## 4.2. Elektrik Tesisatında Kullanılan Araç ve Gereçler

**Kablolar:** Elektrik tesisatlarında enerjinin almaçlara iletimi kablolar aracılığı ile olur. Kablolar, elektrolitik bakır iletkeni yalıtkan bir madde ile kılıflayarak yapılır. Ev içi tesisatta hemen hemen yalnız termoplastik yalıtkanlı NV kabloları kullanılır. Kabloların iletken kesitleri, üzerlerinden akıtılacak güce göre değişir. Ev içi elektrik aydınlatma tesisatı için  $1,5 \text{ mm}^2$  kesitli, priz devreleri için de  $2,5 \text{ mm}^2$  kesitli bakır kablolar kullanılır.

**Borular ve parçaları:** Borular, iletkenleri dış etkilerin özellikle mekanik çarpmaların ve su ile temasının önlenmesinde kullanılır.

Boruları eklemek veya bu borularla köşe dönmek için ek parçaları kullanılır. Bunlar; T-parçası, muf ve dirsekten oluşur.

**Buatlar:** Boru içinden çekilen iletkenlerin gereken yerlerde birbirlerine eklenmeleri klemensler kullanılarak buatlar içinde yapılır.

**Anahtarlar:** Elektrik devresini açmak ya da kapamak amacıyla kullanılan tesisat malzemesidir. Birçok tip ve yapıda olanları vardır. Anahtarlar yapılarına göre sıva altı ve sıva üstü olarak kullanılır.

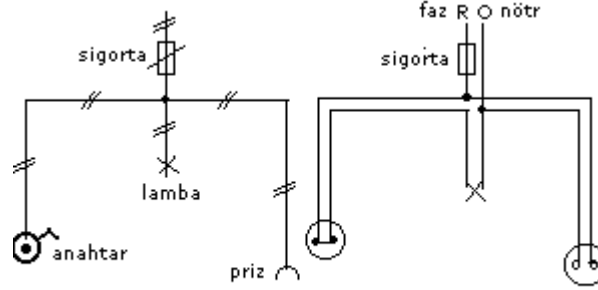
**Prizler ve fişler:** Prizler taşınır almaçları şebekeye bağlamada kullanılır. Fişler almaçlara kablolarla bağlanmış, prizlerden almaca enerji iletimini sağlayan parçalardır.

**Klemensler:** İletkenlerin birbirlerine güvenli ve standartlara uygun bağlanmasını sağlayan parçalardır.



### 4.3. Aydınlatma Tesisatı

Aydınlatma ihtiyacının elektrik enerjisinin kullanımına uygun almaçlarla gerçekleştirildiği tesisata **aydınlatma tesisatı** adı verilir.

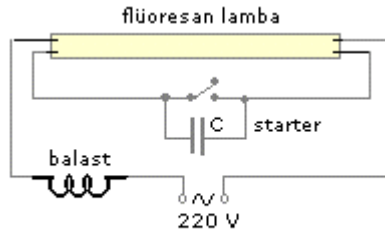


**Şekil 4.3 : Adi anahtarla birlikte priz tesisatı**

Birçok değişik yapıda almanın bulunduğu aydınlatma tesisatlarında en çok akkor flamanlı lambalar ile flüoresan lambalar kullanılır.

#### 4.3.1. Flüoresan Lamba Tesisatı

Flüoresan (flouresant) lambaların yaydığı ışık, güneş ışığına yakın aydınlatma sağlayan bir ışıktır. Flüoresan lambaların flamanlı (akkor) tip ampullere göre birim enerji başına aydınlatma şiddetleri (ışık akıları) daha yüksektir yani daha ekonomik bir aydınlatma sağlar. Günümüzde üretilen flüoresan lambalar, flamanlı (akkor) tip ampullere göre üç, dört kat daha fazla aydınlatma sağlamaktadır. Bu nedenle özellikle şehirlerin park, sokak ve caddelerinin aydınlatılmasında büyük bina, iş merkezi, fabrika, okul, hastane vb. yerlerin aydınlatmasında tercih edilir.

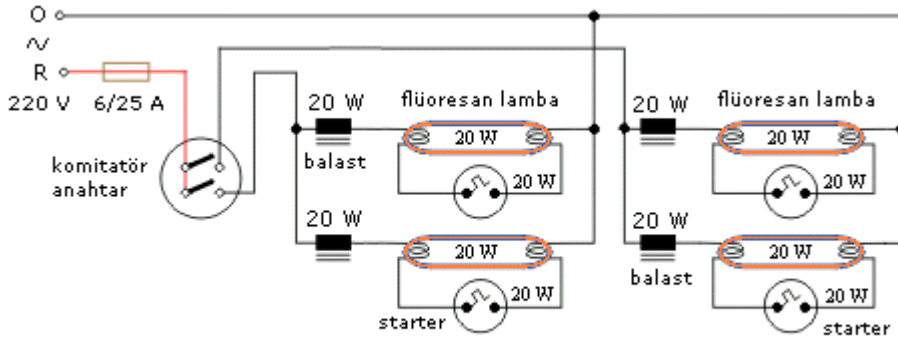


**Şekil 4.4 : Flüoresan lamba tesisatı**

Günümüzde flüoresan lambalar aydınlatılacak yerin özelliği dikkate alınarak kendinden balastlı, değişik şekil ve güçlerde (7 W, 12 W, 15 W, 21 W, 23 W) üretilmekle olup genellikle 18, 20 ve 36, 40 W güçlerinde, cam boru şeklinde olan tipleri çok kullanılmaktadır. Cam borunun içinde basıncı düşürülmüş cıva buharı bulunur. Cam borunun iç yüzeyi ise bir flüoresan madde ile sıvanmıştır. Cam borunun iki ucunda madensel başlıklar bulunur. Başlıklarda flamanlar yer almaktadır.

Flüoresan lambaların normal aydınlatma için beyaz ve gün ışığı tonları kullanılır. Açık maviden sarıya, kırmızıdan yeşile kadar çeşitli renk tonlarında reklam ve panoların süslenmesinde kullanılır. Bu lambaların ışık akıları fazla olup ömürleri uzundur. Fakat yardımcı devre elemanlarına (balast, starter ve soketlere) ihtiyaç duyulduğu için ilk tesisleri pahalıdır. Şekil 4.4'te flüoresan lambaya ait elektrik devre bağlantısı görülmektedir.

Devre üzerinde bulunan balast yardımıyla enerji tasarrufu sağlayan endüktif etki yaratılır. Flüoresan lamba içinde bulunan cıva buharı, balast yardımı ve starterin ilk ateşlemesiyle alternatif gerilimde iletken hâle geçer ve lamba yanar. Devre üzerindeki kondansatör (kapasitif direnç) güç kat sayısını düzeltmek amaçlı kullanılmıştır.

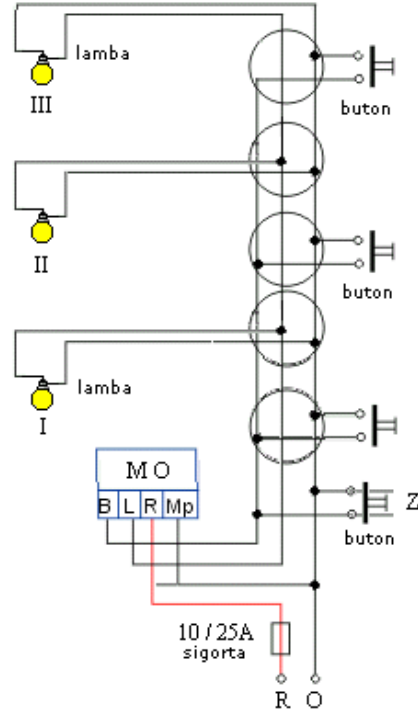


**Şekil 4.5 : Komitatör anahtarlı dört flüoresan tesisatı**

#### 4.3.2. Merdiven Otomatığı Tesisatı (Merdivenlerin Aydınlatılması)

Merdiven otomatığı tesisleri, çok katlı binaların merdiven sahanlığında bulunan lambalarının belirli sürelerde yanıp sönmelerini sağlar. Katlarda bulunan butonların herhangi birine basıldığında bütün lambalar yanar. Belirli bir süre lambalar yanar ve ayarlı süre sonunda merdiven otomatığı enerjisi keserek lambaları söndürür. Merdiven otomatığına bağlı lambaların yanma süresi, merdiven otomatığı üzerinde bulunan bir ayar düğmesinden (potansiyometre ile yanma süresi ayarı) yapılabilir. Bu süre; butona basıldıktan sonra devre üzerindeki kondansatörün deşarj olması için geçen süre şeklindedir. Bu da kondansatöre bağlı direnç değeri ayarlanabilen potansiyometrenin ayarı ile yapılabilir.

Şekil 4.6'da üç katlı bir binaya ait merdiven otomatığı tesisatı verilmiştir. Merdiven otomatığı enerjisini bina girişinde bulunan bir sigorta üzerinden şehir şebekesinden alır. Tesisatta her katta bir buton ve lamba bulunmaktadır.

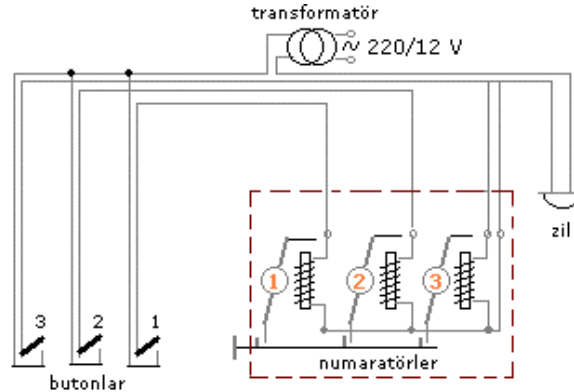


Şekil 4.6 : Merdiven otomatığı tesisatı

### 4.3.3. Çağırma ve Zil Tesisatı

Basit anlamda ses çıkararak haberleşmenin sağlandığı elektrik devre tesisatıdır. Çoğu zaman bir zil kullanılır.

Zil tesisatında birden fazla buton kullanılırsa zil çaldığı zaman hangi bölümden zilin çaldığını anlamaya imkân yoktur. Bunu anlaşılır kılmak için devreye buton sayısı kadar numarator eklenir. Numaratorün içinde bobinler ve bu bobinlerin idare ettiği üç aboneli (1, 2 ve 3 numaralı) çağırma tesisatı vardır (Şekil 4.7). Hangi butona basılırsa o numaratorde bu abonenin numarası düşer. Böylece abonenin kim olduğu anlaşılır.



Şekil 4.7 : Üç aboneli, numaratorlü çağırma tesisatı

Çağırma ve zil tesisatlarında çeşitli araç ve gereçlerden yararlanır. Bunlardan bazıları transformatör, zil ve numaratórdur. Binanın tesisat gerilimi 220 voltur. 220 voltu 3, 6, 9 veya 12 volta düşürmede zil transformatörlerinden yararlanır. Zil transformatörü bir alçaltıcı transformatördür.

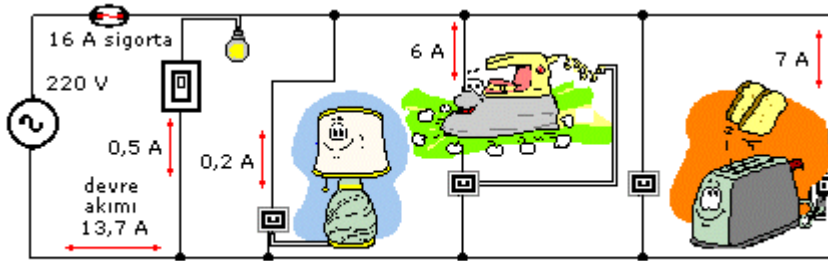
Zil, basit bir çağırma aracıdır. Bir zilde elektromıknatıs, tokmak, çan ve ayar vidası bulunur. Zil tesisatları birden fazla abone tarafından kullanılırsa zil çaldığı zaman hangi abonenin zili çaldığı anlaşılabilir. Bunun için devrede elektromekanik olarak çalışan bir numaratór kullanılır.

#### 4.3.4. Sigorta ve Koruma Anahtarı

##### Sigorta

Bir iletkenin önceden belirlenmiş değerin üzerinde bir akım geçerse geçen akım tesis için tehlikeli olabilir. Bunun için elektrik devresini, aşırı akımda kendiliğinden açan bir araçla desteklemek gerekir. Devreye seri olarak (faz hattına) bağlanan, aşırı akımda ergiyerek manyetik olarak (mıknatıslanarak) veya ısınarak devreyi açmaya yarayan bu düzeneğe **sigorta** adı verilir. Sigorta sözcüğü gerçekte devreden belirli bir akımdan fazla akım çekildiğinde ergiyebilen tel, anlamına gelir. Ergiyen tel, buşon adı verilen gövde üzerindedir. Her buşonun üzerinde bulundurduğu telin kesitine göre geçirebileceği maksimum bir akım değeri vardır. Bu değer, aşıldığı zaman tel ergir (Şekil 4.9).

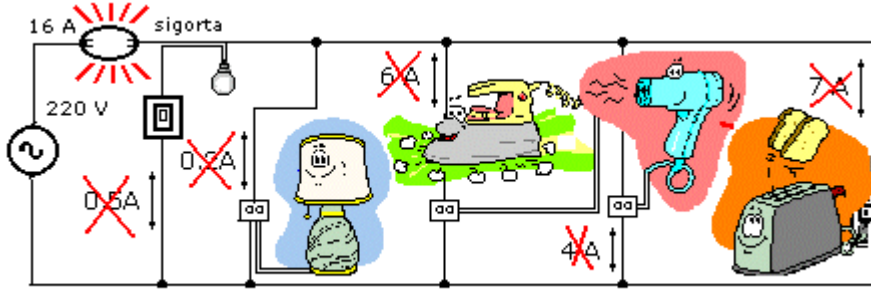
Aynı prensiple çalışan, yapıları kullandıkları cihaza göre tasarlanmış cam vb. sigortalar da çeşitli cihazların (taşıt araçlarının aydınlatma ve elektromekanik devreleri, müzik setleri, televizyon vb.) aşırı akımdan korunmasında kullanılır.



Şekil 4.8 : Almaçların çektiği akım değerleri ve toplam devre akımı

Tesis arızası giderildikten sonra aynı değerdeki buşon, buşon gövdesine yerleştirilerek tesis yeniden devreye alınabilir.

Evlerde kullanılan buşon tipi sigortalar günümüzde yerlerini daha güvenilir koruma yapan otomatik sigortalara (koruma anahtarlarına) bırakmıştır.



Şekil 4.9 : Aşırı akımda veya kısa devrede sigorta koruma yapar.

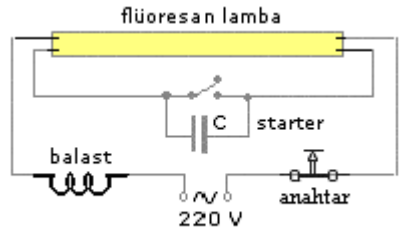
### Koruma anahtarları (otomatik sigorta)

Otomatik sigortalar, her sigorta atmada (devreyi açmada) buşon değiştirme külfetini ortadan kaldırmıştır. Kullanışı kolaydır. Otomatik sigorta bozulmadığı sürece kullanılabilir. Otomatik sigortaya koruma anahtarı da denir. Tablo ve duvar tipi sigorta gövdelerine takılabilir. Termik ve manyetik bir düzenele aşırı akımlarda devreyi açar. Her otomatik sigortanın üzerinde devreyi kesme akımı yazılıdır.

Piyasada çok kullanılan otomatik sigortalar 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 amperlidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Flüoresan lamba tesisatı yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 50 cm) sunta, suntalam vb.</li> <li>➤ Flüoresan lamba; 18 veya 20 W</li> <li>➤ 20 W balast; 1 adet</li> <li>➤ Starter; 1 adet</li> <li>➤ Flüoresan lamba soketi; 2 adet</li> <li>➤ Kablo; Ø 0,50 veya Ø 0,75 1 m</li> <li>➤ Şebeke gerilimi; 220 V</li> </ul>	<p>➤ Aşağıda verilen elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p>  <p>Şeki 14.38 : Flüoresan lamba tesisatı</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devrenin montajını yapmadan önce devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapabilirsiniz (Flüoresan lambanın ve starterin sağlamlık kontrolünü bir devre üzerinde yapabilirsiniz.).</li> </ul> <p><b>Not: Şebeke gerilimi 220 V altında çalışırken elektrikte güvenli çalışma kurallarına uyunuz ve öğretmeninizden yardım alınız.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sağlamlık kontrolünü ölçü aletinizin (Avometre veya ohmmetre vb.) direnç kademesinde yapınız.</li> <li>➤ Devre elemanlarının plançeteye montajı sırasında hasar görmemesi için dikkatli çalışmalı ve uygun takım kullanmalısınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre elemanlarının montajını yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plançete üzerine yerleştireceğiniz devre elemanlarının (balast, soket, anahtarlar vb.) montaj yerlerini işaretleyiniz.</li> <li>➤ İletkenleri hazırlarken bağlantı için gerekli payları hesaplayınız.</li> <li>➤ Devre elemanlarının iletken bağlantılarında <b>İletken Birleştirme Teknikleri</b> modülündeki uygulamalardan yararlanınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Montajını yaptığınız flüoresan lamba tesisatını yukarıda verilen elektrik devresi ile tekrar karşılaştırınız. Gözden kaçan eksiklik veya hataları giderdikten sonra anahtara basarak devrenizi çalıştırınız.</li> </ul> <p><b>Not: Öğretmeninizden yardım alınız.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eğer lamba yanmıyorsa lambayı soket üzerinde hafifçe döndürerek soket ve lamba kontaklarının temasını sağlayınız.</li> <li>➤ Starteri yuvasında çevirerek kontak temasını sağlayınız.</li> <li>➤ İletken bağlantılarını gözden geçirin.</li> </ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Şebeke gerilimi 220 V altında çalışırken elektrikte güvenli çalışma kurallarına uydunuz mu?		
2. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
3. Devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
4. Devre elemanlarının plançeteye montajını yapabildiniz mi?		
5. İletken bağlantılarını yapabildiniz mi?		
6. Devreyi anahtar yardımıyla çalıştırabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik tesisatının elemanlarındanıdır?
  - A) Kablo
  - B) Anahtar
  - C) Priz
  - D) Duy
  - E) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi elektrik tesisatın ve devre elemanlarının zarar görmesini önlemek için kullanılmıştır?
  - A) Kablolar ve linye hattı
  - B) Sorti hattı
  - C) Sigorta
  - D) Kolon hattı ve linye hattı
  - E) Anahtar ve fiş
3. Aşağıdakilerden hangisi boru içinden çekilen iletkenlerin gereken yerlerde birbirlerine eklenmelerinde kullanılır?
  - A) Anahtar
  - B) Priz
  - C) Buat
  - D) İç tesisat
  - E) Hepsi
4. Aşağıdakilerden hangisi elektrik devresini açmak ya da kapamak için kullanılan tesisat malzemesidir?
  - A) Sigorta
  - B) Fiş
  - C) Klemens
  - D) Anahtar
  - E) Hepsi
5. Aşağıdakilerden hangisi taşınır almaçları şebekeye bağlamada kullanılır?
  - A) Kablolar
  - B) Fiş ve prizler
  - C) Klemens
  - D) Sigorta
  - E) Anahtar



6. Aşağıdakilerden hangisi iletkenlerin birbirlerine güvenli ve standartlara uygun bağlanmasını sağlayan parçalardır?
- A) Fişler
  - B) Prizler
  - C) Klemensler
  - D) Sigortalar
  - E) Anahtarlar
7. Aşağıdakilerden hangisi devreye seri olarak (faz hattına) bağlanan, aşırı akımda ergiyerek manyetik olarak (mıknatıslanarak) veya ısınarak devreyi açmaya yarayan araçtır?
- A) Karbon çubuk
  - B) Mekanik kesici
  - C) Elektrik sayacı
  - D) Sigorta
  - E) Hepsi
8. “Ev içi priz tesisatında ..... kesitli bakır iletkenli kablolar kullanılır.” cümlesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?
- A) 2 mm<sup>2</sup>
  - B) 3 mm<sup>2</sup>
  - C) 4 mm<sup>2</sup>
  - D) 2,5 mm<sup>2</sup>
  - E) 3,5 mm<sup>2</sup>

## 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-5

## AMAÇ

Elektrik devrelerinde güç ve ısı hesaplamalarını yapabileceksiniz.

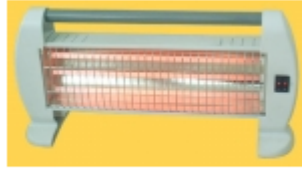
## ARAŞTIRMA

- Doğru akımla çalışan cihazlarda elektriksel ölçümler yaparak çekilen güç değerlerini hesaplayınız.
- Alternatif akımla çalışan cihazlarda elektriksel ölçümler yaparak çekilen güç değerlerini hesaplayınız ve doğru akım cihazlarıyla karşılaştırınız.
- Elektrik akımının ısı etkisi olarak kullanıldığı cihazları araştırınız. Bunların güç değerlerini etiketlerinden okuyup not alınız. Cihazların çektiği akım değerlerini ölçerek güç hesaplamalarını yapınız. Bulduğunuz değerleri etiket değerleriyle karşılaştırınız.

## 5. ELEKTRİKSEL GÜÇ VE ISI ETKİSİ

### 5.1. Elektriksel Güç

Elektriksel güç, bir üreticinin beslediği almaç üzerinde birim zamanda tüketilen enerjiyi veya enerji dönüşümünü ifade etmekte kullanılır. Çevremizdeki birçok araç gereç ve makine, elektrik enerjisi ile çalışmakta ve bir iş yapmaktadır. Yapılan iş, tüketilen enerjiyle orantılıdır. Bu, elektriksel güç olarak da ifade edilebilir.



**Resim 5.1: Elektrikğin ısı etkisi**

Elektriksel güç, elektrik enerjisinin kullanıldığı çeşitli almaçlarda farklı şekilde karşımıza çıkar. Örneğin; bir elektrik motorunda mekanik enerji olarak kullanılırken bir tost makinesinde ısı enerjisi olarak kullanılır. Neticede tüketilen enerji elektrik enerjisidir. Birim zamandaki tüketim, almaç ne olursa olsun o almaca ait elektriksel güç olarak ifade edilir. Elektriksel güç birimi **watt**'tır. Watt, W harfi ile gösterilir. Watt'ı birkaç şekilde tanımlayabiliriz.

1 watt, 1 amper şiddetindeki bir elektrik akımının 1 voltluk bir gerilim altında yaptığı işdir.

1 watt, saniyede yapılan 1 joule'lük iştir.  
1 joule, 1 kulonluk elektrik yükünün 1 voltluk gerilim altında yaptığı iştir.  
Elektriksel gücün mekanik eşdeğeri watt cinsinden,  
1 buhar beygiri, (HP) = 736 W'tır.

### 5.1.1. Doğru Akımda Güç

Bilindiği gibi elektrik enerjisi harcayan her alet veya makine bir almaçtır. Bu almaçların bir kısmı doğru akımla çalışırken diğer bir kısmı da alternatif akımla çalışır. Doğru akım; farklı uygulamalarda kimyasal, ışık, ısı ve mekanik enerjiye dönüşür. Örneğin, doğru akım motorunda elektrik enerjisi, mekanik enerjiye dönüşür ve bir iş yapar. Burada doğru akım üretici, bir almaç olan doğru akım motoruna her saniye belirli bir enerji verir. Motor da bu enerjiyi işe çevirir. İşte birim zamanda yapılan işe **güç** adı verilir.

Doğru akımda güç, iki büyüklüğe bağlıdır. Bunlar; devreye uygulanan gerilim ve çekilen akımdır. Devrede gerilim arttıkça güç artar. Gerilim azaldıkça güç azalır. Bunun için güç, gerilim ile doğru orantılıdır.

Diğer taraftan almanın gücü, almanın devreden çektiği akıma da bağlıdır. Akım şiddeti arttıkça güç artar, akım şiddeti azaldıkça güç azalır. Benzer şekilde gerilimde olduğu gibi akım şiddeti güç ile doğru orantılıdır.

Bir almanın gücü; akım şiddeti ve gerilimle doğru orantılı olduğuna göre çekilen güç; akım şiddeti ile gerilimin çarpımı şeklinde ifade edilebilir.

O hâlde elektriksel güç;

Matematiksel olarak  $P = I \times E$  olup birimi watt (W) olarak ifade edilir.  
Burada P = Elektriksel güç (watt), E = Gerilim ve I = Akım şiddetidir.  
Formülde V yerine I x R koyarsak  $P = I^2 \times R$  olarak da kullanılabilir.

Güç birimi watt kullanılmakla beraber, watt'ın katları ve askatları da kullanılır.

	Ana birim	Katları		Askatları	
Adı	Watt	Kilowatt	Megawatt	Miliwatt	Mikrowatt
Sembolü	W	KW	MW	mW	$\mu$ W
Watt olarak karşılıkları		$10^3$ W	$10^6$ W	$10^{-3}$ W	$10^{-6}$ W
		1000 W	1000000	1/1000 W	1/1000000 W

Pratikte daha çok watt'ın katları kullanılır. Örneğin, bir motorun gücü 2 KW, Hirfanlı hidroelektrik santralının gücü 96 MW şeklinde ifade edilir.

**Örnek problem:** 3 adet seri bağlı 1,5 voltluk pille çalışan bir el fenerinin ampul direnci 9  $\Omega$ 'dur. Buna göre devrenin gücünü hesaplayınız.

**Çözüm :**

Gücü hesaplamadan önce devre akımını bulmamız gerekir.

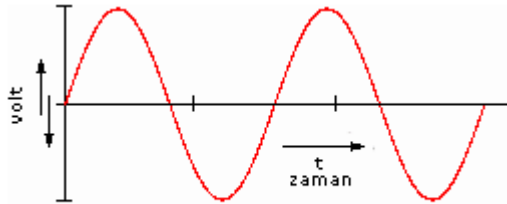
O hâlde  $I = E/R$ 'dir. Buradan;  $I = (3 \times 1,5) / 9$ ,  $I = 4,5 / 9 = 0,5$  amper bulunur.

Devrenin gücü ise  $P = E \times I$ ,  $P = 4,5 \times 0,5 = 2,25$  W bulunur.

### 5.1.2. Alternatif Akımda Güç

Bir doğru akım devresinde kullanılan gücün bu devreye uygulanan gerilimle devreden geçen akım şiddetinin çarpımına eşit olduğunu önceki konuda görmüştük. Alternatif akımda ise gerek devreye uygulanan gerilim gerekse devreden geçen akım, zamana bağlı olarak değişir. Akım ve gerilimin çarpımına eşit olan güç de zamana bağlı olarak değişik değerler alacaktır. Doğru akım devrelerinde olduğu gibi alternatif akımda güç  $P$  her zaman  $I \times V$  değildir.

Alternatif akım devrelerinde güç, doğru akım devrelerinde olduğu gibi akımla gerilimin çarpımına eşittir. Ancak alternatif akımda akım şiddeti ve gerilim, zamanın fonksiyonu olarak değiştiğine göre güç de zamana bağlı olarak değişecektir.



**Şekil 5.1 : Tek fazlı alternatif akım grafiği**

Diğer taraftan alternatif akımda güç birimlerini bir ve üç fazlı alternatif akım için ayrı ayrı incelememiz gerekir.

#### 5.1.2.1. Bir Fazlı Alternatif Akımda Güç ve Güç Formülleri

Alternatif akımda çalışan almaçları üç grupta toplayabiliriz.

**a.Omik almaçlar:** Elektrik havyası, elektrik ocağı, elektrik sobası, ütü gibi bobinsiz almaçlara **omik almaçlar**, böyle devrelere de **omik devreler** denir. Omik almaçların gücünü hesaplamada doğru akım formüllerini aynen kullanabiliriz. Bu durumda omik almaçların güçleri, devre gerilimi ile akım şiddetinin çarpımına eşittir. Yani güç;

$P = V \times I$  formülü ile bulunur.

**b.Endüktif almaçlar:** Alternatif akım motorları, transformatörler ve röle gibi bobinli almaçlara **endüktif almaçlar**, böyle devrelere de **endüktif devreler** denir. Endüktif devrelerde almaçların çektiği akım ile gerilim arasında bir açı vardır. Buna faz farkı ve bu

açının kosinüsüne de güç katsayısı denir. Endüktif bir fazlı almaçların gücü; gerilim, akım şiddeti ve bir güç katsayısı olan kosinüs fi ile orantılıdır. Yani güç;

$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$  formülü ile bulunur.

### 5.1.2.2. Üç Fazlı Alternatif Akımda Güç ve Güç Formülleri

Üç fazlı alternatif akımda çalışan almaçları da iki grupta toplayabiliriz.

**a.Omik almaçlar** (omik devreler): Üç fazlı tav fırınları, üç fazlı elektrik sobaları, üç fazlı ertirme potaları gibi almaçlara omik almaç denir. Üç fazlı omik almaçların gücü; devre gerilimi, akım şiddeti ve  $\sqrt{3}$  ile doğru orantılıdır. Yani güç;

$P = \sqrt{3} V \times I$   $\sqrt{3} = 1,73$ 'tür.

**b.Endüktif almaçlar** (endüktif devreler) : Üç fazlı, diğer bir ifadeyle trifaze elektrik motorları birer endüktif almaç, bu devreler de endüktif devredir. Üç fazlı endüktif devrelerde güç;

$P = \sqrt{3} V \times I \times \text{Cos } \varphi$  formülü ile bulunur.

### 5.1.2.3. Alternatif Akımda Güç Problemleri

**Örnek problem:** Trifaze bir elektrik motoru 380 V gerilim altında 50 amper çekmektedir. Güç katsayısı  $\text{Cos } \varphi = 0,80$  olduğuna göre motorun gücünü bulunuz.

**Çözüm :**

Üç fazlı endüktif devrede güç formülü  $P = \sqrt{3} V \times I \times \text{Cos } \varphi$  olduğuna göre verileri formülde kullanarak güç;

$P = \sqrt{3} V \times I \times \text{Cos } \varphi$ ,  $P = 1,73 \times 380 \times 50 = 32870 \text{ W} \sim 33 \text{ KW}$  bulunur.

**Örnek problem:** Bir fazlı bir buzdolabı kompresör elektrik motoru 220 V gerilim altında 1,3 amper çekmektedir. Güç katsayısı,  $\text{Cos } \varphi = 0,85$  olduğuna göre çekilen elektriksel gücü mekanik güç birimi cinsinden hesaplayınız.

**Çözüm:**

Bir fazlı endüktif almaçın kullanıldığı bir devrede güç formülü,  $P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$  kullanarak devrenin gücünü hesaplayalım.

$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$ ,  $P = 220 \times 1,3 \times 0,85 = 243,1 \text{ W}$  bulunur. Buradan elektriksel gücün mekanik karşılığı  $243,1 \text{ W} / 736 = 0,33 \text{ HP}$  bulunur.

**Örnek problem:** 220 V gerilim altında çalışan bir omik dirençli elektrik ısıtıcı 10 amper çekmektedir. Isıtıcının gücünü hesaplayınız.

**Çözüm:**

Isıtıcı omik almaç olduğuna göre  $P = V \times I$ ,  $P = 220 \times 10 = 2200 \text{ W} = 2,2 \text{ KW}$  bulunur.

## 5.2. Elektrik Enerjisinin Isı Etkisi

İçinden elektrik akımı geçen bir iletken ısınır. Elektrik ütöleri, elektrik ocakları, elektrik fırınları, elektrikli havyalar ve elektrikli saç kurutma makineleri bu uygulamaların örneklerindedir. Bir ısıtıcıda elektrik enerjisini ısı enerjisine çeviren direnci büyük iletkene **rezistans** denir. Rezistansın boyu ve kesiti, almaçın gücüne göre değişir. Rezistanslar krom-nikelli tellerden seçilir. Bu tellerin dirençleri büyüktür.



**Şekil 5.2: Elektrik enerjisini ısı enerjisine çeviren elektrikli cihazlardan örnekler**

Direnci  $R$  ( $\Omega$ ) olan bir iletkenden  $t$  saniye sürece  $I$  amperlik akım geçerse meydana gelen ısı miktarı  $Q$ , joule kanununa ait formülle hesaplanabilir.

$Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t = \text{kalori (cal)}$  bu bağıntıya **Joule kanunu** denir. Bu formülde 0,24 çarpanı, joule'ün kalori cinsinden hesaplanması için kullanılmıştır.

Bu formülle ısıtıcı bir almaçın meydana getirdiği ısı kolayca hesaplanabilir.

**Örnek problem:** Direnci  $50 \Omega$  olan bir elektrik ocağının ısıtıcı telinden  $4 \text{ A}$ 'lık bir akım, 30 dakika geçirilirse ocak bu süre içerisinde kaç kalorilik ısı verir?

**Çözüm :**

$$R = 50 \Omega$$

$$I = 4 \text{ A}$$

$$t = 30 \text{ dk}$$

$Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t = 0,24 \times 4^2 \times 50 \times (30 \times 60) = 345600 \text{ cal} = 345,6 \text{ kcal}$  bulunur.

**Örnek problem:** Bir odanın sıcaklığını artırmak için 1,5 kilowatt bir elektrik sobası 4 saat çalıştırılırsa ne kadar ısı (kaç kalori) yayar?

Çözüm :

$Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t$  formülde  $I^2 \times R = W'$  tır. (Gücü ifade eder ve N harfi ile gösterilir.)

$$N = 1500 \text{ W}$$

$$T = 4 (60 \times 60) \text{ s}$$

Bu şekilde formülde kullanarak,

$$\begin{aligned} Q &= 0,24 \times I^2 \times R \times t = 0,24 \times 1500 \text{ W} \times 4(60 \times 60) \\ &= 0,24 \times 1500 \times 14400 = 5184000 \text{ kalori} = 5184 \text{ kcal bulunur.} \end{aligned}$$

**Örnek problem:** Bir ütü 220 voltluk gerilimde 10 dakika çalıştırılmaktadır. Devreden geçen akım şiddeti 5 amper olduğuna göre devrenin harcadığı elektrik enerjisini joule ve kilowatt-saat cinsinden hesaplayınız?

Çözüm:



$$W = V \times I \times t \quad W = 5.220.600 \quad W = 660000 \text{ joule bulunur.}$$

$$\begin{array}{ll} 3.600.000 \text{ joule} & 1\text{kWh olursa} \\ 660000 \text{ joule} & \text{kaç kWh eder.} \end{array}$$

$$X = 660000/3600000 \text{ kWh} \quad X = 0,183 \text{ kWh bulunur.}$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

Elektrik akımının ısı etkisi hesaplaması yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, atölye veya piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Isıtıcı 1000 W</li> <li>➤ Ampermetre</li> <li>➤ Su dolu kap</li> <li>➤ Termometre</li> <li>➤ Saat</li> <li>➤ Besleme gerilimi 220 V AC</li> </ul>	<p>➤ Aşağıda verilen elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p>  <p><b>Not: Farklı güçteki ısıtıcı ve farklı miktardaki su için benzer yöntemi uygulayarak kullanabilirsiniz.</b></p>
<p>➤ Şekildeki düzeneği kurup kullandığımız rezistansın direncini elektriksel güç ve ohm kanununu kullanarak hesaplayınız.</p> <p><b>Not: Isıtıcının (rezistansın) sağlamlık kontrolü yapılmalı, dış gövdeye kaçak varsa kullanılmamalıdır.</b></p> <p><b>Şebeke gerilimi 220 V altında çalışırken elektrikte güvenli çalışma kurallarına uyunuz ve öğretmeninizden yardım alın.</b></p> <p><b>Rezistans asla su dışında çalıştırılmamalıdır.</b></p>	<p>➤ Sağlamlık kontrolünü ölçü aletinizin (avometre veya ohmmetre vb.) direnç kademesinde yapabilirsiniz.</p> <p>➤ Güç <math>P = I^2 \times R</math>, <math>= I \times V</math> ve Ohm <math>E = I \times R</math></p> 
<p>➤ Termometre ile yapılan sıcaklık ölçümlerini not alarak 3 dakikalık üç ayrı fasıla için aşağıdaki formülü kullanarak suya kazandırılan ısı miktarını kalori cinsinden hesaplayınız.</p> <p><math>Q = m \times c \times \Delta t</math> Isı yükü formülünde;</p> <p>Q (kal), m suyun kütlesi g, C suyun ısınma ısısı <math>= 1 \text{ cal/g}</math> <math>\Delta t</math> sıcaklık farkıdır. <math>\Delta t = t_2 - t_1</math></p>	<p>➤ Devreye akım vermeden önce kaba konan su miktarını hacim veya ağırlık olarak ölçünüz.</p> <p>➤ Su sıcaklığı, ortam sıcaklığına eriştiğinde uygulamaya başlamak daha doğru olur.</p> <p>➤ Başlama zamanını ve 3 dakikalık üç fasıladaki sıcaklık ölçümlerini termometre üzerinden okuyarak not alınız.</p>
<p>➤ Uygulamayı 3 dakikalık üç ayrı fasıla için ayrı ayrı aşağıdaki <b>Joule</b> formülünü kullanarak hesaplayınız ve sonuçları daha önce elde edilen değerlerle karşılaştırınız.</p> <p><math>Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t</math></p>	<p>➤ Devre akımını ölçerek not alınız.</p> <p>➤ Her fasıla için elektrik enerjisinin ısıya dönüşümü hesaplayınız.</p> <p>➤ Toplam süre için elektrik enerjisinin ısıya dönüşümünü hesaplayınız.</p> <p>➤ Sonuçları karşılaştırınız.</p>



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2. Kap içine doldurulan su miktarını doğru ölçebildiniz mi?		
3. Kullandığınız ısıtıcının gücünü cihaz üzerinden okuyabildiniz mi?		
4. Isıtıcının sağlamlık kontrolünü yapabildiniz mi?		
5. Suyun oda sıcaklığına erişmesini beklediniz mi?		
6. Enerji beslemesinde devre akımını ölçtünüz mü?		
7. Her 3 dakika sonunda gerekli sıcaklık ölçümünü alabildiniz mi?		
8. Her 3 dakikalık fasılalar için elde ettiğiniz değerlerle $Q = m \times c \times \Delta t$ formülünü kullanarak ısı miktarını hesaplayabildiniz mi?		
9. Her 3 dakikalık fasılalar için elde ettiğiniz değerlerle Joule formülü		
10. $Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t$ kullanarak ısı miktarını hesaplayabildiniz mi?		
11. Her iki ölçüm sonunda hesaplanan ısı değerlerini birbirine yakın veya eşit buldunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

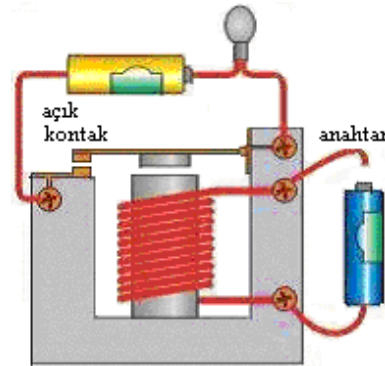
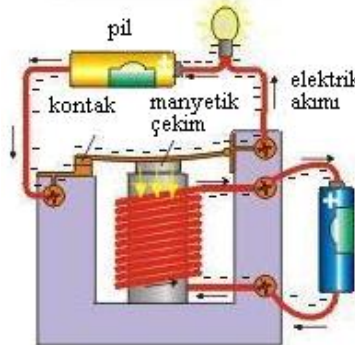
1. Aşağıdakilerden hangisi 1 amper şiddetindeki bir elektrik akımının 1 voltluk bir gerilim altında yaptığı işittir?  
A) 1 Joule  
B) 0,24 Joule  
C) 1 W  
D)  $I^2 \times V$   
E) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi elektriksel gücü ifade eder?  
A) Akım şiddeti ile devre direncinin çarpımı  
B) Akım şiddeti ile elektriksel gücün çarpımı  
C) Akım şiddetinin karesi ile direncin çarpımı  
D) Gerilim ile devre direncinin çarpımı  
E) Hiçbiri
3. Elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüştürmede hangi tür almaçlardan yararlanırsınız?  
A) Motor  
B) Trafo  
C) Rezistans  
D) Akümülatör  
E) Hepsi
4. Aşağıdakilerden hangisi tek fazlı endüktif devrede gücü ifade eder?  
A)  $P = V \times I \cos \varphi$   
B)  $P = I \times R$   
C)  $P = I \times R \times \cos \varphi$   
D)  $P = V \times I \times R$   
E)  $P = I^2 \times R$
5. Aşağıdakilerden hangisi üç fazlı omik devrelerde gücü hesaplamada kullanılır?  
A)  $P = I \times V$   
B)  $P = I \times R$   
C)  $P = \sqrt{3} V \times I$   
D)  $P = V^2 \times R$   
E) Hepsi
6. Aşağıdakilerden hangisi 2,2 KW'nin karşılığıdır?  
A) 220 W  
B) 2200 mW  
C) 2200 W  
D) 0,22 KW  
E) Hepsi

### 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 "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Otomatik kumanda devresi kurup üzerinde gerekli ölçümleri yaparak devre için gerekli otomatik kontrol ve kumanda elemanlarını seçiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p><b>Malzemeler</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30 x 50 cm) sunta, suntalam vb.</li><li>➤ Pil; 1,5 V, 2 adet</li><li>➤ Zil trafosu göbeği veya 1 cm çaplı demir nüve</li><li>➤ Lamba; (fener ampülü 3,6 V)</li><li>➤ Duy; lambaya uygun</li><li>➤ Kablo; tek damarlı 1,5'lik, 50 cm</li><li>➤ İzoleli (bakır emaye kaplı), 3 m, 0,50'lik tel</li><li>➤ Kontak için dosya teli vb.</li></ul>	<p>➤ Aşağıda verilen elektrik devresini kullanabilirsiniz.</p> 
<p>➤ Devrenin montajını yapmadan önce devre elemanlarının sağlıklı kontrolünü yapabilirsiniz.</p> <p>➤ Devre elemanlarının montajını yandaki şekilde görüldüğü gibi yapabilirsiniz.</p>	 <p>➤ Otomatik kumanda, iki bağımsız elektrik devresinden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi manyetik alan çekim kuvveti yardımıyla ikinci devreye ait kontakın kapanmasını sağlar. Kapanan kontak, ikinci devre üzerindeki lambanın yanmasını sağlar.</p> <p>➤ Kontak ayarlarını çekim kuvvetiyle çalışabilecek şekilde ayarlamalısınız.</p> <p>➤ Eğer lamba yanmıyorsa lambayı soket üzerinde hafifçe döndürerek soket ve lamba kontaklarının temasını sağlayınız.</p> <p>➤ İletken bağlantılarını gözden geçirin.</p>

## KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Malzeme listesini eksiksiz tamamlayabildiniz mi?		
2. Devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
3. Lamba devresini kurabildiniz mi?		
4. Manyetik alan için bobini sarabildiniz mi?		
5. Elektromanyetik devreyi kurabildiniz mi?		
6. İletken bağlantılarını yapabildiniz mi?		
7. Manyetik devre kontaklarının ayarını yapabildiniz mi?		
8. Manyetik devreyi, kontaklar kapanmak üzere çalıştırabildiniz mi?		
9. Kontaklara bağlı lamba devresini çalıştırabildiniz mi?		
10. Devreyi çalıştırabildiniz mi?		
11. Bobin devresinin direncini ölçebildiniz mi?		
12. Manyetik devre üzerinde gerilim ölçümü yapabildiniz mi?		
13. Manyetik devre üzerinde akım değeri ölçümü yapabildiniz mi?		
14. Lamba devresi üzerinde gerilim ölçümü yapabildiniz mi?		
15. Lamba devresi üzerinde akım ölçümü yapabildiniz mi?		

## **DEĞERLENDİRME**

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	D
3	C
4	A
5	D
6	B
7	A
8	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ -2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	D
3	B
4	D
5	D
6	B
7	$I=2A,$ $E = 4V$
8	$I=5A$
9	$R=24?$
10	$E=5V$

## ÖĞRENME FAALİYETİ -3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	E
3	D
4	D
5	C
6	D
7	D

### ÖĞRENME FAALİYETİ -4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	C
3	C
4	D
5	B
6	C
7	D
8	D

### ÖĞRENME FAALİYETİ -5'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	C
3	C
4	A
5	C
6	C

## KAYNAKÇA

- SAYAR Engin Deniz, **Soğutma ve İklimlendirme I Meslek Bilgisi Temel Ders Kitabı**, MEB
- SAYAR Engin Deniz, **Soğutma ve İklimlendirme II Meslek Bilgisi Temel Ders Kitabı**, MEB
- ŞENER Temel, GÖKKAYA Muhittin, AVCI Salim, **Elektrik Bilgisi Temel Ders Kitabı**, MEB
- <http://people.clarkson.edu/~svoboda/ihp.html>
- [http://ee.sharif.edu/~electric\\_circuits2/](http://ee.sharif.edu/~electric_circuits2/)