

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**ELEKTRİK TERMİNOLOJİSİ
522EE0004**

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	3
1. AKIM ÖLÇMEK	3
1.1. Elektron Akımı	3
1.2. Akım	4
1.2.1. Akım Birimi Amperin Ast ve Üst Katları	5
1.2.2. Akım Çeşitleri	6
1.3. Ölçme ve Ölçü Aletleri	8
1.3.1. Ölçme	8
1.3.2. Ölçü Aletlerine Ait Bazı Terim Ve Tanımlar	8
1.3.3. Ölçü Aletlerinin Sınıflandırılması	9
1.3.4. Ampermetrenin Ölçme Prensibi	11
UYGULAMA FAALİYETİ	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	20
2. GERİLİM ÖLÇMEK	20
2.1. Potansiyel Fark	20
2.2. Elektromotor Kuvvet	22
2.3. Gerilim	23
2.4. Voltmetrenin Ölçme Prensibi	24
2.5. Voltmetreyi Devreye Bağlamak ve Gerilim Ölçmek	25
UYGULAMA FAALİYETİ	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	32
3. DİRENÇ ÖLÇMEK	32
3.1. Direnç	32
3.1.1. Direnç Birimi Ohmun Üst Katları	33
3.2. Ohmmetrenin Ölçme Prensibi	33
3.3. Ohmmetre ile Direnç Ölçme	35
3.4. Ampermetre –Voltmetre Yardımı ile Direnç Ölçme	36
UYGULAMA FAALİYETİ	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	42
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	44
4. AVOMETRE İLE AKIM–GERİLİM –DİRENÇ ÖLÇME	44
4.1. Avometreler	44
4.1.1. Analog Avometreler	44
4.1.2. Dijital Avometreler	47
UYGULAMA FAALİYETİ	53
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	55
ÖĞRENME FAALİYETİ-5	57
5. İŞ VE GÜÇ	57
5.1. İş ve Enerji	57
5.2. Güç Formülü	58
5.2.1. Güç Birimi Watt In Ast ve Üst Katları	59

5.3. Güç, İş, Enerji ile İlgili Hesaplamalar	59
5.4. Güç ve İşin Ölçülmesi	60
5.4.1. Ampermetre Voltmetre Yardımı ile Güç Ölçme	60
5.4.2. Wattmetrenin Tanıtılması	60
5.4.3. Wattmetrenin Devreye Bağlanması	61
5.4.4. Wattmetre ile Güç Ölçme	61
5.5. Sayaçların Tanıtılması	62
5.5.1. Sayaçla İşin Ölçülmesi	63
UYGULAMA FAALİYETİ	65
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	70
MODÜL DEĞERLENDİRME	72
CEVAP ANAHTARLARI	73
KAYNAKÇA	75

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0004
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Elektrik Terminolojisi
MODÜLÜN TANIMI	Elektrik teknolojisi içerisinde yer alan temel büyüklük, kavram ve teknik terimleri tanıtan, bunları ölçen ölçü aletlerini ve ölçme yöntemlerini gösteren öğretim materyalidir.
SÜRE	Toplam Süre: 40 / 16 saat
ÖN KOŞUL	Elektrik Yüğü ve Elektrik Üretimi modülünü başarmış olmak
YETERLİLİK	Elektrik ölçü aletleri ile elektriksel büyüklükleri ölçmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli laboratuvar ortamı sağlandığında elektrik ölçü aletlerini kullanarak temel ölçme işlemlerini (akım-gerilim-direnç-iş-güç) tekniğine uygun ve hatasız yapacaksınız. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Ampermetre ile tekniğine uygun ve hatasız olarak çeşitli elektrik devrelerinde akım ölçme işlemi yapacaksınız.2. Voltmetre ile çeşitli elektrik devrelerinde tekniğine uygun ve hatasız gerilim ölçme işlemi yapacaksınız.3. Ohmmetre ile tekniğine uygun ve hatasız olarak direnç ölçme işlemi yapacaksınız.4. Avometre ile tekniğine uygun ve hatasız olarak akım, gerilim ve direnç ölçme işlemlerini yapacaksınız.5. Wattmetre ve elektrik sayacı ile tekniğine uygun ve hatasız güç ve iş ölçme işlemlerini yapacaksınız.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, işletme, kütüphane, elektrik ölçme laboratuvarı gibi bireysel veya grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar. Donanım: Sınıf: Sınıf kütüphanesi, tepegöz, projeksiyon cihazı, bilgisayar donanımları, vcd, dvd, video vb. öğretim materyalleri Ampermetre, voltmetre, ohmmetre, avometre, wattmetre ve elektrik sayacı gibi ölçü aletlerinin bulunduğu ölçme laboratuvarları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bu modül 5 öğrenme faaliyetinden oluşmuştur. Her bir faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı uygulayarak modül ile kazandığımız bilgi ve becerileri değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Elektrik teknolojisi, uçak bakım sektöründe olmazsa olmaz dallardan birisidir. Çünkü uçak sistemleri içerisinde elektrik ile ilgisi olmayan bir sistem yok gibidir. Elektrik enerjisi uçaklarda sadece aydınlatma, ısıtma gibi çok bilinen amaçlarla kullanılmaz. Elektronik, uçuş kumandaları, elektro-mekanik, buza mani sistemler gibi daha pek çok sistem, elektrik enerjisi ile çalışır ya da elektrik enerjisi bu sistemlerin bir bölümünü oluşturur.

Havacılık sektörü bugün ülkemizin hem Avrupa’da hem de dünyada söz sahibi olduğu sektörlerden birisidir. Gelecekte uçak bakım alanının birer üyesi olacağınız bu sektörün daha da gurur duyulacak konuma gelmesi, ancak sizin alanınızdaki yeterlikleriniz paralelinde gerçekleşecektir.

Bu modülde öğreneceğiniz elektrik terminolojisinde geçen akım, gerilim, direnç, iş ve güç gibi belli başlı büyüklükler, bunların ölçüm teknikleri yeterliklerinizin gelişmesine ve alanınıza hâkim olmanıza önemli katkılarda bulunacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Ampermetre ile uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun ve hatasız olarak çeşitli elektrik devrelerinde akım ölçme işlemi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde gördüğünüz elektrikli cihazların üzerindeki etiket ve kataloglarını inceleyerek, normal çalışma akımlarını kaydedip, sınıfta arkadaşlarımızla tartışınız.

1. AKIM ÖLÇMEK

1.1. Elektron Akımı

Elektrik yükü ve Elektrik Üretimi başlıklı modülde maddenin yapısı, elektrik alanı ve katı-sıvı-gazlarda elektrik akımının oluşumu hakkında edindiğimiz bilgileri bir araya getirdiğimizde elektron akımının ne olduğunu kavrayabiliriz.

Buna göre;

- Elektrik akımının iletkenlerde oluştuğunu,
- Elektrik akımının geçişini,
- Katı iletkenlerde serbest elektron adını verdiğimiz, atomlar arası boşlukta geliş güzel hareket eden elektronların sağladığını,
- Sıvı iletkenlerde iyon adını verdiğimiz hem pozitif hem negatif yüklü parçacıkların sağladığını,
- Gaz halindeki iletkenlerde ise elektronların ve pozitif iyonların sağladığını,
- Elektrik yüklerinin ya da yüklü parçacıkların etrafında bir elektrik alanının oluştuğunu, bu alanın içerisinde kalan yüklere bir kuvvetin etki ettiğini, bu kuvvetin aynı adlı yüklerin birbirini itmesi, zıt adlı yüklerin birbirini çekmesi yönünde (Coulomb Kanunu) olduğunu biliyoruz.

Bir iletkenin iki ucuna pozitif ve negatif yükler bağlanırsa, iletken içerisinde çok sayıda bulunan serbest elektronlar, iletkende meydana gelen elektrik alanının etkisi ile pozitif yük tarafından çekilip negatif yük tarafından itileceği için artık geliş güzel hareket edemeyecek negatif yükten, pozitif yüke doğru düzgün ve sabit hızla hareket edecektir. Serbest elektronların negatif yükten, pozitif yüke doğru yaptığı bu düzgün harekete elektron akımı veya elektron akışı adını veriyoruz.

1.2. Akım

Elektrik yüklerinin belirli bir yönde hareketi elektrik akımını oluşturur. Bir havuza akan su miktarını bilmek, akan suyun çok ya da az olduğu konusunda bize kesin bir fikir vermez. Çünkü bu suyun ne kadar sürede aktığını bilmemiz gerekir. Örneğin; 1m³ su 10 dakika da akmışsa çok kabul edilebilir, ancak 10 saatte akmışsa çok kabul edilemez.

Aynı şekilde belirli bir yönde akan elektrik yüklerinin de ne kadar zaman da aktığının bilinmesi gerekir. Bu da bize elektrik akım şiddetinin tanımını verir. Bir elektrik devresinde bir saniyede akan yük miktarına elektrik akım şiddeti ya da kısaca akım denir.

$$I : Q / t \quad (\text{Amper})$$

$$I : Q / t \quad (\text{Amper})$$

Bu formülde:

SEMBOL	ANLAMI	BİRİMİ	BİRİM SEMBOLÜ
I	Akım	Amper	A
Q	Elektrik yükü	Kulon	C
t	Yükün akış zamanı	Saniye	s

Bir kulon 624×10^{16} adet elektrik yüküne eşittir. Bir elektrik devresinden bir saniyede 624×10^{16} adet, yani 1 C'lik elektrik yükü geçiyorsa bu devrenin akımı 1 A'dır.

ÖRNEK-1

Bir elektrik devresinden geçen akım 2 amper ise bu devreden 10 saniyede geçen yük miktarını ve elektron sayısını (yük sayısı) bulunuz.

ÇÖZÜM :

$$I : 2 \text{ A}$$

$$t : 10 \text{ sn.}$$

$$Q : ?$$

$$e : ?$$

$$I = Q / t \text{ ise } Q = I \times t \text{ dir.}$$

$$Q = 2 \times 10 = 20 \text{ C}$$

$$e = Q \times 624 \times 10^{16}$$

$$e = 20 \times 624 \times 10^{16}$$

$$e = 1248 \times 10^{17} \text{ adet elektron}$$

ÖRNEK-2

Bir elektrik devresinden 5 saniyede 15 kulon elektrik yükü aktığına göre bu devrenin akımı kaç amperdir?

ÇÖZÜM :

$t : 5 \text{ s.}$

$Q : 15 \text{ C}$

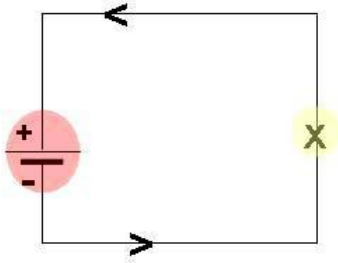
$I : ?$

$I = Q / t$

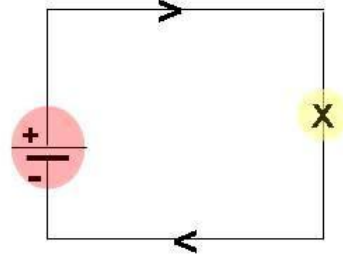
$I = 15 / 5$

$I = 3 \text{ A}$

Elektron akımı yukarıdaki açıklamalarda da gördüğümüz gibi eksiden artıya doğru olmasına karşın, elektrik akımının yönü artıdan eksiyeye doğru kabul edilir ve devre üzerine çizilen bir ok ile gösterilir.



Şekil 1. 1: Elektron Akış Yönü



Şekil 1. 2: Akım Akış Yönü

1.1.1. Akım Birimi Amperin Ast ve Üst Katları

Elektrik devrelerinde akım birimi olarak daha çok amper ya da kiloamper kullanılmasına karşın, elektronik devrelerde daha çok miliamper ya da mikroamper kullanılır. Bu birimler arasındaki dönüşüm oranları aşağıda verilmiştir.

1 A	1 mA	1 A	1 µA	1 A	1 kA
10^3 mA	10^{-3} A	10^6 µA	10^{-6} A	10^{-3} kA	10^3 A

ÖRNEK-1

5 Amper olarak verilen akımın mA , µA , kA karşılıklarını bulunuz.

ÇÖZÜM:

$I = 5 \text{ A} \quad I = 5 \times 10^3 \text{ mA} \quad I = 5 \times 1000 \quad I = 5000 \text{ mA}$

$I = 5 \text{ A} \quad I = 5 \times 10^6 \text{ µA} \quad I = 5 \times 1\,000\,000 \quad I = 5\,000\,000 \text{ µA}$

$I = 5 \text{ A} \quad I = 5 \times 10^{-3} \text{ kA} \quad I = 5 \times 0,001 \quad I = 0,005 \text{ kA}$

ÖRNEK-2

100 mA , 10^4 µA , 0,5 kA olan üç akımın amper karşılıklarını bulunuz.

ÇÖZÜM:

$$I = 100 \text{ mA}$$

$$I = 100 \times 10^{-3}$$

$$I = 100 / 1000$$

$$I = 0,1 \text{ A}$$

$$I = 10^4 \mu\text{A}$$

$$I = 10^4 \times 10^{-6}$$

$$I = 10^{-2} \text{ A}$$

$$I = 0,01 \text{ A}$$

$$I = 0,5 \text{ kA}$$

$$I = 0,5 \times 10^3$$

$$I = 500 \text{ A}$$

1.2.2. Akım Çeşitleri

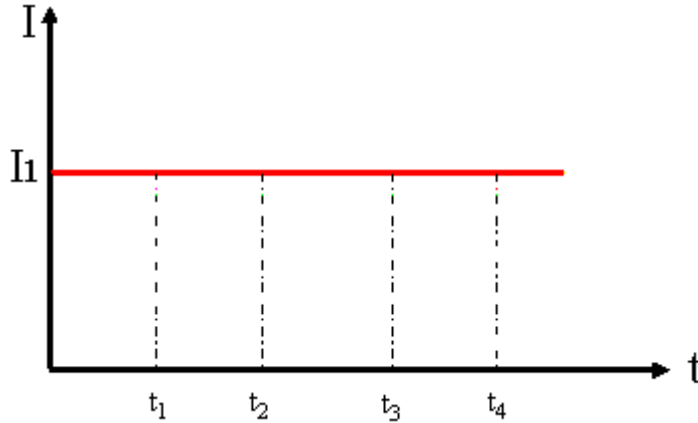
Elektrik akımı vektöryel bir büyüklüktür. Vektöryel büyüklükler yön, doğrultu ve şiddetleri ile ifade edilir. Elektrik akımını, vektöryel özelliklerinin, yani yön ve şiddetinin zamanla olan değişimine göre başlıca iki grupta toplayabiliriz.

1.2.2.1. Doğru Akım

Zamanla yönü değişmeyen akım doğru akımdır. Şiddetin değişip değişmemesi akımın doğru akım olmasını engellemez. Şiddetin değişimine göre doğru akım kendi içerisinde ikiye ayrılır.

➤ Düzgün Doğru Akım

Zamanla değeri değişmeyen doğru akım çeşididir. Doğru akım olabilmesi için yönünün değişmemesi gerektiğini biliyoruz. O hâlde düzgün doğru akımın zamanla yönü de değişmez şiddeti de değişmez (Şekil 1 – 3).

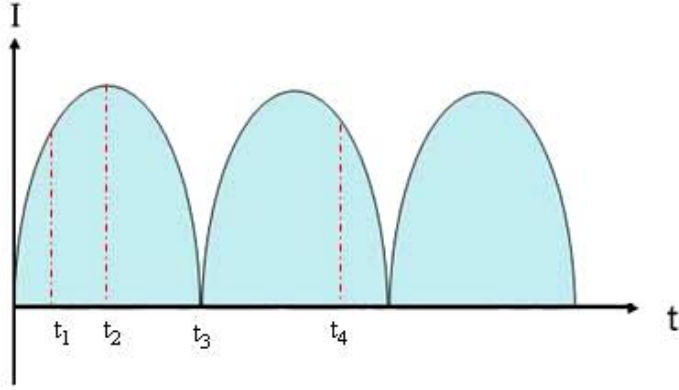


Şekil 1. 3: Düzgün doğru akım grafiği

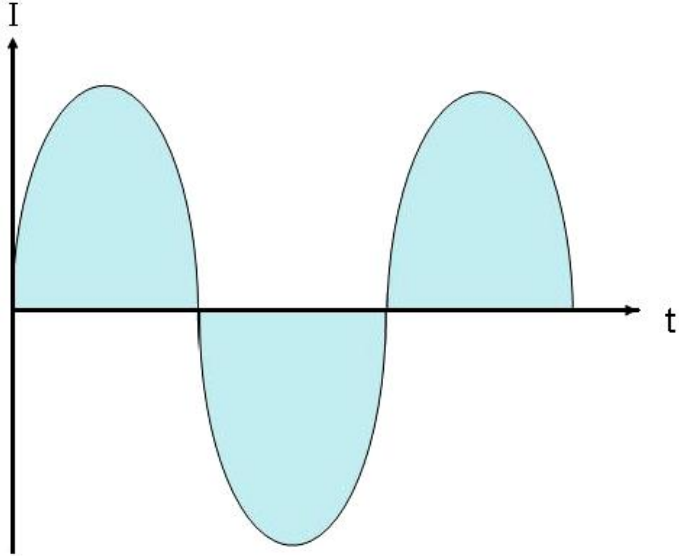
Şekil 1 – 3'te verilen düzgün doğru akımın grafiğini incelediğimizde, devreden geçen I1 akımının zamana bağlı olarak değişmediğini, t1, t2, t3 gibi değişik zamanlarda hep aynı kaldığını görüyoruz. Akım eğrisinin ise tamamının t ekseninin üst tarafında olması yönünün de değişmediğini ifade ediyor.

➤ Değişken Doğru Akım

Yönü değişmemekle birlikte (zaten değişse doğru akım olmaz) zamanla şiddeti değişen akım çeşididir. Şekil 1 – 4'te verilen değişken doğru akım grafiği incelendiğinde t_1 , t_2 , t_3 , t_4 zamanlarında şiddetin farklı olduğu görülür.



Şekil 1. 4: Değişken doğru akım



Şekil 1. 5: Alternatif akım

1.2.2.2. Alternatif Akım

Alternatif akım zamana bağlı olarak yön ve şiddetini düzenli olarak değiştiren akımdır. Bu tanıma göre bir akımın alternatif akım olabilmesi için dikkatimizi çeken üç faktör vardır. Birincisi, akım zamana bağlı olarak yön değiştirmelidir. Alternatif akımın değişim eğrisine baktığımızda zaman ekseninin hem üstünde, yani pozitif bölgede, hem de altında yani negatif bölgede olduğunu görüyoruz. Bu da alternatif akımın yön değiştirdiğini gösterir. Yani alternatif akım belli bir süre (0-t₂) bir yönde (Örneğin, saat ibresi yönünde

düşünelim.) devreden geçerken belli bir süre (t_2-t_1) ters yönde (saat ibresinin tersi yönünde) geçer. İki yönde geçen bu elektrik yüklerinin geçiş miktarı ve süresi birbiri ile aynıdır. Tanımdaki düzenli sözcüğü bunu açıklar. Zaman eğrisinin alt ve üstündeki bölümler birbirinin simetrisidir. Üçüncü faktör ise zamana göre şiddetin değişmesidir. Eğriyi incelediğimizde akımın sıfırdan başladığını, çoğaldığını, belli bir sürede (t_1) en üste çıktıktan sonra azalmaya başladığını, belli bir süre sonra (t_2) sıfır olduğunu görüyoruz. Sonra aynı işlem ters yönde tekrar ediyor. Bu da bize alternatif akımın her an şiddetini değiştirdiğini göstermektedir.

1.3. Ölçme ve Ölçü Aletleri

Bu bölümde ampermetrenin ölçme prensibinden önce ölçme ve ölçü aletlerinin genel yapısını, özelliklerini ve ölçü aletlerine ait genel terimleri kısaca inceleyeceğiz.

1.3.1. Ölçme

Bilinmeyen bir büyüklüğün, aynı türden bilinen bir büyüklükle kıyaslanmasına ölçme denir. Uzunluk ölçerken ölçeceğimiz cismi metre ile, ağırlık ölçerken ise kilogram ile kıyaslıyoruz. Elektriksel ölçmelerde ise ağırlıkta kilogram, uzunlukta metre kullandığımız gibi elektrik ölçü aletlerini kullanıyoruz.

1.3.2. Ölçü Aletlerine Ait Bazı Terim Ve Tanımlar

1.3.2.1. Ölçme Alanı

Bir ölçü aletinin ölçebileceği en küçük ve en büyük değerlerine ölçme alanı denir. Örneğin 0 ile 10 amper arası ölçme yapan bir ampermetrenin ölçme alanı 0-10 A'dir. 47 – 53 Hz. Arası ölçme yapan bir frekansmetrenin ölçme alanı 47-53 Hz'dir.

1.3.2.2. Ölçme Sınırı

Bir ölçü aletinin ölçebileceği en yüksek değere ölçme sınırı adı verilir. Örneğin, ölçme alanı 0-10 A olan ampermetrenin ölçme sınırı 10 A'dir.

1.3.2.3. Doğruluk Derecesi

Bir ağırlığı iki ayrı terazi ile ölçtüğünüzde çok küçük de olsa farklı sonuçlar ölçtüğünüzü görebilirsiniz. Aynı şekilde bir akımı iki ayrı ampermetre ile ölçsek farklı değerlerle karşılaşabiliriz. Bu da ölçü aletlerinin tam doğru değer ölçemediğini gösterir. Her ölçü aletinin hata sınırı imalatçısı tarafından belirtilir. Bu hata oranına doğruluk derecesi denir. Hata oranları % 0,2 – 0,5 – 1 – 1,5 – 2,5 olarak 5 grupta sınıflandırılır. Örneğin, hata oranı 0,5, ölçme sınırı 500 volt olan bir voltmetrenin yapabileceği en büyük hata $\pm 500 \times 0,5 / 100 = \pm 2,5$ voltur.

1.3.3. Ölçü Aletlerinin Sınıflandırılması

Ölçü aletleri, çalışma prensiplerine göre, ölçtüğü büyüklüğü gösterme şekline göre, ve elektrik akımının ölçü aletinin çalışmasına etki eden özelliğine göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalara giren ölçü aletleri genel olarak analog ölçü aleti adını alır. Son yıllarda kullanım alanı çok genişleyen ölçü aleti çeşidi ise elektronik prensiplere göre çalışan dijital ölçü aletleridir.

1.3.3.1. Analog Ölçü Aletleri

Genel olarak göstergeli (skala) ve ibrelili ölçü aletleri analog ölçü aleti adını alır. Bu tip ölçü aletleri elektrik akımının manyetik, ısı ya da elektrik yüklerinin birbirini itmesi ya da çekmesi prensibine göre çalışır. Elektrik akımının etkisine göre hareket eden ibrenin durduğu yere bakılarak ölçülen büyüklüğün değeri tespit edilir. Birçok çeşidi olmasına karşın elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde en çok elektromanyetik ölçü aletleri, döner bobinli (çerçevesiz) ölçü aletleri, elektrodinamik ölçü aletleri kullanılır.



Resim 1. 1: Analog voltmetre



Resim 1. 2: Analog ampermetre

➤ Analog Ölçü Aletlerinde Ölçülen Değerin Okunması

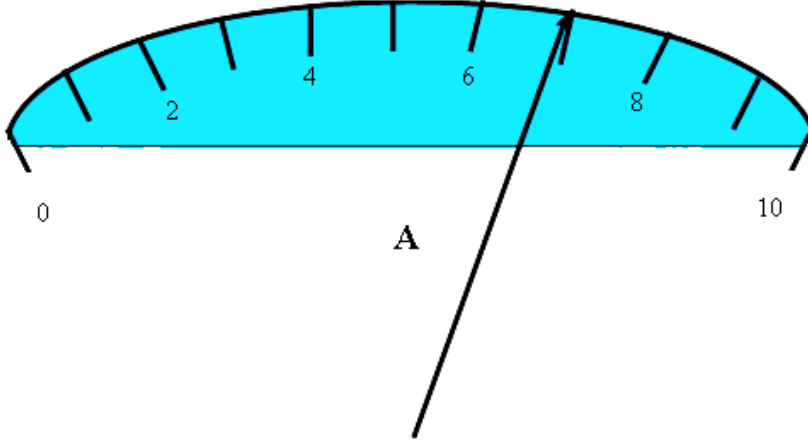
Analog ölçü aletlerinin skalaları, ölçü aletinin çeşidine göre farklılık gösterir. Bazı ölçü aletleri küçük değerlerde de hassas ölçme yapılabilmesi için kademeli yapılmıştır. Hem bağlantı yaparken hem de okuma işlemi yaparken bu özelliğine dikkat etmek gerekir.

ÖRNEK-1

Şekil 1.6'da verilen skala – ibre düzeneğini incelediğimizde tespitlerimizi aşağıdaki gibi yapabiliriz.

- Bu ölçü aletinin ölçme alanı 0-10 amperdir.
- Ölçü aletinin ölçme sınırı 10 amperdir.
- Ölçü aletinin skalası 2 ve katları olarak bölümlendirilmiştir. Her bir bölüm arasında bir uzun çizgi vardır. Bu çizgiler tek sayıları gösterir. Yani 0 – 2 arasındaki uzun çizgi 1, 2 – 4 arasındaki uzun çizgi 3 demektir.

Bu tespitler sonucu, şekildeki ibre 6 – 8 arasındaki büyük çizgiyi gösterdiğine göre ölçülen büyüklüğün 7 amper olduğu söylenebilir.



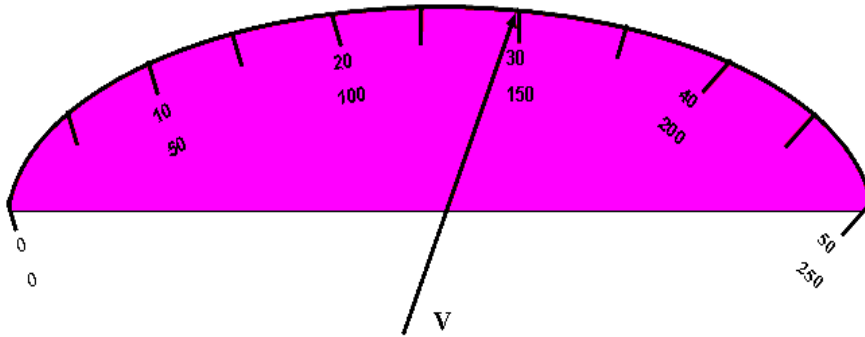
Şekil 1. 6: Analog Bir Ampermetre Skalası

ÖRNEK-2:

Şekil 1.7’de verilen analog voltmetre için tespitlerimiz:

Bu ölçü aleti iki kademelidir.

Ölçme uçları 0 – 50 olarak seçildiğinde ölçme sınırı 50 voltur. Bu kademede 50 voltun altındaki değerlerin ölçülmesi gerektiğini gösterir. Şekilde gösterilen ibre, ölçü aletine uygulanan gerilimin 30 volt olduğunu işaret etmektedir.

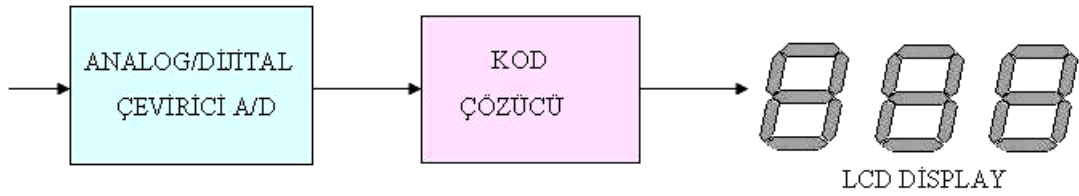


Şekil 1. 7: İki kademeli analog bir voltmetre skalası

Ölçme uçları 0 – 250 olarak seçildiğinde ise ölçü aletinin ölçme sınırı 250 voltur. Bu durumda bağlanacak en yüksek gerilim 250 volt olmalıdır. Şekilde gösterilen ibre, ölçü aletine uygulanan gerilimin 150 volt olduğunu işaret etmektedir.

1.3.3.2. Dijital Ölçü Aletleri

Dijital ölçü aletleri elektronik sayıcı devre elemanlarından oluşan ve ölçüm sonucunun dijital sayıcıdan, sayısal olarak direkt alındığı ölçü aleti çeşididir. Son yıllarda elektronik sektöründeki teknolojik gelişmelere paralel, marka ve modele bağlı olarak birçok dijital ölçü aleti ile karşılaşmak mümkündür. Analog ölçü aletlerinden en önemli farkı ölçüm sonucunun ibre ve gösterge (skala – kadran) yerine sayıcı lcd displayden okunmasıdır. Dijital ölçü aletleri yapı olarak analog / dijital çevirici bir entegre, kod çözücü ve ölçüm sonucunun okunduğu lcd display den oluşur. Okuma işlemi analog ölçü aletlerinde olduğu gibi ölçü aletinden akım geçtiği anda olmaz. Bir süre sayıcının kararlı duruma gelmesi gerekmektedir.



Şekil 1. 8: Dijital ölçü aleti blok şeması



Resim 1. 3: Dijital bir ölçü aleti

➤ Ölçü Aletleri Üzerinde Bulunan Açıklamalar

Ölçü aleti imalatçı firmaları ölçü aletleri üzerinde genellikle şu bilgilere sembol olarak yer verirler:

- Ölçü aletinin hangi akım türünde kullanılacağı (AC – DC veya ikisi de)
- Ölçü aletinin ölçme sırasında dik, eğik ya da yatay duracağı
- Ölçü aletinin hangi tip olduğu (Döner bobinli – elektrodinamik vb.)
- Ölçü aletinin sembolü (A – V vb.)
- Ölçü aletinin ölçme hatası, duyarlılığı vb.

1.3.4. Ampermetrenin Ölçme Prensibi

Elektrik devrelerinden geçen akım şiddetini ölçen aletlere ampermetre denir. Ampermetre akım ölçeceğine göre akımın geçtiği yol üzerine bağlanmalıdır. Bir başka

deyişle devre akımı ampermetre üzerinden geçip devresini tamamlamalıdır. Bu da ampermetrenin elektrik devrelerine seri bağlanması demektir.

Ölçü aletleri ölçme yaptıkları devrenin özelliklerini değiştirmemelidir. Ampermetre de devrelere seri bağlandığına göre iç direncinin çok küçük olması gerekir. Bu nedenle ampermetre bobinleri kalın telli, az sipirli yapılıdır. İç direnci büyük olması durumunda devrenin toplam direncini arttıracak, böylece devrenin özelliğini bozmuş olacaktır.

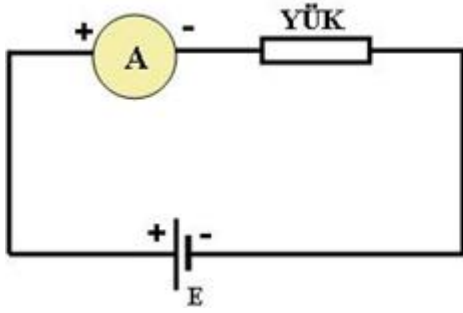
Ampermetre devreye yanlışlıkla paralel bağlanırsa iç direnci çok küçük olduğundan üzerinden çok büyük akım geçer. Bu devrenin ampermetre üzerinden kısa devre olması anlamına gelir. Ampermetreden kısa devre akımı geçer. Bu da ampermetrenin hasar görmesine, büyük olasılıkla da yanmasına neden olur.



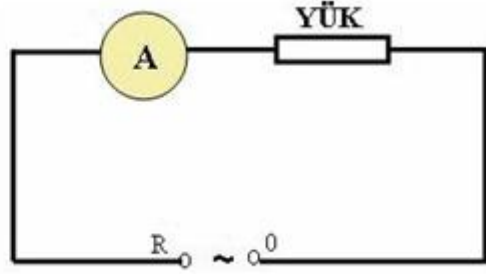
Resim 1. 4: Dijital ampermetre

1.3.4.1. Ampermetreyi Devreye Bağlamak ve Akım Ölçmek

Ampermetre ile devre bağlantısı yapıp akım ölçmeden önce ampermetrenin bağlanacağı devrenin akım çeşidine uygun ampermetre seçilir. Doğru akımda kullanılacak ampermetrenin (+) ve (-) bağlantı uçları, akım ampermetreye (+) dan girip (-) den çıkacak şekilde bağlanır. Ters bağlanacak olursa analog ampermetre ibresi de ters sapar. Ters geçen akımın büyüklüğüne ve geçiş süresine bağlı olarak ölçü aletinin yapısı hasar görebilir. Aynı durumda kullanılan ampermetre dijital bir ampermetre ise ekranda (-) bir değer okunur. Alternatif akımda kullanılacak ampermetreler de böyle bir durum söz konusu değildir.



Şekil 1. 9: DC Ampermetre bağlantısı



Şekil 1. 10: AC Ampermetre bağlantısı

1.3.4.2. Pens Ampermetre

Pens ampermetreler, prensip olarak içerisinde akım geçen bir iletkenin etrafında meydana gelen manyetik alanın etkisinden yararlanılarak geliştirilmiş ölçü aletleridir. Diğer ölçü aletlerinde olduğu gibi analog ve dijital olarak üretilirler.

Ampermetreler bildiğiniz gibi akım geçen devrelere seri bağlanır. Bu nedenle çalışan bir devreye eğer önceden ampermetre bağlanmamış ise önce enerjinin kesilip ampermetrenin bağlanması, sonra tekrar enerjinin devreye uygulanması gerekir. Bu da devrenin çalışmasında ve üretilen işte kesintiye neden olacaktır. Oysa pens ampermetreler devreye kablo bağlantıları ile bağlanmadığı için, böyle bir sorun yaratmaz.

Son yıllarda hem bu avantajından dolayı hem de teknolojinin gelişimine paralel fiyatlarının uygun hâle gelmesi nedeni ile çok kullanılan bir ölçü aleti türü olmuştur.



Resim 1. 5: Dijital pens ampermetre



Resim 1. 6: Analog pens ampermetre

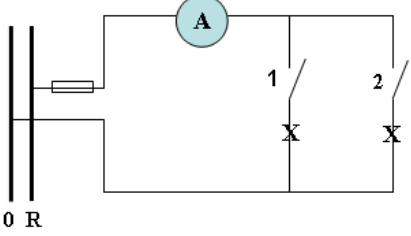
➤ **Pens Ampermetre İle Ölçüm Yapılması**

Pens ampermetreler yapı olarak açılır kapanır bir çene, çeneyi açıp kapayan bir klips ve ibre –skala (dijitalerde lcd ekran) düzeneğinden oluşur. Bazı modellerinde değişik değerlerde ölçüm yapılabilmesi için kademe seçici komütatör de vardır.

Ölçme yapılırken önce kademe varsa en yüksek kademeye alınır. Ölçü aleti sağ elle tutulur. Yan tarafta görülen klipse basılarak çenelerin açılması sağlanır. İçerisinden akım geçen iletken çenelerin içine alınarak klips bırakılır ve çenelerin kapanması sağlanır. Skaladan ya da lcd ekrandan akım okuma işlemi gerçekleştirilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, çenelerin içine kaynaktan alıcıya giden ya da alıcıdan kaynağa dönen kablolardan bir tanesinin çenenin içine alınmasıdır. İkisini de alırsanız, iki kablodaki akım yönleri birbirine zıt olduğu için ölçü aleti sıfırı gösterir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Ampermetre ve Pens Ampermetre ile Akım Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş önlüğünüzü giyerek, çalışma masanızı düzenleyiniz. ➤ Çalıştığınız deney masasının üzerinde deneyle ilgisi olmayan araç gereç ve malzemeyi kaldırınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deney bağlantı şemasına göre malzeme listenizi hazırlayarak temin ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malzeme deposu sorumlusuna, yoksa öğretmenimize başvurunuz. ➤ Kullanacağınız ampermetrenin teknik özellikleri için ölçme – ölçü aletleri ve ampermetreler konusunda edindiğiniz bilgileri tazeleyerek, seçtiğiniz ampermetrenin uygunluğunu öğretmenimize kontrol ettiriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçme yapacağınız devrede kullanacağınız ampermetre ve kabloların sağlamlığını kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avometre ile kablo kontrolü hakkında öğretmeninizden yardım isteyiniz. ➤ Bozuk malzeme varsa depo sorumlusuna bilgi vererek değiştiriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deney devre bağlantısına geçmeden önce kullanacağınız kaynak ya da şebeke ile ilgili tüm şalterlerin açık, enerjinin kesik olduğundan emin olunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrik kazalarına karşı alınan önlemler konusunu tekrar ederek, iş güvenliği önlemlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1-2 numaralı anahtar ya da şalterlerin açık konumda olmasını sağlayarak devre şemasına göre, devre bağlantısını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kaynak ya da şebeke bağlantısını en son yapınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son kontrollerinizi yaparak öğretmeninizin denetiminde devrenize enerji veriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bağlantılarınızın sağlamlığını kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Önce 1 numaralı anahtarı kapatarak bir lambanın çektiği akımı aşağıdaki alınan sonuçlar tablosuna yazınız. ➤ Aynı akımı kaynak ile ampermetre arasında bağlı kabloyu kullanarak pens ampermetre ile ölçerek tabloya yazınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullandığınız yükün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. ➤ Ampermetrenin ölçme sınırına göre her yük değişiminde çekilen akımı karşılaştırınız. ➤ Pens ampermetreyi sağ elinizle tutunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 numaralı anahtarı açıp 2 numaralı anahtarı 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 numaralı anahtar devresindeki

<p>kapatınız. Ampermetreden okuduğunuz değeri tabloya yazınız.</p> <p>➤ Aynı akımı kaynak ile ampermetre arasında bağlı kabloyu kullanarak pens ampermetre ile ölçerek tabloya yazınız.</p>	<p>yükün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</p> <p>➤ Ampermetrenin ölçme sınırı ile okuduğunuz akımı karşılaştırarak, okuduğunuz değerin, ampermetrenin ölçme sınırının altında olup olmadığını kontrol ediniz.</p> <p>➤ Pens ampermetreyi başlangıçta en yüksek konumda tutunuz.</p>																
<p>➤ 2 numaralı anahtar kapalıyken 1 numaralı anahtarı da kapatınız. Ampermetreden okuduğunuz değeri tabloya kaydediniz.</p> <p>➤ Aynı akımı kaynak ile ampermetre arasında bağlı kabloyu kullanarak pens ampermetre ile ölçerek tabloya yazınız.</p>	<p>➤ Alıcıların (lamba ya da diğer yükler) hepsinin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</p> <p>➤ Çekilen akımın, ampermetrenin ölçme sınırını geçmediğinden emin olunuz. Geçmesi durumunda hemen anahtar ya da şalterleri açarak akımın kesilmesini sağlayınız.</p>																
<p>ALINAN DEĞERLER TABLOSU</p>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">KAPALI ANAHTAR</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="width: 20%;">1</th> <th style="width: 20%;">2</th> <th style="width: 20%;">1 - 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I (A)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I(A) PENS</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		KAPALI ANAHTAR				1	2	1 - 2	I (A)				I(A) PENS				<p>➤ Aldığınız ölçme sonuçlarını tabloda ilgili olduğu hücreye yazdığınızdan emin olunuz.</p>
	KAPALI ANAHTAR																
	1	2	1 - 2														
I (A)																	
I(A) PENS																	
<p>➤ Ölçme işlemini tamamladıktan sonra, önce devredeki anahtarları açarak alıcıları devreden çıkarınız. Daha sonra ana şalterden devrenize kaynak ya da şebekeden gelen enerjiyi kesiniz.</p>	<p>➤ Yaptığınız çalışma bittiğinde önce enerjiyi kesiniz.</p>																
<p>➤ Devrenizi sökerek kullandığınız malzemeleri malzeme sorumlusuna geri teslim ediniz.</p>	<p>➤ Devreleri sökme işlemine kaynak bağlantısını sağlayan kabloları sökerek başlayınız.</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. Çalışma ortamınızı faaliyete hazır duruma getirdiniz mi?		
2. Kullanacağınız araç gereci uygun olarak seçtiniz mi?		
3. Kullanacağınız malzemelerin güvenilirliğini kontrol ettiniz mi?		
4. Bağlantı aşamasında enerjinin kesik olmasını sağladınız mı?		
5. Bağlantı yaparken kaynak bağlantısını en sona bıraktınız mı?		
6. Ölçme işleminiz bittiğinde ilk olarak enerjiyi kestiniz mi?		
7. Akım taşıyan her bölgenin yalıtımlı olmasını sağladınız mı?		
8. Pens ampermetreyi sağ elinizle kullanmaya özen gösterdiniz mi?		
9. Devre bağlantısını şemasına uygun olarak yaptınız mı?		
10. Deneden istenilen ölçme sonuçlarını aldınız mı?		
11. Devre bağlantısı ve ölçme işlemlerini istenilen sürede yaptınız mı?		
12. Kullandığınız malzemeleri tam ve sağlam olarak teslim ettiniz mi?		
13. Çalışma ortamınızı temizleyip düzenlediniz 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.

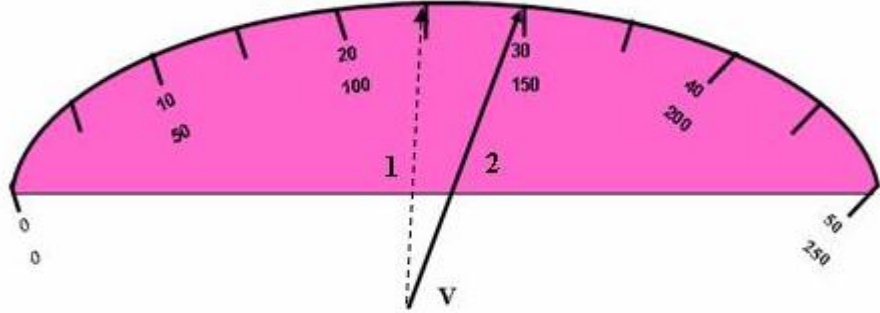
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir elektrik devresinde 1 saniye de akan elektrik yükü miktarına ne denir?
A) Elektron akımı B) Bir amper C) Akım D) Amper
2. Elektrik akım şiddetinin birimi ve akım sembolü hangisidir?
A) Birimi Kulon, Sembolü C
B) Birimi Amper, Sembolü A
C) Birimi Saniye, Sembolü s
D) Birimi Amper, Sembolü I
3. Bir ölçü aletinin ölçebileceği en yüksek değere ne ad verilir?
A) Duyarlık B) Ölçme sınırı C) Ölçme alanı D) Tolerans
4. Bir elektrik devresinden 3 saniyede 15 C elektrik yükü aktığına göre bu devreden geçen akım şiddeti kaç amperdir?
A) 45 amper B) 4,5 amper C) 5 amper D) 0,2 amper
5. 400 mA kaç amperdir?
A) 0,4 A B) 4 A C) 0,04 A D) 40 A
6. 100 mA kaç μ A eder?
A) $10^3 \mu$ A B) $10^4 \mu$ A C) $10^5 \mu$ A D) $10^6 \mu$ A
7. 300 amper kaç kiloamper dir?
A) 3 kA B) 0,3 kA C) 30 kA D) 0,03 kA
8. 2 kA kaç amperdir?
A) 2000 A B) 20 A C) 200 A D) 20 000 A
9. İbre ve skalalı ölçü aletlerine ne ad verilir?
A) Dijital ölçü aleti
B) Ampermetre
C) Analog ölçü aleti
D) Pens ampermetre

10. Aşağıdaki 2 numaralı voltmetre ibresi 50V kademesinde 30 voltu, 250 V kademesinde ise 150 voltu göstermektedir. Buna göre 1 numaralı ibre 50 ve 250 kademelerinde kaç voltu göstermektedir?

- A) 50 kademesinde 25volt, 250 kademesinde 130 volt
B) 50 kademesinde 30 volt, 250 kademesinde 125 volt
C) 50 kademesinde 30 volt, 250 kademesinde 130 volt
D) 50 kademesinde 25 volt, 250 kademesinde 125 volt



E) Şekil 1. 12

11. Ampermetre devreye nasıl bağlanır?

- A) Paralel bağlanır.
B) Seri bağlanır.
C) Hem seri hem paralel bağlanabilir.
D) Ampermetrenin ölçme sınırına bağlıdır.

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

Voltmetre ile uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun ve hatasız olarak çeşitli elektrik devrelerinde gerilim ölçme işlemi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

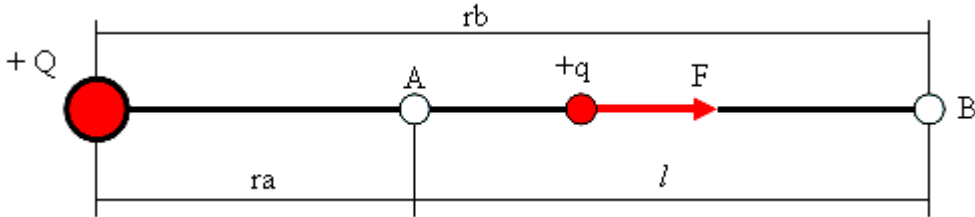
- Çevrenizde gördüğünüz cihazları çalıştıran değişik pil, batarya ve akümülatörleri inceleyerek emk değerlerini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

2. GERİLİM ÖLÇMEK

2.1. Potansiyel Fark

Elektrik alanı içerisindeki yüklü parçacıklara bir kuvvetin etki ettiğini ve bu kuvvetin $F = q \cdot E$ kadar olduğunu biliyoruz. Yükler F kuvvetinin etkisi ile hareket işini yaparlar. Bu da onların bir potansiyel enerjiye sahip olduklarını gösterir. Elektrik alanının etkisi, alan içerisindeki her noktada farklıdır. Bir başka deyişle elektrik alanı içerisindeki her noktanın potansiyeli farklıdır. Bunu da her noktada ki (+) ya da (-) yüklü parçacıklara alanın yaptığı etkinin farklı olmasından anlayabiliriz.

Elektrik alanı içerisindeki bir birim $+q$ yükünün, alanın etkisi yani alanı oluşturan $+Q$ yükünün itme kuvvetinin etkisi ile A noktasından, B noktasına geldiğini düşünelim (Şekil 2 - 1).



Şekil: 2. 1

Burada;

A noktasının potansiyel enerjisi,

$$W_A = q \times E_A \times r_a$$

B noktasının potansiyel enerjisi,

$$W_B = q \times E_B \times r_b \quad \text{olur.}$$

O halde $+q$ yükü A noktasından, B noktasına gitmekle,

$W = W_A - W_B$ işini yapmış olacaktır.

+q yükünün A dan B ye gitmesi için yapılan bu iş birim yük için,

$W = \{ W_A / q \} - \{ W_B / q \}$ olur.

Bu formül de;

W_A / q A noktasının potansiyeli olup U_A sembolü ile,
 W_B / q B noktasının potansiyeli olup U_B sembolü ile gösterilir.

O halde;

W / q değeri A noktasının potansiyeli ile B noktasının potansiyeli arasındaki farktır.

Buna da potansiyel fark diyoruz. Potansiyel fark alan kuvvetlerinin +q birim yükünün A noktasından B noktasına gitmesini sağlayan iş olarak da tanımlanabilir.

A ve B noktaları arasındaki potansiyel fark U_{AB} sembolü ile gösterilir.

$U_{AB} = U_A - U_B$

Hem elektrik alanı içerisindeki A-B-C gibi noktaların potansiyellerinin hem de A ve B gibi iki nokta arasındaki potansiyel farkın birimi voltur. Volt kısaca V sembolü ile gösterilir.

$W_A = q \times E_A \times r_a$ eşitliğinde E_A nın değeri olan; $E_A = \{ 9 \times 10^9 / \epsilon_r \} \times \{ Q / r_a^2 \}$

$W_B = q \times E_B \times r_b$ eşitliğinde E_B nın değeri olan, $E_B = \{ 9 \times 10^9 / \epsilon_r \} \times \{ Q / r_b^2 \}$

yazılırsa, gerekli sadeleştirme işlemlerinden sonra;

$W_A = U_A = \{ 9 \times 10^9 / \epsilon_r \} \times \{ Q / r_a \}$ $W_B = U_B = \{ 9 \times 10^9 / \epsilon_r \} \times \{ Q / r_b \}$

olur.

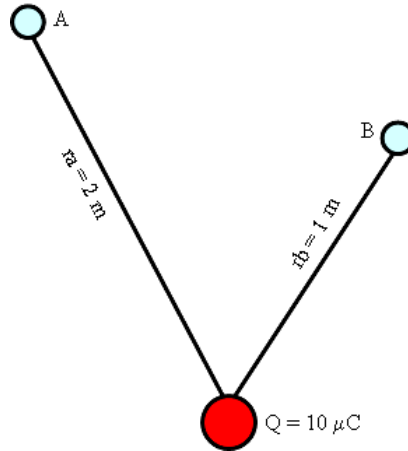
$U_{AB} = U_A - U_B$ den,

$$U_{AB} = (9 \times 10^9 \times Q / \epsilon_r) \times (1 / r_a - 1 / r_b)$$

sonucu elde edilir.

ÖRNEK-1

Şekil 2 – 2' de verilen A ve B noktalarının potansiyelleri ile A – B noktaları arasındaki potansiyel farkı bulunuz ($\epsilon_r = 1$).



Şekil 2. 2

ÇÖZÜM

A noktasının potansiyeli:

$$U_A = \{9 \times 10^9 / \epsilon_r\} \times \{Q / r_a\}$$

$$U_A = (9 \times 10^3) / 2$$

$$U_A = (9 \times 10^9 / 1) \times (10 \times 10^{-6} / 2)$$

$$U_A = 4500 \text{ V}$$

B noktasının potansiyeli:

$$U_B = \{9 \times 10^9 / \epsilon_r\} \times \{Q / r_b\}$$

$$U_B = (9 \times 10^3) / 1$$

$$U_B = (9 \times 10^9 / 1) \times (10 \times 10^{-6} / 1)$$

$$U_B = 9000 \text{ V}$$

A – B noktaları arasındaki potansiyel fark:

$$U_{BA} = U_B - U_A$$

$$U_{BA} = 9000 - 4500$$

$$U_{BA} = 4500 \text{ V}$$

NOT:

**U_{AB} DEĞİL, U_{BA} OLDUĞUNA DİKKAT EDİNİZ.
(BÜYÜKTEN KÜÇÜK ÇIKARILIR.)**

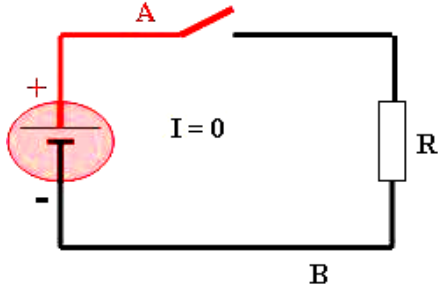
2.2. Elektromotor Kuvvet

Elektrikli devrelere enerji veren kaynakların (üreteç) bir kutbunda elektron fazlalığı, diğer kutbunda elektron azlığı vardır. Elektron fazlalığı olan kutup (-) yüklü olup bu nedenle (-) kutup olarak isimlendirilir. Elektron azlığı olan kutup ise elektronu az olduğuna göre (+) yükü çöktür. Bu nedenle (+) kutup olarak isimlendirilir.

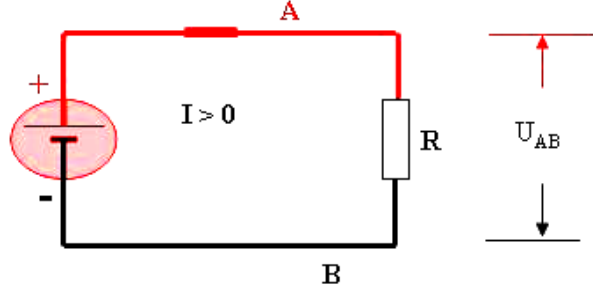
Elektrik devrelerinde, devrenin açık yani devredeki alıcıların çalışmadığı, devreden akım geçmediği durumda üreticinin (kaynak) iki kutbu arasındaki potansiyel farka elektromotor kuvvet denir.

- Elektromotor kuvvet kısaca (EMK) olarak ifade edilir, E sembolü ile gösterilir.
- Elektromotor kuvvet de bir potansiyel fark olduğuna göre birimi volt (V).

Üreticinin kutupları arasındaki emk, devrenin kapatılması ile meydana getirdiği elektrik alanının etkisi ile elektrik devresini oluşturan iletkenlerin içerisinde bulunan serbest elektronları (+) kutbu tarafından çeker, (-) kutbu tarafından iter. Böylece elektronlar üreticinin (-) kutbundan, (+) kutbuna doğru düzgün harekete geçer. Serbest elektronlar bu hareket sırasında önlerine gelen atomlara çarparak, çarptığı atomdan elektron kopmasına neden olur. Atomdan kopan elektron serbest elektron haline gelir ve o da aynı harekete devam eder. Üreticinin (+) kutbuna ulaşan her bir elektron burada ki bir (+) yükü nötrleşir. Buna karşın üreticinin (-) kutbu iletkenine bir (-) elektron verir. Bu yüklerin iletkenin herhangi bir kesitinden birim zamanda (1 s.) akış miktarına akım dendiğini biliyoruz. O hâlde, akımın doğmasına neden olan kuvvet EMK' dir.



Şekil 2. 3: Elektromotor kuvvet



Şekil 2. 4: Potansiyel fark

NOT:

EMK, HERZAMAN POTANSİYEL FARKTAN BÜYÜKTÜR. $E > U$

2.3. Gerilim

Potansiyel fark konusunda elektrik yüklerinin etrafında elektrik alanının oluştuğunu, bu alan içerisindeki her noktanın bir potansiyelinin olduğunu ve herhangi iki noktanın potansiyelleri arasında ki farka potansiyel fark adını verdik. Burada aynı tanımlı gerilim içinde yapacağız. Çünkü gerilim ve potansiyel fark aynıdır. Bundan sonra da daha çok gerilim olarak söz edeceğiz ve gerilimi U sembolü ile göstereceğiz. Gerilim, potansiyel farkın bir diğer adı olduğuna göre birimi de aynı; voltur.

EMK konusunda açıklandığı gibi; elektrik, elektronik devrelerde, devre açıkken üreteç uçları arasındaki potansiyel farka (gerilime), EMK adını verdik. Devre kapatılıp akım geçmeye başladığında ise artık EMK yoktur, potansiyel fark, yani gerilim vardır.

O halde gerilimi de elektrik akımını meydana getiren elektriksel kuvvet olarak tanımlayabiliriz. Gerilimin birimi volt un ast - üst katları milivolt (mV) ve kilovolt (kV) arasındaki bağıntılar:

1 V	1mV	1 V	1kV
10^3 mV	10^{-3} V	10^{-3} kV	10^3 V

ÖRNEK-1

Aşağıdaki gerilim değerlerini volt olarak bulunuz.

- a) 250 mV b) 0,5 kV c) 15 mV d) 2 kV

ÇÖZÜM

- a) $U = 250 \text{ mV}$ $U = 250 \times 10^{-3} \text{ V}$ $U = 0,25 \text{ V}$
 b) $U = 0,5 \text{ kV}$ $U = 0,5 \times 10^3 \text{ V}$ $U = 500 \text{ V}$
 c) $U = 15 \text{ mV}$ $U = 15 \times 10^{-3} \text{ V}$ $U = 0,015 \text{ V}$
 d) $U = 2 \text{ kV}$ $U = 2 \times 10^3 \text{ V}$ $U = 2000 \text{ V}$

ÖRNEK-2

Aşağıda verilen gerilimlerin, istenilen birim değerindeki karşılıklarını bulunuz.

a) $4,5 \text{ V} = ? \text{ mV}$ b) $2500 \text{ mV} = ? \text{ kV}$ c) $0,02 \text{ kV} = ? \text{ mV}$

ÇÖZÜM

a) $U = 4,5 \text{ V}$ $U = 4,5 \times 10^3 \text{ V}$ $U = 4500 \text{ mV}$
b) $U = 2500 \text{ mV}$ $U = 2500 \times 10^{-3} \text{ V}$ $U = 2500 \times 10^{-3} \times 10^{-3}$ $U = 0,0025 \text{ kV}$
c) $U = 0,02 \text{ kV}$ $U = 0,02 \times 10^3 \text{ V}$ $U = 0,02 \times 10^3 \times 10^3$ $U = 20000 \text{ mV}$

2.4. Voltmetrenin Ölçme Prensibi

Elektrik enerjisi ile çalışan devrelerde gerilim (potansiyel fark), emk ölçme işini yapan ölçü aletlerine voltmetre denir.

Voltmetreler herhangi bir elektrik, elektronik devrede, devreyi besleyen besleme kaynağının, yükün (alıcı) ya da devre elemanlarının üzerinde düşen gerilimleri ölçer.

Gerilim, iki nokta arasındaki potansiyel fark olduğuna göre, gerilimi ölçen voltmetre, arasında potansiyel fark olan iki noktaya bağlanmalıdır. Bu bağlantının adı da paralel bağlantıdır.

Voltmetre paralel bağlandığına göre iç direncinin yüksek olması gerekir. İç direnci küçük olduğunda kısa devreye neden olacaktır. İç direncin yüksek olması için de voltmetre bobinleri, ampermetrenin tersine ince tel ve çok sipirlidir.

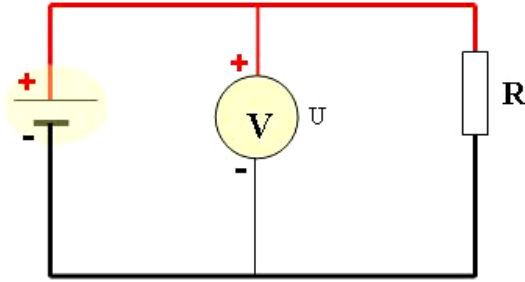
Voltmetre yanlışlıkla devreye seri bağlanırsa iç direncinin çok yüksek olmasından dolayı devre direncini çok artırır. Bunun sonucu devre üzerinden akım geçmez ya da geçmesi gerekenin çok altında akım geçer. Dolayısıyla devre normal çalışmaz.



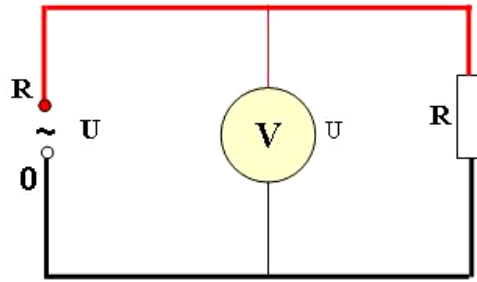
Resim 2. 1: Dijital Voltmetre

2.5. Voltmetreyi Devreye Bağlamak ve Gerilim Ölçmek

Ampermetrede olduğu gibi voltmetrede de devreye bağlamadan önce devrede kullanılan gerilimin çeşidi dikkate alınarak voltmetre seçilir. Doğru gerilim ölçümlerinde voltmetrenin (+) bağlantı klemensi ya da probu, devrenin yüksek potansiyelli tarafına, voltmetrenin (-) bağlantı klemensi ya da bağlantı probu devrenin alçak potansiyelli tarafına bağlanmalıdır. Ters bağlanacak olursa analog voltmetrenin ibresi de ters sapar. Voltmetre dijital ise aynı durumda lcd ekranda eksi bir değer gösterir. Alternatif akım devrelerinde ise yön önemli değildir. Güvenlik açısından seçilen voltmetrenin ölçme sınırının, devrenin tahmini geriliminin 1,5 – 2 katı olması gerekir.

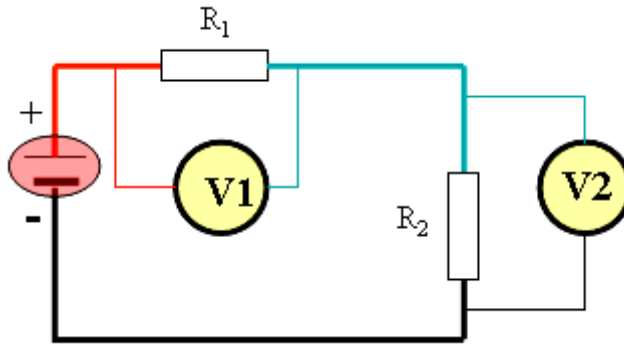


Şekil 2. 5: DC Voltmetre bağlantısı



Şekil 2. 6: AC Voltmetre bağlantısı

DC voltmetre bağlantısında ölçü aletinin (+) ucunun devrenin (+) potansiyelli tarafına, ölçü aletinin (-) ucunun, devrenin (-) potansiyelli tarafına bağlandığına dikkat ediniz. AC de buna benzer bir ayırım yoktur. Şekil 2-7 ve Şekil 2-8 de verilen devrelerde kaynak ile yük arasında başka bir eleman olmadığı için buradaki voltmetreler aynı anda hem yüke, hem de kaynağa paralel bağlı durumdadır. Bu nedenle her ikisinin de gerilimini ölçmektedir.



Şekil 2. 7

Şekil 2 – 8'deki devrede 2 adet yük ve 2 adet voltmetre vardır. V1 voltmetresi uçlarına paralel bağlı olduğu yük olan R1 üzerinde düşen gerilimi, V2 voltmetresi de uçlarına paralel bağlı olduğu yük olan R2 üzerinde düşen gerilimi ölçer. Bu devrede potansiyel açısından üç ayrı bölge vardır. Kırmızı, yeşil ve siyah çizgilerle gösterilen bu üç bölgenin potansiyelleri

birbirinden farklıdır. Dolayısı ile voltmetreye bağlanacak noktaların renkleri birbirinden farklı olmalıdır. Voltmetrenin iki ucu da potansiyel olarak aynı olan noktalara bağlanıyorsa, yani voltmetrenin iki ucu da aynı renk olan bölgeye bağlanmışsa bağlantı yanlış demektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Gerilim Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Çalışma masanızı düzenleyiniz.➤ Çalıştığınız deney masasının üzerinde deneyle ilgisi olmayan araç gereç ve malzemeyi kaldırınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Deney bağlantı şemasına göre malzeme listenizi hazırlayarak temin ediniz  <p style="text-align: center;">Şekil:2.8</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Malzeme deposu sorumlusuna, yoksa öğretmenimize başvurunuz.➤ Kullanacağınız voltmetrenin teknik özellikleri için ölçme ve ölçü aletleri konusunda edindiğiniz bilgileri tazeleyerek, seçtiğiniz voltmetrenin uygunluğunu öğretmenimize kontrol ettiriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçme yapacağınız devrede kullanacağınız voltmetre ve kabloların sağlamlığını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Voltmetre konusunda edindiğiniz bilgileri tekrar inceleyiniz.➤ Bozuk malzeme varsa depo sorumlusuna iade ederek bilgi veriniz.➤ İade ettiğiniz malzemelerin yenisini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Deney devre bağlantısına geçmeden önce kullanacağınız kaynak ya da şebeke ile ilgili tüm şalterlerin açık olup olmadığını kontrol ediniz. Enerjinin kesik olduğundan emin olunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrik kazalarına karşı alınan önlemler konusunda tekrar ederek iş güvenliği önlemlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ 1-2 numaralı anahtar ya da şalterlerin açık konumda olmasını sağlayarak devre şemasına göre bağlantı kabloları ile devre bağlantısını yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kaynak ya da şebeke bağlantısını en son yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Son kontrollerinizi yaparak öğretmeninizin denetiminde devrenize enerji veriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Herhangi bir tereddüt yaşıyorsanız öğretmenimize söyleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Her iki anahtarın açık ve lambaların yanmadığını kontrol ettikten sonra voltmetreyi okuyunuz. Okuduğunuz değeri	<ul style="list-style-type: none">➤ Devredeki alıcıların çalışmaması, yani devreden akım geçmemesi durumunda ölçülen potansiyel fark, bildiğiniz gibi

sonuç tablosuna yazınız.	kaynağın emk. Sıdır (bkz. Emk konusu																
➤ 1 ve 2 numaralı anahtarları sırası ile kapatarak voltmetreden okuduğunuz değerleri tabloya yazınız.	➤ Anahtarları kapattığınızda lamba ya da yüklerin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. ➤ Lambalar yanıyor ise artık ölçtüğünüz değer devrenin gerilimidir.																
ALINAN DEĞERLER TABLOSU	➤ Aldığınız ölçme sonuçlarını tabloda ilgili olduğu hücreye yazdığınızdan emin olunuz.																
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">ANAHTAR KONUMLARI</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1-2 AÇIK</th> <th>1 KAPALI 2 AÇIK</th> <th>1-2 KAPALI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E (I=0)</td> <td></td> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>U (I>0)</td> <td>-----</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ANAHTAR KONUMLARI				1-2 AÇIK	1 KAPALI 2 AÇIK	1-2 KAPALI	E (I=0)		-----	-----	U (I>0)	-----		
		ANAHTAR KONUMLARI															
		1-2 AÇIK	1 KAPALI 2 AÇIK	1-2 KAPALI													
E (I=0)		-----	-----														
U (I>0)	-----																
➤ Ölçme işlemini tamamladıktan sonra önce devredeki anahtarları açarak, alıcıları devreden çıkarınız. Daha sonra ana şalterden devrenize kaynak ya da şebekeden gelen enerjiyi kesiniz.	➤ Yaptığınız çalışma bittiğinde önce enerjiyi kesiniz.																
➤ Devrenizi sökerek, kullandığınız malzemeleri malzeme sorumlusuna geri teslim ediniz.	➤ Devreleri sökme işlemine kaynak bağlantısını sağlayan kabloları sökerek başlayınız.																

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. Çalışma ortamınızı faaliyete hazır duruma getirdiniz mi?		
2. Kullanacağınız araç gereci uygun olarak seçtiniz mi?		
3. Kullanacağınız malzemelerin güvenilirliğini kontrol ettiniz mi?		
4. Bağlantı aşamasında enerjinin kesik olmasını sağladınız mı?		
5. Bağlantı yaparken kaynak bağlantısını en sona bıraktınız mı?		
6. Ölçme işleminiz bittiğinde ilk olarak enerjiyi kestiniz mi?		
7. Akım taşıyan her bölgenin yalıtımlı olmasını sağladınız mı?		
8. Sağ elinizle çalışmaya özen gösterdiniz mi?		
9. Devre bağlantısını şemasına uygun olarak yaptınız mı?		
10. Deneyden istenilen ölçme sonuçlarını aldınız mı?		
11. Devre bağlantısı ve ölçme işlemlerini istenilen sürede yaptınız mı?		
12. Kullandığınız malzemeleri tam ve sağlam olarak teslim ettiniz mi?		
13. Çalışma ortamınızı temizleyip düzenlediniz mi?		

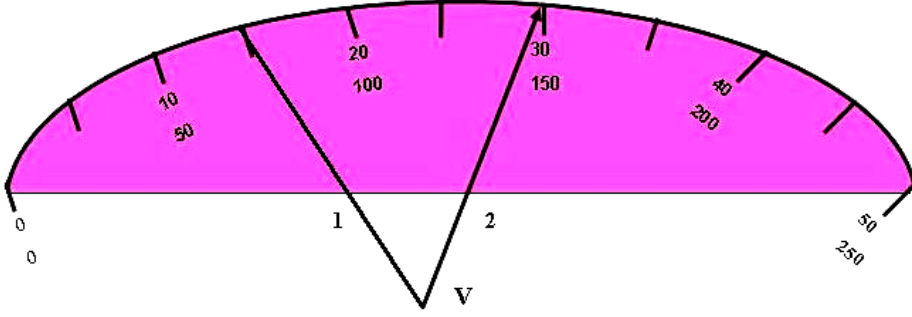
DEĞERLENDİRME

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. Aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?
A) Elektrik alanı içerisindeki 2 noktanın potansiyelleri arasındaki farka potansiyel fark ya da gerilim denir.
B) Potansiyel fark ve gerilim aynı büyüklüklerdir.
C) EMK ve gerilim aynı büyüklüklerdir.
D) EMK, üretecten akım çekilmezken, üretecin kutupları arasındaki potansiyel farktır.
2. Gerilim, EMK ölçen ölçü aletlerine ne ad verilir?
A) Analog ölçü aleti
B) Voltmetre
C) Dijital ölçü aleti
D) Dijital voltmetre
3. 3.5 mv kaç μV eder?
A) 50
B) 0,5
C) 500
D) 5000
4. Voltmetre için aşağıdaki bilgilerden hangisi söylenemez?
A) Voltmetre gerilim ölçen ölçü aletidir.
B) Voltmetre devreye paralel bağlanır.
C) Voltmetre bobini ince tel, çok sipirlidir.
D) İç direnci düşüktür.
5. Elektrik alanı içerisindeki A noktasının potansiyeli 100 V, B noktasının potansiyeli ise $-100 V$ 'tur. A – B noktaları arasındaki potansiyel fark kaç voltur?
A) 200 V
B) 0 V
C) -200 V
D) 100 V
6. 2 kV kaç voltur?
A) 200 V
B) 2000 V
C) 20 V
D) 20000 V



Şekil 2. 9

7. Şekil 2.9'daki voltmetre ibresinin 100V kademesinde, ibrenin 1 ve 2 durumu arasında kaç volt fark vardır?
A) 30 V
B) 75 V
C) 15 V
D) 50 V
8. Şekil 2.9'daki 1 numaralı voltmetre ibresi 250 kademesinde kaç voltu göstermektedir?
A) 15 V
B) 75 V
C) 150 V
D) 30 V
9. Şekil 2.9'daki 2 numaralı voltmetre ibresi 50 kademesinde 45 volt göstermesi için voltmetre üzerinde düşen gerilimin kaç volt daha arttırılması gerekmektedir?
A) 30 V
B) 45 V
C) 15 V
D) 25 V

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

Ohmmetre ve ampermetre-voltmetre yardımı ile uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun ve hatasız olarak çeşitli elektrik devrelerinin ve malzemelerinin direncini ölçme işlemi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çeşitli elektronik devrelerde görülen dirençlerin üzerinde bulunan renk çizgilerini inceleyerek bu renklerin ne anlama geldiğini araştırınız. Sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

3. DİRENÇ ÖLÇMEK

3.1. Direnç

Direnç sözcüğünün anlamını sorduğumuzda hemen hepimiz direnmek ya da karşı koymak gibi benzer cevaplar verebiliriz. Şimdi bu cevabımızı akım ve gerilim konusunda edindiğimiz bilgilerle birleştirelim.

Bir iletkene gerilim uyguladığımızda meydana gelen elektrik alanının etkisi ile serbest elektronlar kaynağın (-) kutbundan, (+) kutbuna doğru hareket ederek elektrik akımını oluşturur. Elektrik devrelerinde bulunan iletkenler, alıcı (ısıtıcı – lamba, fırın, motor vb.) gibi elemanlar elektrik yüklerinin hareketini zorlaştırır. İşte akımın geçişine karşı gösterilen bu zorluğa direnç denir.

Direnç, gerçekte hareket eden elektrik yüklerinin önüne gelen atomlara çarpması sonucu oluşur. Bazı alıcı (yük) çeşitlerinde bu çarpma sonucu açığa çıkan ısı enerjisinden yararlanır. Örneğin, elektrikli ısıtıcıların yapım malzemesi olan krom- nikel telin özelliği, direncinin yüksek olmasıdır. Yüksek direnç de yüksek ısı anlamına gelir. Aynı şekilde akkor telli ampullerde de kullanılan tungsten tel 5000 santigrad dereceye kadar ısınarak akkor haline gelir. Bu yüksek ısıdan dolayı da ışık saçarak aydınlatma işi yapar.

Bir başka yaklaşımla, elektrik devrelerine uygulanan gerilimin, devreden geçen akıma oranı sabittir. Bu sabit sayıya direnç denir.

Direnç (Rezistans) R harfi ile gösterilir.

$$R = U / I$$

Bu formülde:

U = Alıcıya uygulanan gerilim (V)

I = Alıcıdan geçen akım (A)

R = Alıcının direnci (Ω)

Direnç birimi olarak ohm kullanılır ve Ω sembolü ile gösterilir.

Elektrik – elektronik devrelerde direnç Şekil 3.1’deki semboller ile gösterilir.



Şekil 3. 1: Direnç sembolleri

ÖNEMLİ:

Direnç Sembolü: R

Direnç Birimi: Ω

Elektrik Devrelerinde Direnç Sabittir.

3.1.1. Direnç Birimi Ohmun Üst Katları

Direnç birimi ohmun (Ω) üst katları olan kiloohm ($K\Omega$) ve megaohm ($M\Omega$) ile ilişkisi aşağıda verilmiştir.

1 Ω	1 Ω	1 $K\Omega$	1 $M\Omega$
$10^{-3} K\Omega$	$10^{-6} M\Omega$	$10^3 \Omega$	$10^6 \Omega$

ÖRNEK-1: 670 Ω , kaç $K\Omega$ eder?

ÇÖZÜM: $R = 670 \Omega$ $R = 670 \times 10^{-3}$ $R = 0,67 K\Omega$

ÖRNEK-2: 2,8 $K\Omega$; kaç Ω , kaç $M\Omega$ 'dur ?

ÇÖZÜM: $R = 2,8 K\Omega$ $R = 2,8 \cdot 10^3$ $R = 2800 \Omega$

$R = 2,8 K\Omega$ $R = 2800 \times 10^{-6}$ $R = 0,0028 M\Omega$

3.2. Ohmmetrenin Ölçme Prensibi

Her elektrik, elektronik devrenin, devre elemanının, yükün, iletkenin az ya da çok bir direnci vardır. Bu direnç değerini ölçen ölçü aletlerine ohmmetre denir.

Ohmmetreler yapı olarak bir ampermetre, değeri bilinen bir direnç, bir dc kaynak (pil) ve ani temaslı bir butondan oluşur(Buton her modelde yoktur.).

Voltmetre ve ampermetre ölçüm yapabilmesi için gerekli gücü ölçüm yaptığı devreden alır. Ohmmetre ise enerji altında kullanılmadığından ölçüm yapabilmesi için gerekli gücü içerisindeki dc kaynaktan alır. Bu nedenle pili olmayan ya da tükenen ohmmetre çalışmaz.

Buton değeri ölçülecek direnç ohmmetreye bağlı olduğu sürece akım geçmesini engelleyerek pilin kısa sürede tükenmesini önlemek amacı ile düşünülmüştür. Sadece sıfır ayarı yapılırken ya da ölçme işlemi yapılırken butona basılır.

NOT:OHMMETRE ENERJİ OLAN DEVREDE KULLANILMAZ. OHMMETRE KULLANMADAN ÖNCE ENERJİYİ KESİNİZ!

Analog ampermetre ve voltmetrelerde 0 solda, ölçme sınırı sağdadır. Dolayısıyla ibre soldan sağa doğru sapar. Analog ohmmetre de ise 0 sağda, ölçme sınırı olan ∞ soldadır. Ölçü aleti hiçbir yere bağlı değilken iki bağlantı ucu açık olduğundan, ibre havanın direnci olan ∞ değerini gösterir. Bu da boştaki bir ohmmetrenin ibresinin solda durduğunu gösterir. Ölçü aletinin iki bağlantı ucu kendi propları veya kısa bir kablo ile birleştirilirse direnç 0 (kablunun direnci ihmal ediliyor) olacağından ibre en sağa gider ve 0 değerini gösterir. Bu durumda 0 değerine gitmiyorsa sıfır ayar tertibatından ayarlanılarak 0 değerine gitmesi sağlanır. Buna rağmen 0 değerine gitmiyorsa içindeki pilin gücü yetersiz kalıyor demektir ve pil değiştirilir. Doğru bir ölçme yapılabilmesi için bu işlemin her ölçmeden önce ve her kademe değişikliğinde yapılması gerekir.

Analog ohmmetrelerin skala bölümleri ∞ tarafında sık, 0 tarafında seyrek. İbrenin bu bölümlere gelen durumlarında doğru ve hassas ölçme yapılamaz. Bu nedenle ohmmetre kademesinde ibrenin skalanın ortalarına gelecek şekilde seçilmesi doğru olur.



Resim 3. 1: Analog bir ohmmetre

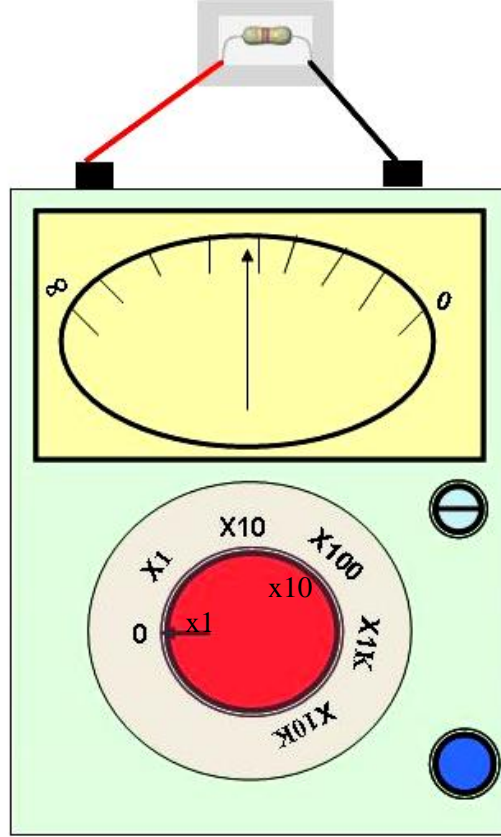
NOT

- Ohmmetrelerin ölçülecek direncin ohmmetreye bağlantı şekline göre; seri ve paralel tip olmak üzere 2 çeşidi vardır. Seri tip ohmmetrelerde 0 sağda, paralel tip ohmmetrelerde 0 soldadır. Uygulamada daha çok seri tip ohmmetreler kullanıldığı için bizde burada seri tip ohmmetreler üzerinde duruyoruz.
- Resim 3.1’de verilen ölçü aleti kondansatör kapasitesi de (μf) ölçebilmektedir. Ancak burada konumuz olmadığı için üzerinde durmuyoruz.

3.3. Ohmmetre ile Direnç Ölçme

Ohmmetreler elektrik-elektronik devrelerde değeri bilinmeyen bir direncin değerini tespit etmek amacı ile kullanılır. Bu işlem yapılırken öncelikle devrede enerji olup olmadığı kontrol edilir. Enerji var ise kesilir. Ohmmetrenin sıfır ayarı kontrol edilir. Daha sonra herhangi bir kademe seçilerek ohmmetrenin iki probu (özel bağlantı kablosu) değeri ölçülecek direnç ya da devre elemanının iki ucuna direkt olarak tutulur. İbrenin çok solda kalması (∞ a yakın) ya da çok sağa sapsması (0’a yakın) durumunda doğru ölçüm yapılamayacağından, ölçü aleti üzerindeki komütatör ayarlanarak ibrenin skalanın ortalarında kalması sağlanır. İbrenin skala üzerinde gösterdiği değer okunarak kademe katsayısı ile çarpılır. Çıkan sonuç ölçülen elemanın direnç değeridir.

Ohmmetrelerde direnç kademeleri genellikle: x1, x10, x100, x1K, x10K olarak imal edilmiştir. Örneğin, komütatör x100 kademesindeyken skaladan okunan değer 25 ise ölçülen elemanın direnci $25 \times 100 = 2500$ ohmdur.



Şekil 3. 2: Ohmmetre ile direnç ölçmek.

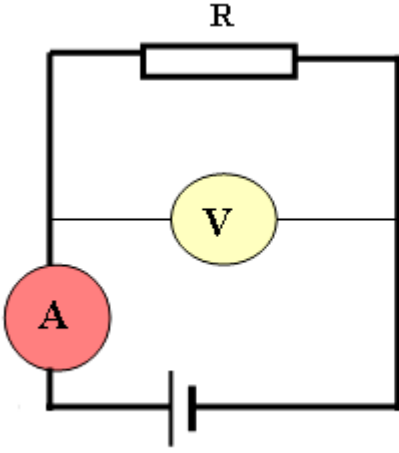
3.4. Ampermetre – Voltmetre Yardımı ile Direnç Ölçme

Ohmmetre ile direnç direkt olarak ölçülebildiği gibi ohmmetrenin bulunmaması ya da ohmmetre ile ölçme yapılabilmesi için devrenin enerjisiz olma şartının yerine getirilmemesi gibi durumlarda, devre üzerinde bulunan ampermetre – voltmetreler yardımı ile direnç tespit edilir. Burada direnci direkt okuma değil, elde edilen diğer verilerle hesap yöntemi kullanıldığı için endirekt ölçme olarak isimlendirilir.

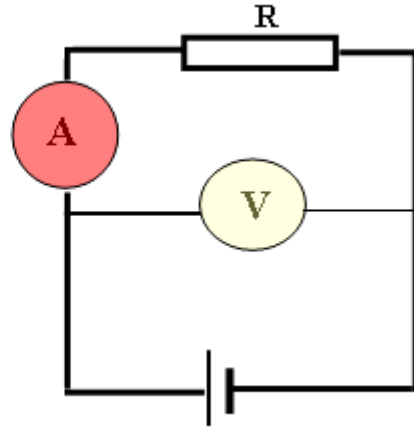
Direnç konusunu incelerken elektrik devrelerinde devre geriliminin, devreden geçen akıma oranının sabit olduğunu, bu sabit sayıya direnç adı verildiğini söylemiştik. O hâlde bir elektrik devresinde ölçtüğümüz devre gerilimini, devreden geçen akıma bölersek devrenin direncini bulabiliriz.

$$R = U / I$$

Ampermetre –voltmetre yardımı ile direnç ölçme işleminde ampermetrenin önce ya da sonra bağlanma şekline göre iki yöntem vardır. Küçük değerlikli dirençlerin ölçümünde ampermetre önce, büyük değerlikli dirençlerin ölçümünde ise ampermetre sonra (voltmetre önce) bağlantısı daha doğru sonuçlar verir.



Şekil 3. 3: Ampermetre önce bağlı



Şekil 3. 4: Ampermetre sonra bağlı

UYGULAMA FAALİYETİ

Ohmmetre ile Direnç Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler										
<p>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p>	<p>➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma masanızı düzenleyiniz. ➤ Çalıştığınız deney masasının üzerinde deney ile ilgisi olmayan araç-gereç ve malzemeyi kaldırınız.</p>										
<p>➤ Ohmmetre ölçü aletini ve direnç değeri ölçülecek malzemeleri temin ediniz.</p>	<p>➤ Malzeme deposu sorumlusuna, yoksa öğretmeninize başvurunuz. ➤ Ohmmetre ile direnç ölçme konusunu gözden geçiriniz.</p>										
<p>➤ Dört ayrı yükün (lamba, elektronik direnç vb.) direncini ölçerek, hangi değeri, hangi dirençte ölçtüğünüzü tabloya yazınız.</p>	<p>➤ Ohmmetre ile direnç ölçümü enerji olan devrelerde yapılmadığını biliyorsunuz. ➤ Komütatör kademesini önce x1 e getiriniz. ➤ İbre çok az hareket ederse kademeyi yükseltiniz. ➤ Okuma işlemini, ibre skalanın ortalarında olması durumunda yapınız. ➤ Her ölçme ve kademe değişikliğinde sıfır ayarı yapınız.</p>										
<table border="1"><thead><tr><th></th><th>1.YÜK</th><th>2.YÜK</th><th>3.YÜK</th><th>4.YÜK</th></tr></thead><tbody><tr><td>R</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		1.YÜK	2.YÜK	3.YÜK	4.YÜK	R					
	1.YÜK	2.YÜK	3.YÜK	4.YÜK							
R											
<p>➤ Elde ettiğiniz sonuçları arkadaşlarınızla tartışarak değerlendirme testi sonuçları ile birlikte öğretmeninize rapor ediniz.</p>	<p>➤ Ölçtüğünüz ölçüm sonuçlarınızı arkadaşlarınızla karşılaştırınız.</p>										

UYGULAMA FAALİYETİ

Ampermetre Voltmetre Yardımı ile Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.	➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma masanızı düzenleyiniz.
➤ Sayfa 41’de Şekil3.3 ile verilen ampermetrenin önde bağlantısında gerekli malzeme ve ölçü aletlerini temin ediniz.	➤ Malzeme deposu sorumlusuna, yoksa öğretmeninize başvurunuz. ➤ Kullanacağınız ölçü aletlerinin teknik özelliklerinin, ölçme sınırlarının, kullanacağınız dirence ve kaynak gerilimine göre uygun olup olmadığını öğretmeninize kontrol ettiriniz.
➤ Ölçme yapacağınız devrede kullanacağınız ampermetre - voltmetre ve kabloların sağlamlığını kontrol ediniz.	➤ Bozuk malzeme varsa depo sorunlusuna iade ederek bilgi veriniz. ➤ İade ettiğiniz malzemelerin yenisini alınız.
➤ Deney devre bağlantısına geçmeden önce kullanacağınız kaynak ya da şebeke ile ilgili tüm şalterlerin açık olup olmadığını kontrol ediniz.	➤ Elektrik kazalarına karşı alınan önlemler konusunu tekrar ederek iş güvenliği önlemlerini alınız. ➤ Enerjinin kesik olduğundan emin olunuz.
➤ Anahtar ya da şalterlerin açık konumda olmasını sağlayarak devre şemasına göre bağlantı kabloları ile devre bağlantısını yapınız.	➤ Kaynak ya da şebeke bağlantısını en son yapınız.
➤ Son kontrollerinizi yaparak öğretmeninizin denetiminde devrenize enerji veriniz.	➤ Enerji verirken ve verdikten sonra herhangi bir yere temas etmemeye dikkat ediniz.
➤ R yükünün çektiği akımı ve üzerinde düşen gerilimi aşağıdaki alınan sonuçlar tablosuna yazınız.	➤ Kullandığınız lamba ya da başka yükün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. ➤ Ölçü aletlerinin ölçme sınırına dikkat ediniz.
➤ Devredeki tüm şalter ve anahtarları açarak yük (lamba) değişikliği yapınız. Yukarıdaki işlemleri 2 ayrı yük için tekrar ediniz.	➤ Yük değişiklikleri sırasında devrenizde kesinlikle enerji olmadığından emin olunuz.
➤ Buraya kadar yaptığınız işlemleri, Şekil 3.4’te verilen ampermetre sonra bağlı şemasını kullanarak tekrar ediniz.	➤ Ampermetre voltmetre yardımı ile direnç ölçme konusunun ampermetre sonra bağlı bölümü ile ilgili bilgilerinizi tekrar ediniz.
➤ Deneyde aldığınız ölçme sonuçlarına göre devre direncini hesaplayarak alınan değerler	➤ Bir devrenin akım ve gerilimi belli ise, direncinin $R = U / I$ formülü ile

tablosuna yazınız.					hesaplandığını hatırlayınız.
ALINAN DEĞERLER TABLOSU					<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aldığınız ölçme sonuçlarını ve hesapladığınız direnç büyüklüklerini tabloda ilgili olduğu hücreye yazdığınızdan emin olunuz.
a. Ampermetre sonra bağlı.					
YÜK NO	U(V)	I(A)	R (Ω) HESAP	R(Ω) OHMMETRE	
1					
2					
b. Ampermetre önce bağlı.					
YÜK NO	U(V)	I(A)	R (Ω) HESAP	R(Ω) OHMMETRE	
1					
2					
➤ Kullandığınız dirençleri bir kez de ohmmetre ile ölçerek yukarıdaki tabloya yazınız.					
➤ Kullandığınız malzemeleri malzeme sorumlusuna geri teslim ediniz.					➤ Faaliyet sırasında bozulan herhangi bir malzeme varsa depo sorumlusuna haber veriniz.
➤ Ampermetre voltmetre yardımı ile hesapladığınız direnç değerlerini, ohmmetre ile ölçtüğünüz aynı yüklerin direnç değerleri ile karşılaştırınız.					➤ Ölçülen ve hesaplanan değerler birbirini yaklaşık tutacaktır. Ölçü aletlerinin yapım hatası ve deney yapanın ölçme hata oranı düşünülürse sonuçların birbirini tam tutmayacağı açıktır.
➤ Elde ettiğiniz sonuçları arkadaşlarınızla tartışarak değerlendirme testi sonuçları ile birlikte öğretmeninize rapor ediniz.					➤ Ölçtüğünüz ölçüm sonuçlarını arkadaşlarınızla karşılaştırınız.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı faaliyete hazır duruma getirdiniz mi?		
2. Kullanacağınız araç gereci uygun olarak seçtiniz mi?		
3. Kullanacağınız malzemelerin güvenilirliğini kontrol ettiniz mi?		
4. Bağlantı aşamasında enerjinin kesik olmasını sağladınız mı?		
5. Bağlantı yaparken kaynak bağlantısını en sona bıraktınız mı?		
6. Ölçme işleminiz bittiğinde ilk olarak enerjiyi kestiniz mi?		
7. Akım taşıyan her bölgenin yalıtımlı olmasını sağladınız mı?		
8. Sağ elinizle çalışmaya özen gösterdiniz mi?		
9. Devre bağlantısını şemasına uygun olarak yaptınız mı?		
10. Deneyden istenilen ölçme sonuçlarını aldınız mı?		
11. Devre bağlantısı ve ölçme işlemlerini istenilen sürede yaptınız mı?		
12. Kullandığınız malzemeleri tam ve sağlam olarak teslim ettiniz mi?		
13. Çalışma ortamınızı temizleyip düzenlediniz 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. Direnç sembolü ve birimi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sembol Ω Birim R
B) Sembol U Birim ohm
C) Sembol R Birim volt
D) Sembol R Birim Ω
2. 10 V gerilim uygulanan bir devreden, 2,5 A akım geçtiği tespit edildiğine göre, devrenin direnci kaç ohmdur.
A) 25 Ω
B) 0,25 Ω
C) 4 Ω
D) 4 R
3. Direnç için aşağıda söylenenlerden hangisi yanlıştır?
A) Direnç ölçen ölçü aletlerine ohmmetre denir.
B) Bir devreye uygulanan gerilim çok ise devrenin direnci de çoktur.
C) Direnç gerilim ya da akıma bağlı değildir.
D) Direnç sembolü -R- birimi ohmdur.
4. 10 K Ω , kaç Ω dur?
A) $10 \times 10^2 \Omega$
B) 100 000 Ω
C) 10 000 Ω
D) $10^3 \Omega$
5. 2750 Ω , kaç K Ω , kaç M Ω dur?
A) 2,75 K Ω 0,00275 M Ω
B) 27,5 K Ω 0,00275 M Ω
C) 2,75 K Ω 0,0275 M Ω
D) 27,5 K Ω 0,0275 M Ω
6. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
A) Ohmmetreler enerji olan devrede kullanılmaz.
B) Ohmmetre ile her ölçme ve kademe değişikliğinde 0 ayarı yapılmalıdır.
C) Ohmmetre ölçüm yapabilmesi için gerekli enerjiyi içindeki pilden alır.
D) Ohmmetrenin kısımlarından biri de ampermetredir. Bu nedenle ohmmetre ile akım da ölçülebilir.

7. Ampermetre – voltmetre yardımı ile direnç ölçme yöntemi için aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
- A) Küçük değerli dirençlerin ölçümünde ampermetre önce bağlanır.
 - B) Küçük değerli dirençlerin ölçümünde ampermetre voltmetreden sonra bağlanır.
 - C) Büyük değerli dirençlerin ölçümünde ampermetre voltmetreden sonra bağlanır.
 - D) Büyük değerli dirençlerin ölçümünde voltmetre ampermetreden önce bağlanır.
8. 100 Ohm kaç $K\Omega$ 'dur?
- A) 1 $K\Omega$
 - B) 10 $K\Omega$
 - C) 0,01 $K\Omega$
 - D) 0,1 $K\Omega$

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

Avometre ile uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun ve hatasız olarak çeşitli elektrik devrelerinin akım-gerilim-direnç değerlerini hatasız ölçme işlemi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Okulunuz atölyesinde veya çevrenizdeki işletmelerde bulabileceğiniz bir avometrenin ön görünüşünü çizerek bu faaliyette öğreneceğiniz bilgi, uygulama ve araştırmalar doğrultusunda çizdiğiniz avometrenin özelliklerini yorumlayınız. Arkadaşlarınızla tartışınız.

4. AVOMETRE İLE AKIM–GERİLİM – DİRENÇ ÖLÇME

4.1. Avometreler

Akım, gerilim ve direnç ölçebilen ölçü aletlerine avometre adı verilir. “AVO” sözcüğüne dikkat edildiğinde Amper – Volt – Ohm birimlerinin baş harflerinden oluştuğu görülür. Avometre çok amaçlı kullanılan bir ölçü aleti olduğu için diğer bir adı da multimetre dir. Avometreler yapılarına göre analog ve dijital olmak üzere iki tipte imal edilir.

4.1.1. Analog Avometreler

Gerek analog, gerekse dijital avometrelerin üretici firmaya göre birçok tip ve modeline rastlamak mümkündür. Ancak prensip olarak ölçme ve okuma işlemi aynıdır. Kullanıcı bu prensiplere ve aletlerin üzerindeki açıklayıcı notlara göre avometrenin kullanma yöntemlerini çözebilir.

Örnek olarak Resim 4.1’de verilen analog avometrenin kısımlarını inceleyelim.

4.1.1.2. Komütatör Anahtar Konumları

- **Doğru Gerilim (V -)**

Doğru gerilim ölçümlerinde komütatör anahtar bu bölümdeki kademelerden uygun olanına getirilmelidir. Şekilde görülen DCV kademelerinin 30 – 300 – 600 V olduğu görülmektedir. Ölçülecek DCV değeri tahmini olarak da bilinmiyorsa komütatör önce en yüksek kademe olan 600V kademesine getirilerek ölçmeye başlanır. Burada ölçülen değere göre daha hassas ölçme için uygun alt kademelere geçilebilir.



Resim 4-1-a



Resim 4. 1: Analog bir avometre (multimetre)

➤ **Alternatif Gerilim (V ~)**

Alternatif gerilim ölçümlerinde komütatör anahtar bu bölümdeki kademelerden uygun olanına getirilmelidir. Şekilden ACV kademelerinin; 30-300-600 olduğu görülmektedir.



Resim 4-1-b

Ölçülecek ACV değeri tahmini olarak da bilinmiyorsa komütatör önce en yüksek kademe olan 600V kademesine getirilerek ölçmeye başlanır. Burada ölçülen değere göre daha hassas ölçme için uygun alt kademelere geçilebilir.

➤ **Direnç Ω**

Avometrenin direnç ölçme kademesidir. Alet bu kademe kullanılırsa, kullanılacak devrede ohmmetrede olduğu gibi enerji olmamasına dikkat edilir. Direnç ölçme

işlemi yapılacağı zaman komütatör anahtar bu bölümdeki kademelerden uygun olanına getirilmelidir. Şekilden Ω kademelerinin x1 – x10 – x100 olduğu görülmektedir.



Resim 4-1-c

➤ **Doğru Akım (A -)**

Resim 4.1 deki analog avometre ile en fazla 15 A e kadar doğru akım ölçülebileceği görülmektedir. Bu avometrenin DCA kademelerinin 0,3 – 3 - 15A olduğu görülmektedir. Ölçülecek doğru akım değeri yaklaşık bilinmiyorsa en üst kademe olan 15 A kademesinden ölçmeye başlanır.



Resim 4-1-d

➤ **Alternatif Akım (A ~)**

Resim 4 .1'deki analog avometre ile en fazla 15 A e kadar alternatif akım ölçülebileceği görülmektedir. Bu avometrenin A~ kademelerinin 0,3 – 3 - 15A olduğu görülmektedir. Ölçülecek alternatif akım değeri yaklaşık bilinmiyorsa en üst kademe olan 15 A kademesinden ölçmeye başlanır.



Resim 4-1-e

4.1.1.3. Prob Bağlantı Terminalleri

Ölçü aletinin üst tarafında yer alan 4 adet prob bağlantı terminali sırası ile şöyledir:

➤ **(-) Com**

Her türlü ölçümde kullanılan ortak uçtur. Ne ölçersek ölçelim problemlardan birinin buraya takılması gerekir. DC ölçümlerde negatif uçtur. Ölçü aletlerinin prob kabloları genellikle siyah – kırmızıdır.Siyah kablo COM terminaline takılır.

➤ Ω

Direnç ölçümlerinde kullanılacak ikinci terminaldir. Kırmızı kablo buraya takılır.

➤ + A

Hem alternatif akım hem de doğru akım ölçümlerinde kullanılacak ikinci terminaldir. + işareti doğru akımda + terminal olduğunu ifade eder (- terminal in COM olduğunu hatırlayınız). Akım ölçerken kırmızı prob bu terminale takılır.

➤ + ~V

Hem alternatif gerilim hem de doğru gerilim ölçümlerinde kullanılacak ikinci terminaldir. + işareti doğru gerilimde + terminal olduğunu ifade eder(- terminal in COM olduğunu hatırlayınız). Gerilim ölçerken kırmızı prob bu terminale takılır.

➤ **Sıfır Ayar Tertibatı**

Direnç ölçümlerinde doğru ölçme yapmak için her ölçümde ve kademe değişikliğinde kullanılan sıfır ayar tertibatı.



Resim 4-1-f

4.1.2. Dijital Avometreler

Son yıllarda teknolojinin hızlı gelişimi sonucu maliyetinin düşmesi ve okuma kolaylığı gibi nedenlerle oldukça yaygınlaşan dijital avometrelerin de birçok modeline rastlamak mümkündür. Okuma işlemi LCD ekrandan direkt sayısal olduğu için kullanımı analog avometrelere göre çok daha kolay ve pratiktir. Ölçme için kullanıcının yapacağı işlem uygun komütatör kademesi ve ölçülecek büyüklüğe uygun prob bağlantı terminallerinin seçimidir.



Resim 4. 2: Dijital multimetre örnekleri

Şimdi, Resim: 4. 3'te verilen örnek bir dijital multimetre kullanarak konuyu açalım.



Resim 4.3 Dijital Multimetre

4.1.2.1. Komütatör Anahtar Konumları

➤ **Doğru Gerilim DCV**



Resim 4.3-a

Doğru gerilim ölçmek istendiğinde komütatör anahtar DCV bölgesinde uygun kademeye getirilir. Ölçülecek doğru gerilim değeri tahmini olarak da bilinmiyorsa ölçme işlemine en yüksek kademeden başlanır. Buradaki kademelerin 200 mV, 2000 mV (2 V), 20 V, 200 V, 1000 V olduğu görülmektedir.

➤ **Alternatif Gerilim ~V**



Resim 4.3-b

Alternatif gerilim ölçümlerinde komütatör ACV bölgesindeki uygun kademeye getirilir. Burada 200 ve 750 V olmak üzere iki kademe olduğu görülmektedir. Ölçme işlemine 750 V kademesinde başlanır. Ölçülen alternatif gerilim değerinin 200 V den az olması halinde kademe 200 V kademesine alınır.

➤ **Doğru Akım 1 - DCA**



Resim 4.3-c

Doğru akım ölçümlerinde komütatör anahtar DCA bölgesindeki uygun kademeye getirilir. Ancak buradaki kademelere baktığımızda 200μ - 2000μ - 20 mA – 200 mA olduğu görülür. Bu kademeler bize bu bölgede maksimum 200 mA doğru akım ölçebileceğimizi gösterir.

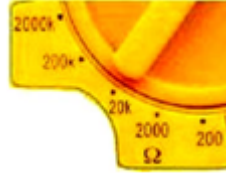
➤ **Doğru Akım-2 DCA**



Resim 4.3-d

Yukarıdaki DCA komütatör bölgesinde 200 mA'e kadar doğru akım ölçülebildiğini gördük. Ancak ölçeceğimiz akım daha büyük değerde olabilir. Bu durumda 10A kademesi tercih edilmelidir. İki DCA ölçme bölgesi için kırmızı probun takılacağı bağlantı terminali farklıdır (Bu kademe bazı ölçü aletlerinde alternatif akım ölçümleri için yapılmıştır).

➤ **Direnç Ω**



Resim 4.3-e

Resim:4.3'te verilen avometre ile direnç ölçme işlemi yapılacağında seçici komütatör Ω bölgesine getirilir. Buradaki kademeler 200 – 2000 – 20k – 200 k – 2000k dur. Dijital avometrelerde analoglarda olduğu gibi kademeye göre çarpma işlemi yoktur. Buradaki kademeler ölçme sınırını gösterir. Ölçülen direnç değerinin k Ω seviyesinde olması durumunda ekranda K, M Ω seviyesinde olması durumunda ekranda direnç değeri ile birlikte "M" yazısı çıkar.

4.1.2.2. Prob Bağlantı Terminalleri

Prop bağlantı terminallerini incelediğimizde 3 adet olduğunu ve hemen yanlarında dikkat çeken talimatlar olduğunu görüyoruz.



Resim 4.3-f

COM - Analog ölçü aletlerinde olduğu gibi akım – gerilim – direnç ölçümlerinin hepsinde kullanılacak iki terminalden birisidir.Yani üç ölçümde de ortak terminal olarak

kullanılır.Doğru akım ve gerilim ölçümlerinde – terminaldir.Siyah prob com terminaline takılır.

VΩmA - Doğru ya da alternatif gerilim, direnç – mA seviyesinde yapılacak akım ölçmelerinde kullanılacak 2. terminaldir. Çalışma talimatında bu büyüklüklerin sınırlarına dikkat çekilmiştir. Bu maksimum sınırlar 750VAC – 1000 VDC – 200 mA DC dir. Doğru akım ölçerken bu terminal, komütatör anahtar mA bölgesindeyken kullanılabilir.

10 ADC – Ölçülecek doğru akım değerinin 200 mA den yüksek olması durumunda komütatör anahtar 10 ADC kademesine alınır ve bu durumda 2. bağlantı terminali olarak 10 ADC terminali kullanılır.

4.1.2.3. Akım, Gerilim ve Direnç Ölçme

Avometre ile ölçüm yapılması ile diğer ölçü aletleri ile ölçüm yapılması arasında hiçbir fark yoktur. Yapılacak tek işlem yukarıda anlatılan esaslara göre uygun komütatör kademesini ve bağlantı terminalini tespit edip kullanmaktır.

Bir ampermetreyi nasıl devreye seri bağlayıp akım ölçme işlemi yapıyorsak avometre ile de akım kademesini seçtikten sonra aynı ampermetre gibi devreye seri bağlayarak akım ölçebiliriz (Bkz. Öğrenme Faaliyeti – I).

Gerilim ölçümünde de izlenecek yol, uygun gerilim kademesini seçtikten sonra avometreyi, voltmetrede olduğu gibi devreye veya üzerindeki gerilim düşümü ölçülecek devre elemanına paralel bağlamaktır (Bkz. Öğrenme Faaliyeti – 2).

Direnç ölçümünde ölçülecek devrede enerji olmadığı kontrol edildikten sonra ölçü aleti ohm kademesine alınır. Sıfır ayarı kontrol edilir. COM ve Ω terminallerine takılan probalar değeri ölçülecek devre ya da devre elemanının iki ucuna tutularak direnç ölçümü yapılır (Bkz.Öğrenme Faaliyeti – 3).



Resim 4. 4: Dijital multimetre örnekleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Avometre ile Akım – Gerilim - Direnç Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler						
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ Deneyi sırası ile direnç – akım – gerilim ölçme olarak üç aşamalı planlayınız ve yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma masanızı düzenleyiniz. ➤ Çalıştığınız deney masasının üzerinde deney ile ilgisi olmayan araç-gereç ve malzemeleri kaldırınız. 						
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deneyde kullanacağınız ölçü aleti ve malzemeleri temin ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malzeme deposu sorumlusuna, yoksa öğretmeninize başvurunuz. ➤ Ohmmetre ile direnç ölçme konusunu gözden geçiriniz(Faaliyet-3). 						
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İki ayrı yükün (lamba, elektronik direnç vb.) direncini ölçerek hangi değeri, hangi dirençte ölçtüğünüzü kayıt ediniz. ALINAN DEĞERLER (DİRENÇ) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>I.YÜK</td> <td>2.YÜK</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		I.YÜK	2.YÜK	R			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avometre ile direnç ölçümü enerji olan devrelerde yapılmadığını biliyorsunuz. ➤ Komütatör kademesini önce x1 konumuna getiriniz. ➤ İbre çok az hareket ederse, kademeyi yükseltiniz. ➤ Okuma işlemini, ibre skalanın ortalarında olması durumunda yapınız.
	I.YÜK	2.YÜK					
R							
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avometreyi akım kademesine getirerek, ampermetre ile akım ölçme uygulama faaliyetinde yaptığınız işlemleri ampermetre yerine avometreyi kullanarak yukarıda direncini ölçtüğünüz iki yük için tekrar ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bkz. Ampermetre ile Akım Ölçme Uygulama Faaliyeti. ➤ Akım kademesini kaynağın doğru ya da alternatif akım kaynağı olmasına göre seçiniz. ➤ Ölçmeye ölçme sınırı en yüksek kademededen başlayınız. İbrenin sapma durumuna göre alt kademeye geçebilirsiniz. 						
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Akım kademesindeki avometre ile ölçtüğünüz akım değerlerini aşağıdaki tabloya sırası ile yazınız. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>1.YÜK</td> <td>2.YÜK</td> </tr> <tr> <td>I (A)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		1.YÜK	2.YÜK	I (A)			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tabloya akım değerlerini direnç tablosundaki yük sırasına göre yazınız.
	1.YÜK	2.YÜK					
I (A)							
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avometreyi gerilim kademesine getiriniz ➤ Voltmetre ile gerilim ölçme uygulama faaliyetinde yaptığınız işlemleri voltmetre yerine avometreyi kullanarak yukarıda direncini ölçtüğünüz iki yük için tekrar ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bkz Voltmetre ile Gerilim Ölçme Uygulama Faaliyeti. ➤ Gerilim kademesini kaynağın doğru ya da alternatif akım kaynağı olmasına göre seçiniz. ➤ Ölçmeye, ölçme sınırı en yüksek kademededen başlayınız. İbrenin sapma durumuna göre alt kademeye geçiniz. 						

<p>➤ Gerilim kademesindeki avometre ile ölçtüğünüz gerilim değerlerini aşağıdaki tabloya sırası ile yazınız.</p> <table border="1" data-bbox="249 439 615 576"> <tr> <td></td> <td>1.YÜK</td> <td>2.YÜK</td> </tr> <tr> <td>U(V)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		1.YÜK	2.YÜK	U(V)			<p>➤ Tabloya gerilim değerlerini direnç tablosundaki yük sırasına göre yazınız.</p>
	1.YÜK	2.YÜK					
U(V)							
<p>➤ Elde ettiğiniz sonuçları arkadaşlarınızla tartışarak değerlendirme testi sonuçları ile birlikte öğretmeninize rapor ediniz.</p>	<p>➤ Ölçtüğünüz ölçüm sonuçlarını arkadaşlarınızla karşılaştırınız.</p>						

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı faaliyete hazır duruma getirdiniz mi?		
2. Kullanacağınız araç gereci uygun olarak seçtiniz mi?		
3. Kullanacağınız malzemelerin güvenilirliğini kontrol ettiniz mi?		
4. Bağlantı aşamasında enerjinin kesik olmasını sağladınız mı?		
5. Bağlantı yaparken kaynak bağlantısını en sona bıraktınız mı?		
6. Ölçme işleminiz bittiğinde ilk olarak enerjiyi kestiniz mi?		
7. Akım taşıyan her bölgenin yalıtımlı olmasını sağladınız mı?		
8. Avometre ile direnç ölçerken enerji olmamasına özen gösterdiniz mi?		
9. Devre bağlantısını şemasına uygun olarak yaptınız mı?		
10. Deneiden istenilen ölçme sonuçlarını aldınız mı?		
11. Devre bağlantısı ve ölçme işlemlerini istenilen sürede yaptınız mı?		
12. Kullandığınız malzemeleri tam ve sağlam olarak teslim ettiniz mi?		
13. Çalışma ortamınızı temizleyip düzenlediniz 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 Resim 4.5'te verilen analog multimetreye göre doğru seçeneği işaretleyiniz.



Resim 4.5

- Ölçü aletinin komütatörü ACV 50 konumunda ise ibre kaç voltu göstermektedir?
A) 20 V B) 25 V C) 30 V D) 5 V
- Ölçü aletinin komütatörü DCV25 konumunda ise ibre kaç voltu göstermektedir?
A) 10 V B) 5 V C) 12,5 V D) 7,5 V
- Ölçü aletinin komütatörü x100 Ω konumunda ise ölçülen direnç kaç Ω 'dur ? (Şekildeki ibre Ω taksimatında 20 gösteriyor.)
A) 2K Ω B) 20 K Ω C) 200 Ω D) 20 Ω
- Ölçü aletinin komütatörü x1 K Ω konumunda ise ölçülen direnç kaç Ω 'dur ?
A) 1K Ω B) 10 K Ω C) 2 K Ω D) 20 K Ω
- Ölçü aletinin komütatörü DcmA 250'ye ayarlı ise ölçülen doğru akım değeri kaç amperdir?
A) 12,5mA B) 150 mA C) 125 mA D) 15mA

Aşağıdaki soruları Resim 4.6 da verilen dijital multimetreye göre cevaplandırınız.



Resim 4.6 Dijital Multimetre

6. Herhangi bir kademede direnç ölçme işlemi yapılırken multimetre problemleri hangi terminallere takılmalıdır?
 - A) 1 – 2 numaralı terminallere
 - B) 2 – 3 numaralı terminallere
 - C) 1 – 3 numaralı terminallere
 - D) Herhangi iki terminale olabilir.
7. 190 – 200 civarı olduğu tahmin edilen bir doğru gerilim ölçümü yapılacaktır. Seçici komütatör kademesi hangisine getirilmelidir?
 - A) DCV 1000 kademesine getirilmelidir.
 - B) DCV 200 kademesine getirilmelidir.
 - C) DCV 200 m kademesine getirilmelidir.
 - D) DCV 2000 m kademesine getirilmelidir.
8. 6-7 amper civarı olduğu tahmin edilen bir doğru akım ölçülecektir. Komütatör kademesi ve prop bağlantıları nasıl olmalıdır?
 - A) Komütatör kademesi 10 A prop bağlantı terminalleri 2 – 3 olmalıdır.
 - B) Komütatör kademesi 20 mA prop bağlantı terminalleri 1 – 3 olmalıdır.
 - C) Komütatör kademesi 10 A prop bağlantı terminalleri 1 – 3 olmalıdır.
 - D) Komütatör kademesi 200 mA prop bağlantı terminalleri 2 – 3 olmalıdır.

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

Uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun ve hatasız olarak çeşitli elektrik devrelerinde wattmetre ile güç, sayaç ile iş ölçme işlemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde gördüğünüz elektrik sayaçlarının etiketlerini inceleyerek bu etiketlerde yazan bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

5. İŞ VE GÜÇ

5.1. İş ve Enerji

Konuya öncelikle iş ve enerjinin tanımını yaparak başlayalım. Herhangi bir yöntemle oluşan değişime iş, işin oluşmasını sağlayan yeteneğe enerji diyoruz. O hâlde enerji kaynakları aslında birer iş üretim kaynağıdır diyebiliriz. Örneğin, elektrik enerjisi ile bir elektrik soba aracılığı ile ısınma işini yapmış oluyoruz. Yine elektrik enerjisi ile çalışan bir asansör motoru mekanik bir iş yapıyor ve kabindeki yük ya da insanları taşıyor. Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür.

T saniye süresince çalışan bir alıcıda yapılan iş,

$$W = U \times I \times t$$

formülü ile bulunur.

Bu formülde:

W = Alıcının yaptığı elektrik işi (volt-amper -saniye)

U = Alıcı üzerinde düşen gerilim. (volt)

I = Alıcıdan geçen akım (amper)

t = Alıcının çalışma süresi (saniye)

t saniye süresince çalışan bir alıcıya üreteç tarafından verilen iş;

W = E x I x t' tir.

Öğrenme faaliyeti-2'de öğrendiğimiz gibi E > U olduğundan, üretcin işi, alıcının yaptığı işten büyüktür. Aradaki fark üretcin içinde yapılan iştir ve üretcin ısınması gibi sonuçlarla ortaya çıktığı görülür.

Elektrikte iş birimi volt-amper-saniye (VAs) dir. Doğru akım ve omik yüklü (ısıtıcı özelliği olan) alternatif akım devrelerinde 1VA = 1 Watt olarak ifade edildiğinden, iş birimi Wattsaniye (Ws) dir. Uygulamada Ws çok küçük bir birim olduğu için katları daha çok kullanılır. Örneğin işi ölçen elektrik sayaçları KWh olarak ölçer.

Aslında iş birimi formülde ki büyüklüklerin birimine göre değişiklik gösterebilir. Bu durumu bir tablo ile özetleyelim.

ÇARPAN	BİRİM	KISALTMA	SONUÇ
GERİLİM	KV	KW	KWh
AKIM	A		
SÜRE	SAAT (h)		
GERİLİM	V	W	Wh
AKIM	A		
SÜRE	h		

Bu tablo da;

h = saat (hour)

Wh = Wattsaat

KW = kilowatt

KWh = Kilowattsaat

KWs = Kilowattsaniye

5.2. Güç Formülü

Ne kadar iş yapıldığının belirtilmesi, işi yapan cihaz, makine ya da kişi hakkında kesin bilgi vermez. Örneğin, bir işçinin 100 kg yükü 2. kata taşıdığını söylesek ne yargıya varabiliriz. Bu yükü 10 dakikada taşımışsa “ iyi çalışmış “ , 2 saatte taşımışsa “ iyi çalışmamış” diyebiliriz. Hâlbuki yapılan iş aynı ve tektir. Bu örnekte işçinin kapasitesi hakkında karar vermek için birim zaman da ne kadar iş yaptığını bilmemiz gerektiği açıktır.

Elektrikte de birim zamanda yapılan işe güç denir. Güç bilinirse bir işin ne kadar sürede yapılacağı bilinebilir. Elektrikte güç P (power) harfi ile gösterilir.

Elektrik de iş; $W = U \times I \times t$ idi.

Güç de birim zamanda yapılan iş olduğuna göre,

$$P = W / t$$

yazabiliriz. Bu formülde W yerine değeri yazılırsa,

$P = U \times I \times t / t$ olur. Bu formülde -t- ler sadeleşirse

$$P = U \times I$$

olur.

$P = U \times I$ güç formülüne baktığımızda, güç biriminin, voltamper (VA) olduğunu görebiliriz. Daha önce de gördüğümüz gibi (bkz. İş Konusu) doğru akımda ve omik yüklü alternatif akım devrelerinde $1VA = 1$ Watt olduğundan, güç birimi watttır. Watt kısaca (W) sembolü ile gösterilir.

5.2.1. Güç Birimi Watt In Ast ve Üst Katları.

Elektronik devrelerde daha çok güç birimi olarak miliwatt (mW), elektrik devrelerinde ise watt ile birlikte KW kullanılır. Bu birimler arasında dönüşüm oranlarını bir tablo ile gösterelim.

1W	1W	1mW	1KW
10^3 mW	10^{-3} KW	10^{-3} W	10^3 W

5.3. Güç, İş, Enerji ile İlgili Hesaplamalar

Bu öğrenme faaliyetinde öğrendiğimiz iş ve güç ile ilgili örnek hesaplamalar yaparak edindiğimiz bilgileri pekiştirelim.

ÖRNEK-1

Yolcu kabinindeki bir yolcu okuma lambasının (reading lights) üzerinde düşen gerilimin 25 V, çektiği akımın 0,4 A olduğu tespit edildiğine göre, lambanın gücü kaç Watt dır?

ÇÖZÜM

$$U = 25 \text{ V} \quad I = 0,4 \text{ A} \quad P = ?$$
$$P = U \times I \quad P = 25 \times 0,4 \quad P = 10 \text{ W}$$

ÖRNEK-2

Uçuş sırasında pilot kabini (cockpit) ön camında oluşan buzlanmayı önlemek amacı ile kullanılan (anti-ice) sistemindeki ısıtıcı üzerinde 115 Volt gerilim düşümü olduğu ve ısıtıcının 3 amper akım çektiği saptanmıştır. Bu ısıtıcının gücünü ve 45 dakika çalıştırılması durumunda yaptığı işi Wh olarak bulunuz.

ÇÖZÜM

$$U = 115 \text{ V} \quad I = 3 \text{ A} \quad t = 45 \text{ dk} \quad P = ? \quad W = ? \text{ (Wh olarak)}$$
$$P = U \times I \quad P = 115 \times 3 \quad P = 345 \text{ W}$$

Isıtıcının yaptığı iş hesabını yaparken verilen değerleri olduğu gibi formüldeki yerine yazarsak, zaman dakika olarak verildiği için sonucu Wdakika olarak buluruz. Oysa bizden sonuç Wh olarak istenmektedir. Bu nedenle dakika olarak verilen zamanı saate çevirmemiz gerekir.

$W = U \times I \times t$ $P = U \times I$ olduğuna göre, $W = P \times t$ olarak yazabiliriz.

60 dakika 1 saat olduğuna göre, 45 dakika 0,75 saat eder.

$W = P \times t$ $W = 345 \times 0,75$ $W = 258,75 \text{ Wh}$

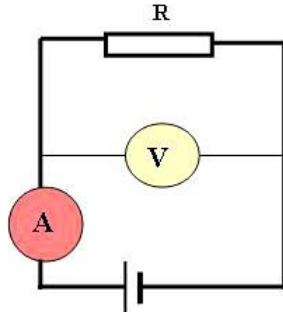
5.4. Güç ve İşin Ölçülmesi

5.4.1. Ampermetre Voltmetre Yardımı ile Güç Ölçme

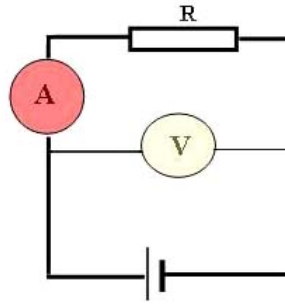
Güç $P = U \times I$ olduğuna göre bir devreye bağlanacak voltmetre ve ampermetre ile ölçülen değerleri çarparak gücü bulabiliriz. Aslında burada yapılan işlem Ampermetre Voltmetre yardımı ile direnç ölçme işlemi ile aynıdır(bkz. Öğrenme Faaliyeti 3-). Direnç hesaplarken ölçülen akım-gerilim değerlerini direnç formülünde kullanıyorduk, bu kez ise aynı değerleri güç formülünde kullanacağız.

Direnç ölçerken ölçü aletlerinin bağlantısına göre iki çeşit bağlantı yaptığımız gibi güç ölçerken de ampermetre önce bağlı, ampermetre sonra bağlı olarak iki çeşit bağlantı yapacağız.

Daha doğru ölçme sonucu almak için ampermetre önce bağlantısını akımı büyük, gerilimi küçük olan devrelerde, ampermetre sonra bağlantısını ise akımı küçük, gerilimi büyük olan devrelerde kullanacağız.



Şekil 5. 1: Ampermetre önce bağlı



Şekil 5. 2: Ampermetre sonra bağlı

Ampermetre – voltmetre yardımı ile güç ölçmek

5.4.2. Wattmetrenin Tanıtılması

Elektrik – elektronik devrelerde herhangi bir hesaplama gereksiz gücü direkt olarak ölçen ölçü aletlerine wattmetre denir. Wattmetreler de diğer ölçü aletlerinde olduğu gibi analog ve dijital olmak üzere iki türde imal edilmiştir.

Güç formülünden de anladığımız gibi wattmetrenin gücü direkt olarak ölçebilmesi için güç bileşenleri olan akım ve gerilimi ölçebilmesi gerekir. Bu nedenle wattmetrelerde akım ve gerilim bobini olmak üzere iki bobin vardır.

Akım bobini ampermetre gibi devreye seri bağlanır, gerilim bobini ise voltmetre gibi devreye paralel bağlanır.



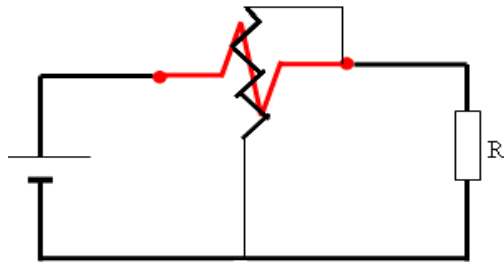
Resim 5. 1: Portatif tip wattmetre



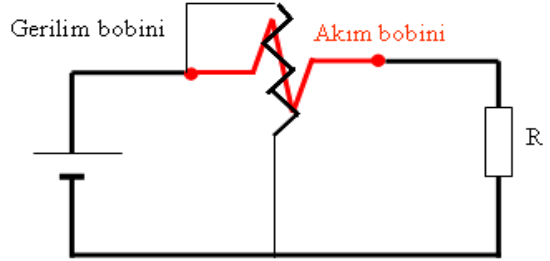
Resim 5. 2: Panel (Pano) tipi dijital wattmetre

5.4.3. Wattmetrenin Devreye Bağlanması

Wattmetrede akım ve gerilim bobini olmak üzere iki bobin olduğuna göre, akım bobinini ampermetre, gerilim bobinini voltmetre olarak düşünersek; Wattmetre bağlantısının Ampermetre Voltmetre yardımı ile güç ölçme işleminden bir farkı olmadığını görürüz.



Şekil 5.3: Akım bobini önce bağlı



Şekil 5.4: Akım bobini sonra bağlı wattmetre bağlantısı

5.4.4. Wattmetre ile Güç Ölçme

Wattmetre ile güç ölçerken akımı büyük olan devrelerde Şekil 5.3'teki akım bobini önce bağlantısı yapılır. Akımı küçük, gerilimi büyük olan devrelerde ise Şekil 5.4'teki akım bobini sonra bağlantısı yapılır. Ancak ölçmede wattmetrenin akım ve gerilim sınırlarına dikkat edilmelidir. Bazı wattmetreler de akım ve gerilim kademelerine göre bağlantı terminalleri ayrı ayrıdır. Bunlardan devreye uygun olanı tercih edilir ve okuma işlemi bu kademelere uygun olarak yapılır.

Örnek olarak Resim: 5.1'de verilen dijital wattmetreyi inceleyelim ve bağlantısını yapalım.

5.4.4.1. Akım–Gerilim Kademeleri



Hem doğru hem alternatif akımda akım sınırı 10 amper

Hem doğru hem alternatif gerilimde gerilim sınırı 200 volt

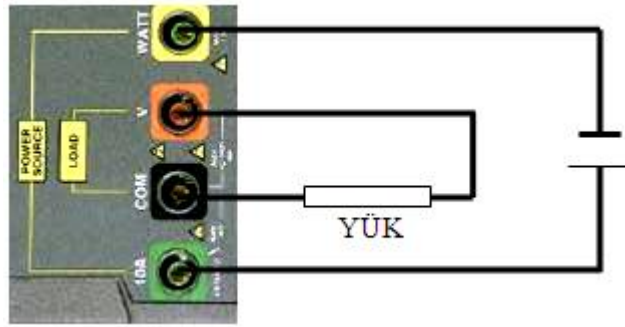
Hem doğru hem alternatif gerilimde gerilim sınırı 600 volt

Gerilim kademesi 200 V seçildiğinde güç sınırı 2000 watt

Gerilim kademesi 600 V seçildiğinde güç sınırı 6000 watt

Resim 5. 1-a

5.4.4.2. Bağlantı Terminallerinin Devreye Bağlantısı



Resim 5. 1-b

Görüldüğü gibi wattmetrenin bağlantısı son derece kolaydır. Bu bağlantı da zaten üretici firma tarafından ölçü aletinin üzerine çizilmiştir.

5.5. Sayaçların Tanıtılması

Elektrik enerjisi üretilen veya tüketilen devrelerde, üretilen ya da tüketilen işi direkt olarak ölçen cihazlara elektrik sayacı denir. Elektrik sayaçları doğru akım ve alternatif akım devreleri için iki ayrı tip üretilir. Alternatif akım için üretilen sayaçlarda bir fazlı ve üç fazlı devrelerde kullanılmak üzere kendi arasında ayrılır. Biz burada bir fazlı alternatif akım sayaçları üzerinde kısaca duracağız.

Alternatif akım elektrik sayaçları indüksiyon prensibine göre çalışır. Manyetik alan içerisinde bulunan bir disk de emk indüklenir. İndüklenen bu emk sayesinde diskte bir akım dolaşır. İçerisinde akım dolaşan diskte, içinde bulunduğu manyetik alanın etkisi ile bir döndürme momenti oluşur ve disk döner. Diske bağlı dişli ve sayıcı numarator düzeneği yapılan işi KWh olarak yazar. Bu prensibe göre çalışan sayaçlara indüksiyon sayaç denir.

Son yıllarda ise elektronik kontör yüklemek suretiyle çalışan, günün saatine göre düzenlenmiş farklı tarifelere göre kontör düşen akıllı sayaçların kullanımı hızla artmaktadır.



Resim 5. 3: Bir fazlı indüksiyon sayacı Resim 5. 4: Bir fazlı dijital sayaç

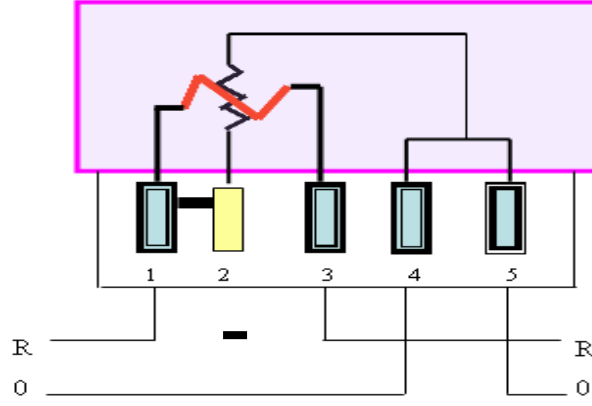
5.5.1. Sayaçla İşin Ölçülmesi

Bir fazlı indüksiyon sayaçları elektrik devrelerine, tesisatlarına Şekil 5.5'teki gibi bağlanır. Kaynak ya da şebekeden gelen faz 1 numaralı klemense bağlanır. 3 numaralı klemenden çıkarak devreye gider. 1 ve 3 numaralı klemensler arasında sayacın akım bobini vardır. Böylece sayacın akım bobini devreye seri bağlanmış olur.

Kaynak ya da şebekeden gelen nötr hattı 4 numaralı klemense girer, 5 numaralı klemenden çıkarak devreye gider. 4 ve 5 numaralı klemensler sayacın içerisinde birbirine şöntlenmiştir.

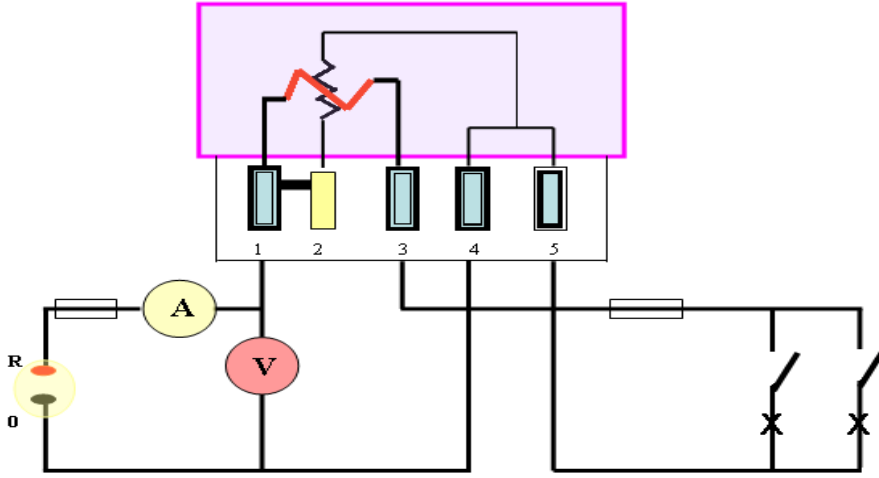
Fazın giriş yaptığı 1 numaralı klemens ile 2 numaralı klemens bir köprü bağlantı elemanı ile birbirine bağlanmıştır. Böylece şebekeden gelen faz 2 numaralı klemense de gelmiş olur. 2 numaralı klemense sayacın gerilim bobini bağlıdır. Gerilim bobininin çıkışı ise nötrün olduğu 4-5 numaralı klemense bağlıdır. Bu da sayacın gerilim bobininin devreye paralel bağlı olduğunu gösterir. Devredeki herhangi bir alıcının çalışması durumunda kaynaktan çektiği akımın etkisi ile sayaç disk döner ve iş ölçme işlemi yapar. Sayacın belli bir devri sayaç numaratoründe 1KWh olarak gözükür. Örneğin sayacın 750 devri 1 KWh a karşılık gelir. Bu oran sayaç üreticisi tarafından belirtilmiştir.

Elektrik sayaçları, ölçtükları iş değerlerini birbiri üzerine toplayarak çalışmaya devam eder. Bu nedenle sayaçlar toplayan ölçü aletleri sınıfındadır.



Şekil 5. 5: Bir fazlı elektrik sayacının klemens bağlantısı

Bir fazlı sayaçla yapılacak devre bağlantısı Şekil 5.6'da görülmektedir.



Şekil 5. 6: Bir fazlı sayacın devre bağlantısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Wattmetre ile Güç Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma masanızı düzenleyiniz. ➤ Çalıştığınız deney masasının üzerinde deneyle ilgisi olmayan araç-gereç ve malzemeyi kaldırınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deney bağlantı şemasına göre malzeme listenizi hazırlayarak temin ediniz. <p style="text-align: center;">Şekil 5.7</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malzeme deposu sorumlusuna, yoksa öğretmeninize başvurunuz. ➤ Kullanacağınız ölçü aletlerinin teknik özelliklerinin, ölçme sınırlarının, kullanacağınız yüke ve kaynak gerilimine göre uygun olup olmadığını öğretmeninize kontrol ettiriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçme yapacağınız devrede kullanacağınız ölçü aletleri ve kabloların sağlamlığını kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bozuk malzeme varsa depo sorumlusuna iade ederek bilgi veriniz. ➤ İade ettiğiniz malzemelerin yenisini alınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deney devre bağlantısına geçmeden önce kullanacağınız kaynak ya da şebeke ile ilgili tüm şalterlerin açık olup olmadığını kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrik kazalarına karşı alınan önlemler konusunu tekrar ederek iş güvenliği önlemlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Anahtar ya da şalterlerin açık konumda olmasını sağlayarak devre şemasına göre bağlantı kabloları ile devre bağlantısını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kaynak ya da şebeke bağlantısını en son yapınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son kontrollerinizi yaparak öğretmeninizin denetiminde devrenize enerji veriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enerji verirken ve verdikten sonra herhangi bir yere temas etmemeye dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Anahtarı kapatarak yükün gücünü wattmetreden, çektiği akımı ampermetreden, üzerinde düşen gerilimi voltmetreden okuyarak aşağıdaki alınan 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lamba ya da başka yükün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. ➤ Ölçü aletlerinin ölçme sınırına dikkat ediniz.

sonuçlar tablosuna yazınız.					
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devredeki tüm şalter ve anahtarları açarak yük (lamba) değişikliği yapınız. 2. yük için aynı işlemleri tekrar ediniz. 					<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yük değişiklikleri sırasında devrenizde kesinlikle enerji olmadığından emin olunuz. ➤ Ölçme işleminiz bittiğinde önce tüm anahtar ve şalterleri açarak enerjiyi kesiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Deneyde aldığınız ölçme sonuçlarına göre devre gücünü hesaplayarak, alınan değerler tablosuna yazınız. 					<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bir devrenin akım ve gerilimi belli ise, gücünün $P = U \times I$ formülü ile hesaplandığını hatırlayınız.
ALINAN DEĞERLER TABLOSU					
YÜK NO	U(V)	I(A)	P (W) HESAP	P(W) WMETRE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aldığınız ölçme sonuçlarını ve hesapladığınız direnç büyüklüklerini tabloda ilgili olduğu hücreye yazdığınızdan emin olunuz.
1					
2					
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullandığınız malzemeleri malzeme sorumlusuna geri teslim ediniz. 					<ul style="list-style-type: none"> ➤ Faaliyet sırasında bozulan herhangi bir malzeme varsa depo sorumlusuna haber veriniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ampermetre, voltmetre yardımı ile hesapladığınız güç değerlerini, wattmetre ile ölçtüğünüz aynı yüklerin güç değerleri ile karşılaştırınız. 					<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçülen ve hesaplanan değerler birbirini yaklaşık tutacaktır. Ölçü aletlerinin yapım hatası ve deney yapanın ölçme hata oranı düşünülürse sonuçların birbirini tam tutmayacağı açıktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Sayaç ile İş Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Çalışma masanızı düzenleyiniz.➤ Çalıştığınız deney masasının üzerinde deneyle ilgisi olmayan araç-gereç ve malzemeyi kaldırınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Şekil 5-6'da verilen devre şemasına göre malzeme listenizi hazırlayarak temin ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Malzeme deposu sorumlusuna, yoksa öğretmeninize başvurunuz.➤ Kullanacağınız ölçü aletlerinin teknik özelliklerinin, ölçme sınırlarının, kullanacağınız dirence ve kaynak gerilimine göre uygun olup olmadığını öğretmeninize kontrol ettiriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçme yapacağınız devrede kullanacağınız ampermetre – voltmetre-sayaç ve kabloların sağlamlığını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bozuk malzeme varsa depo sorumlusuna iade ederek bilgi veriniz.➤ İade ettiğiniz malzemelerin yenisini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Deney devre bağlantısına geçmeden önce kullanacağınız kaynak ya da şebeke ile ilgili tüm şalterlerin açık olup, olmadığını kontrol ediniz.➤ Enerjinin kesik olduğundan emin olunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrik kazalarına karşı alınan önlemler konusunu tekrar ederek iş güvenliği önlemlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Anahtar ya da şalterlerin açık konumda olmasını sağlayarak devre şemasına göre bağlantı kabloları ile devre bağlantısını yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kaynak ya da şebeke bağlantısını en son yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Son kontrollerinizi yaparak öğretmeninizin denetiminde devrenize enerji veriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Enerji verirken ve verdikten sonra herhangi bir yere temas etmemeye dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Anahtarı kapatarak yükün çektiği akımı ve üzerinde düşen gerilimi aşağıdaki alınan sonuçlar tablosuna yazınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Lamba ya da başka yükün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. Ölçü aletlerinin ölçme sınırına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Devredeki alıcı (yük) çalışırken kendi belirleyeceğiniz belli bir süre tutunuz. Bu süre içerisinde sayacın kaç tur döndüğünü sayarak enerjiyi kesiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Sayacın dönüşünü sayma zamanı size bağlıdır. Ancak bu süre ne kadar uzun olursa sonuç o kadar doğru olur.
<ul style="list-style-type: none">➤ Sayacın üzerinde yazan devir-kWh bağlantısına göre yükün belirlediğiniz sürede yaptığı işi bulunuz. Alınan değerler tablosuna yazınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Örneğin sayacın etiketinde 750 devir 1 kWh yazıyor olsun.5 dakika süre tuttuğunuzu ve bu sürede sayacın 75 devir yaptığını kabul edelim. Yük bu 5 dakikada, $W: 75 / 750 = 0,1$ kWh'lık iş yapmıştır.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçtüğünüz akım –gerilim değerlerini	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrikte iş konusunu gözden geçiriniz.

<p>ve tuttuğunuz süreyi kullanarak yükün yaptığı işi kWh olarak hesaplayıp tabloya yazınız.</p>	<p>➤ Bildiğiniz gibi iş; $W = U \times I \times t$ dir. Sonucu kwh olarak bulabilmek için bu formülde süreyi saate çevirmeyi ve 10-3 ile çarpmayı unutmayınız.</p>																												
<p>ALINAN DEĞERLER</p> <table border="1" data-bbox="200 600 697 1118"> <tr> <td>GERİLİM (V)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AKIM (A)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SÜRE (SAAT)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SAYAÇ ÖZELLİĞİ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SAYAÇ DEVİR SAYISI (7,5 DAKİKADA)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SAYAÇTAN ÖLÇÜLEN İŞ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A – V HESAPLANAN İŞ</td> <td></td> </tr> </table>	GERİLİM (V)		AKIM (A)		SÜRE (SAAT)		SAYAÇ ÖZELLİĞİ		SAYAÇ DEVİR SAYISI (7,5 DAKİKADA)		SAYAÇTAN ÖLÇÜLEN İŞ		A – V HESAPLANAN İŞ		<p>➤ Aldığınız ölçme sonuçlarını ve hesapladığınız direnç büyüklüklerini tabloda ilgili olduğu hücreye yazdığımızdan emin olunuz.</p> <p>ÖRNEK DEĞERLER</p> <table border="1" data-bbox="727 600 1283 1118"> <tr> <td>GERİLİM (V)</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>AKIM (A)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>SÜRE (SAAT)</td> <td>(7,5 DK) 0,125 h</td> </tr> <tr> <td>SAYAÇ ÖZELLİĞİ</td> <td>1 KWh 750 devir</td> </tr> <tr> <td>SAYAÇ DEVİR SAYISI (7,5 DAKİKADA)</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>SAYAÇTAN ÖLÇÜLEN İŞ</td> <td>95 / 750 W = 0,126 KWh</td> </tr> <tr> <td>A – V HESAPLANAN İŞ</td> <td>200.5.0,125.10-3 0,125KWh</td> </tr> </table>	GERİLİM (V)	200	AKIM (A)	5	SÜRE (SAAT)	(7,5 DK) 0,125 h	SAYAÇ ÖZELLİĞİ	1 KWh 750 devir	SAYAÇ DEVİR SAYISI (7,5 DAKİKADA)	95	SAYAÇTAN ÖLÇÜLEN İŞ	95 / 750 W = 0,126 KWh	A – V HESAPLANAN İŞ	200.5.0,125.10-3 0,125KWh
GERİLİM (V)																													
AKIM (A)																													
SÜRE (SAAT)																													
SAYAÇ ÖZELLİĞİ																													
SAYAÇ DEVİR SAYISI (7,5 DAKİKADA)																													
SAYAÇTAN ÖLÇÜLEN İŞ																													
A – V HESAPLANAN İŞ																													
GERİLİM (V)	200																												
AKIM (A)	5																												
SÜRE (SAAT)	(7,5 DK) 0,125 h																												
SAYAÇ ÖZELLİĞİ	1 KWh 750 devir																												
SAYAÇ DEVİR SAYISI (7,5 DAKİKADA)	95																												
SAYAÇTAN ÖLÇÜLEN İŞ	95 / 750 W = 0,126 KWh																												
A – V HESAPLANAN İŞ	200.5.0,125.10-3 0,125KWh																												
<p>➤ Kullandığımız malzemeleri malzeme sorumlusuna geri teslim ediniz.</p>	<p>➤ Faaliyet sırasında bozulan herhangi bir malzeme varsa, depo sorumlusuna haber veriniz.</p>																												
<p>➤ Ampermetre voltmetre yardımı ile hesapladığınız iş değerini, sayaç yardımı ile hesapladığınız iş değerini ile karşılaştırdınız.</p>	<p>➤ Ölçülen ve hesaplanan değerler birbirini yaklaşık tutacaktır. Ölçü aletlerinin yapım hatası ve deney yapanın ölçme hata oranı düşünülürse, sonuçların birbirini tam tutmayacağı açıktır.</p>																												

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı faaliyete hazır duruma getirdiniz mi?		
2. Kullanacağınız araç gereci uygun olarak seçtiniz mi?		
3. Kullanacağınız malzemelerin güvenilirliğini kontrol ettiniz mi?		
4. Bağlantı aşamasında enerjinin kesik olmasını sağladınız mı?		
5. Bağlantı yaparken kaynak bağlantısını en sona bıraktınız mı?		
6. Ölçme işleminiz bittiğinde ilk olarak enerjiyi kestiniz mi?		
7. Akım taşıyan her bölgenin yalıtımlı olmasını sağladınız mı?		
8. Sağ elinizle çalışmaya özen gösterdiniz mi?		
9. Devre bağlantısını şemasına uygun olarak yaptınız mı?		
10. Deneiden istenilen ölçme sonuçlarını aldınız mı?		
11. Devre bağlantısı ve ölçme işlemlerini istenilen sürede yaptınız mı?		
12. Kullandığınız malzemeleri tam ve sağlam olarak teslim ettiniz mi?		
13. Çalışma ortamınızı temizleyip düzenlediniz 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. Elektrik devrelerinde iş ölçen cihazlara ne ad verilir?
A) Wattmetre B) Ampermetre C) Sayaç D) Voltmetre
2. Güç birimi ve güç sembolü hangisidir?
A) Birimi : KWh Sembolü : P
B) Birimi : Watt Sembolü : W
C) Birimi : P Sembolü : W
D) Birimi : Watt Sembolü : P
3. “Birim zamanda yapılan iş miktarı” na ne ad verilir?
A) Güç B) Elektrik işi C) Enerji D) Watt
4. Wattmetrelerde kaç bobin vardır?
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4
5. Üzerinde 200 V gerilim düşümü olan bir ısıtıcıdan 5 amper akım geçmektedir. Isıtıcının gücü kaç KW’tır?
A) 1000 KW B) 10 KW C) 4 KW D) 1 KW
6. KW gücündeki bir doğru akım motoru 180 dakikada kaç KWh’lık iş yapar?
A) 360 KWh B) 90 KWh C) 6 KWh D) 36 KWh
7. 72 x 103 KWs, kaç KWh eder?
A) 72 KWh B) 20 KWh C) 7,2 KWh D) 1200 KWh
8. Ampermetre–Voltmetre yardımı ile güç ölçme yöntemi hangi devrelerde kullanılabilir?
A) Doğru ve alternatif akımla çalışan tüm devrelerde
B) Sadece doğru akım devrelerinde
C) Doğru akım ve omik yüklü alternatif akım devrelerinde
D) Sadece alternatif akım devrelerinde
9. 100 Ω luk bir dirençten geçen akım 0,1 A olduğuna göre direncin gücü kaç watt dır?(bkz. Öğrenme Faaliyeti – 3 Direnç)
A) Verilen değerlerle hesaplanamaz.
B) 10 W
C) 100 W
D) 1 W

10. Bir uçağın hizmet panelindeki (Attendant's Panel) elektrikli kahve makinesinin çalışma gerilimi 115 V, çektiği akım 5 amper ise gücü kaç KW' dır?
- A) 0,023 KW
 - B) 0, 575 KW
 - C) 575 KW
 - D) 0,23 KW

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Elektrik yüklerinin belirli bir yönde hareketi elektrik akımını oluşturur.
2. () Zamanla yönü değişmeyen akım alternatif akımdır.
3. () 0,2 amper, 20 miliampere eşittir.
4. () Gerilim, akımı meydana getiren kuvvettir.
5. () Ampermetre ve voltmetre devreye seri bağlanır.
6. () Avometre ile enerji altında kesinlikle direnç ölçülmemelidir.
7. () Ölçü aletinin ölçebileceği en yüksek değere ölçme alanı denir.
8. () Wattmetre güç ölçer.

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

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

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru

KAYNAKÇA

- ANASIZ Kadir, **Elektrik Ölçü Aletleri ve Elektriksel Ölçmeler**, MEB Yayınevi, Ankara, 1992.
- BEREKET Metin, Engin TEKİN, **Atölye ve Laboratuvar 1**, Mavi Kitaplar Serisi, Kanyılmaz Matbaası, İzmir, 2003.
- GÜVEN M. Emin, İ. Baha MARTI, İsmail COŞKUN, **Elektroteknik Cilt – I**, MEB Yayınevi, İstanbul, 1997.
- TİRBEN Necmettin, Cemalettin SUNGUROĞLU, Ahmet ERKUŞ, Hüseyin ALAVURT, Temel ŞENER, Kenan YONAR, Ali HÜRER, **Elektrik Laboratuvar –1**, MEB Yayınevi, Ankara, 2002.