

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

## **BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ**

**DOĞRU AKIM VE ALTERNATİF AKIM  
DEVRELERİ  
522EE0243**

**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 .....	iv
GİRİŞ .....	5
ÖĞRENME FAALİYETİ -1 .....	7
1. ÖLÇME VE ÖLÇÜ ALETLERİ.....	7
1.1. Elektrik Kazalarına Karşı Korunma ve İlk Yardım .....	7
1.1.1. Kısa Devre.....	7
1.1.2. Sigortalar .....	7
1.1.3. Topraklama.....	7
1.1.4. Yalıtım.....	8
1.1.5. Elektrik Kazalarına Karşı Alınacak Tedbirler.....	8
1.1.6. Elektrik Çarpmalarına Karşı İlk Yardım Tedbirleri .....	8
1.1.7. Yanıklara Karşı Tedbirler.....	9
1.1.8. Yangına Karşı Tedbirler.....	9
1.2. El Takımları ve Kullanımı.....	10
1.2.1. Kontrol Kalemleri .....	10
1.2.2. Pense.....	10
1.2.3. Kargaburun.....	11
1.2.4. Yankeski.....	11
1.3. Elektrik Enerjisi ve Özellikleri.....	12
1.3.1. Elektrik Enerjisi.....	12
1.4. İletkenler, Yalıtkanlar ve Yarı İletkenler .....	19
1.4.1. İletkenler.....	19
1.4.2. Yalıtkanlar .....	19
1.4.3. Yarı İletkenler .....	20
1.5. Ölçme .....	21
1.6. Elektrik Ölçü Aletlerinin Tanıtılması.....	23
1.6.1. Gösteren Ölçü Aletleri .....	23
1.6.2. Kaydedici Ölçü Aletleri .....	24
1.6.3. Toplayıcı Ölçü Aletleri.....	24
1.6.4. Bellekli (Hafızalı) Ölçü Aletleri.....	25
1.6.5. Ölçü Aletlerine Ait Semboller ve Anlamları.....	25
1.7. Ölçü Aletlerine Ait Terimler .....	27
1.7.1. Doğruluk Derecesi.....	27
1.7.2. Duyarlılık .....	27
1.7.3. Ölçü Aletinin Sabitesi .....	27
1.7.4. Ölçme Sınırı .....	27
1.7.5. Ölçme Alanı .....	28
1.7.6. Ölçü Aletlerinin Sarfiyatı .....	28
1.8. Ölçü Aletleri.....	28
1.8.1. Analog Ölçü Aletlerinin Ortak Özellikleri.....	28
1.8.2. Analog Ölçü Aletlerinin Mekanik Kısımları.....	31
1.8.3. Dijital Ölçü Aletlerinin Genel Tanımı .....	32

1.8.4. Doğruluk Derecesine Göre Ölçü Aletleri.....	36
1.8.5. Kullanım Yerlerine Göre Ölçü Aletleri.....	36
UYGULAMA FAALİYETİ.....	38
ÖLÇME DEĞERLENDİRME.....	41
ÖĞRENME FAALİYETİ -2.....	42
2. DOĞRU AKIM.....	42
2.1. Elektrik Devreleri.....	42
2.1.1. Elektrik Devrelerinde Kullanılan Elemanlar.....	42
2.1.2. Devre çeşitleri.....	44
2.2. Üstel Fonksiyonlar.....	46
2.2.1. Üstel Fonksiyonların Karakteristiği.....	46
2.3. Direnç.....	49
2.3.1. Direnç Değerini Etkileyen Faktörler.....	50
2.3.2. Direnç Renk Kodları.....	53
2.3.3. Direnç Değerinin Ölçülmesi.....	54
2.4. Elektrik Akımı ve Gerilimi.....	56
2.4.1. Elektrik Akımı.....	56
2.4.2. Doğru Akım.....	58
2.4.3. Elektrik Potansiyeli ve Gerilim.....	58
2.4.4. Akımın ve Gerilimin Yönü.....	59
2.4.5. Gerilim Ölçme.....	61
2.4.6. Akım Ölçme.....	65
2.5. Ohm Kanunu.....	68
2.5.1. Ohm Kanunuyla Gerilim Hesaplama.....	69
2.5.2. Ohm Kanunuyla Akım Hesaplama.....	69
2.5.3. Ohm Kanunuyla Direnç Hesaplama.....	71
2.6. İş ve Güç.....	71
2.6.1. İş.....	71
2.6.2. Güç.....	72
2.6.3. Güç Ölçme.....	72
UYGULAMA FAALİYETİ.....	74
ÖLÇME DEĞERLENDİRME.....	79
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	81
3. ALTERNATİF AKIM.....	81
3.1. Alternatif Akım ile Doğru Akım Arasındaki Farklar.....	81
3.2. Alternatif Akımın Elde Edilmesi.....	82
3.3. Alternatif Akımda Kullanılan Terimler.....	84
3.3.1. Alternans.....	84
3.3.2. Periyot.....	84
3.3.3. Frekans.....	85
3.4. Alternatif Akım ve Gerilimin Değerleri.....	85
3.4.1. Ani Değer.....	85
3.4.2. Maksimum Değer.....	86

3.4.3. Ortalama Değer .....	86
3.4.4. Etkin Değer .....	86
3.5. Sinüzoidal Akımın Vektörlerle Gösterilmesi .....	87
3.5.1. Faz .....	87
3.5.2. Sıfır Faz .....	88
3.5.3. İleri Faz .....	89
3.5.4. Geri Faz .....	89
3.5.5. Faz Farkı.....	90
3.6. Alternatif Akım ve Gerilimi Ölçülmesi .....	91
3.6.1. Analog Avometre ile Akım ve Gerilim Ölçme .....	92
3.6.2. Dijital Avometre ile Akım ve Gerilim Ölçme.....	93
3.6.3. Frekansmetre .....	94
3.6.4. Osilaskop.....	98
UYGULAMA FAALİYETİ.....	107
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	113
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	115
CEVAP ANAHTARLARI.....	116
KAYNAKÇA .....	118

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0243</b>
<b>ALAN</b>	<b>Bilişim Teknolojileri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Doğru Akım ve Alternatif Akım Devreleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül, doğru akım ve alternatif akım devreleri kurup bu devrelerin elektriksel ölçümlerini yapabilme becerilerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ön koşulu yoktur
<b>YETERLİK</b>	Doğru akım ve alternatif akım devreleri kurmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç:</b> Öğrenci, bu modül ile gerekli ortam sağlandığında; iş güvenliği kurallarına uygun şekilde doğru ve alternatif akım devreleri kurarak devre üzerindeki ölçümleri, ölçü aletine zarar vermeden ve hatasız olarak yapabilecektir. <b>Amaçlar:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ölçme işlemlerini yapabilecektir.</li><li>2. Doğru akım devresi kurabilecektir.</li><li>3. Alternatif akım devresi kurabilecektir.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Elektrik - Elektronik laboratuvarı, işletme ortamı. Donanım (Araç-gereç, ekipman ve koşullar) Projeksiyon, analog/dijital ölçü aletleri, elektrik kabloları, çeşitli büyüklük ve çeşitlerde direnç, kondansatör, bobin, diyot, transistör, mantıksal devre elemanları.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen öğretici sorular ile öğrendiğiniz bilgileri pekiştirecek ve kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda ise ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz.

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Günlük hayatta sık olarak kullandığımız elektrik enerjinin özelliklerinin bilinmesi elektrik ile ilgili çalışanların elektrik kazalarına karşı önlem almasını da kolaylaştıracaktır. Ayrıca kullanılan el takımlarının ve ölçü aletlerinin de özelliklerinin bilinmesi önemlidir.

Elektrik enerjisi alternatif ve doğru akım olarak iki türde karşımıza çıkmaktadır. Alternatif akım ve doğru akımın özellikleri, elektrik devre analizi ve devre elemanlarının özellikleri modülde yer almaktadır.

Bu modülü tamamladığınızda elektrik enerjisi, el takımları ve ölçü aletleri, alternatif akım ve doğru akım ile temel bilgileri alabileceğiniz ve günlük hayatta alternatif akımı ve doğru akımı güvenli bir şekilde kullanabileceksiniz. Ayrıca alternatif akıma ve doğru akıma ait elektriksel ve bu büyüklüklerin aralarındaki ilişkileri kavrayabileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Değişik tipteki avometrelerle (multimetrelerle) gerekli bölüm ve kademe ayarlarını yapıp uygun bağlantı şeklini kurarak akım, gerilim, direnç, endüktans ve kapasite değerlerini hatasız ve tekniğine uygun olarak ölçebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Avometrelerin yapı, şekil ve çeşitlerini araştırarak bir rapor haline getiriniz.

## 1. ÖLÇME VE ÖLÇÜ ALETLERİ

### 1.1. Elektrik Kazalarına Karşı Korunma ve İlk Yardım

#### 1.1.1. Kısa Devre

Kısa devre; kırmızı, sarı, mavi, nötr ve toprak hatlarının en az ikisinin birbirine temas ederek elektriksel akımın bu yolla devresini tamamlamasıdır.

Elektrik akımı taşıyan devrelerde kısa devre olması olağandır. Özellikle yüksek gerilim ihtiva eden sistemlerde mümkündür. Böyle bir durum çok büyük tehlikeler arz eder. Bugün gerek sistemi, gerekse sistemde görev yapan elemanları korumak için çeşitli önlemlerin alınması başlıca yaptırımlar arasına girmiştir.

#### 1.1.2. Sigortalar

Alternatif ve doğru akım devrelerinde kullanılan cihazları ve bu cihazlarda kullanılan iletkenleri, aşırı akımlardan koruyarak devreleri ve cihazı hasardan kurtaran elamanlardır. Sigortalar; evlerde, elektrik santrallerinde, endüstri tesislerinde kumanda panolarında, elektrikle çalışan bütün aletlerde kullanılır.

#### 1.1.3. Topraklama

Binanın elektrik sistemi kurulurken binanın dışında toprağa belirli bir büyüklükte bir bakır çubuk veya bakır levha gömülür. Bu bakır çubuğa bağlı bir kablo, binanın girişindeki faz ve nötrün binaya ilk girdiği ana elektrik kutusuna kadar getirilir. Bu noktadan itibaren tüm binaya, tüm dairelere bir faz, bir nötr ve bir de toprak hattı gider. Topraklı prizlerde ortadaki iki delik faz ve nötr'e bağlı iken, dış taraftaki metal çıkıntılar da toprak hattına bağlanır.

## **1.1.4. Yalıtım**

### **1.1.4.1. Koruyucu Yalıtma**

Normalde gerilim altında olmayan, ancak yalıtım hatası sonucu elektriklenebilen parçaların izoleli yapılmasıdır. Elektrik işlerinde kullanılan penseler, kargaburunlar, tornavidalar ve benzer el aletleri uygun şekilde yalıtılmış; yağdanlıkların, süpürgelerin, fırçaların ve diğer temizlik araçlarının sapları akım geçirmeyen malzemeden yapılmış olmalıdır.

### **1.1.4.2. Üzerinde Durulan Yerin Yalıtılması**

Yerleri değişmeyen sabit elektrikli makine ve araçlarla, elektrik panolarının taban alanına tahta ızgara, lastik paspas vb. konulmak suretiyle yapılan bir korunma önlemidir. Bu korunma önlemi, herhangi bir elektrik kaçağında insanı toprağa karşı yalıtıldığı için elektrik çarpması gerçekleşmez.

## **1.1.5. Elektrik Kazalarına Karşı Alınacak Tedbirler**

Elektrik tesislerinde, evlerimizde, iş yerlerimizde yapılan hatalar ve yıldırım düşmesi sonucunda insan hayatı ile ilgili elektrik çarpması ve yanıklar meydana geldiği gibi yangınlar da baş gösterebilir. Bunlara karşı ani ve etkili tedbirler almak suretiyle zararlar en düşük seviyede tutulabilir.

## **1.1.6. Elektrik Çarpmalarına Karşı İlk Yardım Tedbirleri**

Üzerinden elektrik akımı geçerek elektriğe çarptıran bir kimse, komaya girmişse tekrar hayata kavuşturmak için vakit kaybetmeden aşağıdaki ilk yardım tedbirleri uygulanır:

- Kazazedenin elektrik çarpmasına maruz kaldığı hatalı akım devresi derhal kesilir; bunun için duruma göre fiş prizden çekilir, anahtar açılır veya sigorta çıkarılır.
- Eğer akımın derhal kesilmesi mümkün olmazsa elektrik alanı, kuru bir tahta parçası, bir baston veya benzeri, kolayca tedarik edilebilecek yalıtkan bir cismin aracılığı ile kazazededen uzaklaştırılır.
- Eğer elektrik tesislerinin uzaklaştırılması mümkün olmazsa, bu taktirde kazazede, elbisenin kuru olan kısımlarından çekilerek veya kazazedeyi kuru bir bez veya elbise parçası ile tutarak gerilimin altında bulunan tesis kısmından uzaklaştırılır.
- Bu esnada yardım eden kimselerin de aynı zamanda elektrik çarpmasına maruz kalmamaları için kazazedenin el, kol, ayak veya bacak gibi çıplak vücut kısımlarından tutarken aynı zamanda topraklanmış madeni kısımlara temas etmemeye ve iletken zemine basmamaya dikkat etmeleri gerekir.
- Komaya girmiş olan kazazedenin elbiselerini çıkartmak için zaman kaybetmeden derhal suni teneffüs uygulanır ve bu işe olumlu sonuç alınıncaya kadar uzun zaman devam edilir. Kazazedenin öldüğüne kesin olarak kanaat

- getirilmeden, mesela ölüm morluğu baş göstermeden veya ışık tutulduğunda göz bebeklerinde daralma olduğu sürece suni teneffüse nihayet verilmemelidir.
- Bir taraftan suni teneffüs yaptırılırken diğer taraftan da hastaneye veya en yakın ilk yardım merkezine telefon ederek sıhhi yardım istenmeli ve ambulans çağrılmalıdır.
  - Kazazede, ambulansla hastaneye nakledilirken dahi bir taraftan oksijen verilirken diğer taraftan derhal suni teneffüse devam edilmelidir.
  - Kazazedeye suni teneffüs yaptırmak için geliştirilmiş cihazlar vardır. Ancak bunlar hastanelerde ve ilk yardım merkezlerinde bulduklarından, bu cihazlar olmadan da suni teneffüs yaptırılabilir. Elektrik çarpmasının baş gösterdiği yerlerde hiçbir zaman özel suni teneffüs cihazları bulunmadığından ve esasen bunları tedarik edinceye kadar hastanın bekletilmesine müsaade edilmeyip derhal suni teneffüse başlanması şart olduğundan, araçsız suni teneffüs uygulanmasının önemi çok büyüktür.
  - Suni teneffüs, nefes alma merkezlerinin dinlenmesini ve rahatlamasını sağlar; böylece suni teneffüs yaptırılan hasta, bir süre sonra kendiliğinden nefes almaya başlar. Bu süre, icabında 5 saat veya daha fazla sürebilir. Onun için nöbetleşerek suni teneffüs yaptırabilmek için birkaç yardımcının hazır bulundurulmasında fayda vardır.
  - Suni teneffüs yaptırılacak kazazede, havadar ve rahat bir yere sırt üstü yatırılır. Nefes almayı kolaylaştırmak için yakası açılır, varsa kravatı çözülür. Ağzın, mideden gelen veya ağızda kalmış olan yiyecek artıklarından temizlenmesi ve şayet varsa, takma dişlerin çıkarılması şarttır. Dilin geri çekilerek boğazı tıkamamasına dikkat edilir. Bunun için dilin daima ağız içinde serbest olması sağlanır.

### **1.1.7. Yanıklara Karşı Tedbirler**

- Büyük yanık yaralarına pudra dökülmez, yağ veya merhem sürülmez ve sargı yapılmaz. Yanık yaraları sadece mikropsuz ve temiz örtülerle örtülür.
- Küçük yanık yaraları ancak özel merhemlerle ve antiseptik sargı bezleriyle sarılır.  
Büyük sanayi işletmelerinde ilk yardım için yetiştirilen ekip, gerekli ilaç ve tedavi araçları ile donatılmış olarak yardıma hazır bulundurulur.

### **1.1.8. Yangına Karşı Tedbirler**

Yalnız elektrik tesisleri sebebiyle meydana gelen yangına karşı değil; genel olarak yangın hangi kaynaktan gelirse gelsin bütün yangınlara karşı evlerde ve iş yerlerinde yangın söndürme cihazları ve yangın söndürmek için gerekli araç ve gereçler daima çalışır bir durumda hazır bulundurulmalı ve personel, yangın söndürme için eğitilmelidir.

Yangın, elektrik tesislerindeki bir hatadan kaynaklanmasa dahi ilk tedbir olarak ana anahtar açılarak veya ana sigortalar çıkarılarak elektrik tesisleri gerilimsiz bırakılır. Böylece yangın sebebi ile meydana gelen izolasyon hataları yüzünden kısa devrelerin ve yeni yangın ortamının meydana gelmesi önlenmiş olur. Eğer yangının başladığı bir yerde ayrıca bir şahıs

elektriğe çarpılmışsa veya yanık yarası almışsa, bu kimse emin bir yere nakledilerek evvela yangın söndürülür ve bundan sonra ilk yardım tedbirleri uygulanır.

## 1.2. El Takımları ve Kullanımı

### 1.2.1. Kontrol Kalemleri

Kontrol kalemleriyle devrede enerji ve kaçak olup olmadığı ve cihaz kontrolü gibi işlemler yapılır.

Bu kontrol işlemleri yapılırken dikkatli olunmalıdır. Kontrol kalemleri ile ölçüm yapılırken dik tutulmalıdır ve dikkatli olunmalıdır. Yan tutulması veya dikkatsiz ölçüm yapılması neticesinde kısa devre (faz-nötr, faz-faz çakışması) durumu ile karşılaşılabilir.

Kontrol kalemlerinin uçları hassas olduğundan tornavida yerine kullanılması doğru değildir. Tornavida yerine kullanılması durumunda uçları çabuk bozular, ayrıca tornavidalar kadar darbelere dayanıklı olmadıklarından kolay kırılırlar. Kontrol kalemi, ancak devrede gerilim olup olmadığının kontrolünde kullanılır.



Resim 1.1: Çeşitli kontrol kalemleri

### 1.2.2. Pense

İletkenleri, küçük parçaları tutmaya, çekmeye, sıkıştırmaya ve bükerek şekil vermeye yarayan bir alet olan pensenin sap kısımları izole edilmiştir. Elektrikçilerin kullandığı penseler daha kuvvetli olup metal kısma yakın olan bölgeye elin temas etmemesi için kaymayı önleyici çıkıntılar yapılmıştır.

Elektronikçilerin kullandıkları ise daha küçük yapıda yaylı ve sap kısmında çıkıntı yoktur. Bazılarında ise ağız ve sap kısmına ilaveler yapılarak iletken ve sac kesme gibi işler için de kullanılabilir. Ayrıca ayarlı pense, papağan pense, düz ve eğri segman penseleri ile kerpeten de değişik amaçlar için imal edilmiş pense gurubunda sayılan aletlerdir. Ancak bu aletleri kullanırken elini veya diğer parmaklarını kısırmamak için dikkatli olmak gerekmektedir.



**Resim 1.2: Pense**

### **1.2.3. Kargaburun**

Penseye göre ağız kısmı daha ince ve uzun olması nedeni ile pensenin sığamayacağı yerlerdeki parçaların tutulması ve daha küçük ölçüdeki bükme, kıvrırma ve şekillendirme işlerinde kullanılır. Düz ve eğri ağızlı olmak üzere çeşitleri vardır.



**Resim 1.3: Kargaburun**

### **1.2.4. Yankeski**

İletkenleri kesmek amacıyla kullanılan bu aletin de elektrikçiler ve elektronikçilerin kullanabileceği şekilde yapılmış olanları vardır. Bunun yanında daha kalın kabloları kesmek için kablo makasları kullanılabilir.



**Resim 1.4: Yankeski**

## 1.3. Elektrik Enerjisi ve Özellikleri

Enerji kısaca tanımlamak gerekirse iş yapabilme gücü ve yeteneğidir. Skaler büyüklüktür. Toplamda 8 tane ana enerji türü bulunmaktadır. Bu türler ; potansiyel enerji, kinetik enerji, ısı enerjisi, ışık enerjisi, elektrik enerjisi, kimyasal enerji, nükleer enerji ve ses enerjisidir.

### 1.3.1. Elektrik Enerjisi

#### 1.3.1.1. Elektrik Enerjisinin Tarihçesi ve Tanımı

Bilim, doğanın temel yasalarının araştırılması ve öğrenilmesi etkinliğidir. Teknoloji ise insanlığın doğa içindeki gücünü arttırmasına olanak sağlar. İnsanlık binlerce yıldan beri, hem doğayı anlamaya ve kavramaya, hem de onun yasalarına bağlı kalarak gücünü ve etkinliğini arttırmaya çalışmıştır. Taştan balta yapılması, ateşin keşfi, ok ve yayın icadı, bronz ve demirin keşfi ve eritilmesi, tekerleğin icadı, piramitlerin yapımı, hayvanların evcilleştirilmesi ve büyük tarım devrimi, insanlığın binlerce yıl önce sağlamış olduğu bilimsel ve teknolojik gelişmenin en önemli aşamalarından bazılarıdır. Ancak bu gelişmeler çok uzun tarihsel dönemlerde gerçekleşebilmiştir. Keşif ve icatların birikmesi, nüfusun artması, ulaşım araç ve imkânlarının çoğalması ve yazının bulunmasıyla, bilimsel ve teknolojik gelişmeler de hızlanmaya ve çeşitlenmeye başlamıştır.

Bir enerji kaynağı ve aracı olarak elektriğin pratikteki kullanımı, henüz yeni sayılabilecek modern dönemlere özgü olmakla birlikte, elektrik kavramının ve elektrikle ilgili düşünce ve deneyimlerin doğuşu ve gelişimi oldukça eskidir. Elektrik ve mıknatıs (magnet) sözcüklerinin kökeni eski Yunancadan gelmektedir. Elektrik sözcüğünün kaynağı " kehribar " anlamına gelen Yunanca elektron sözcüğüdür. Mıknatıs (magnet) sözcüğünün de, mıknatıs taşlarına oldukça sık rastlanan Batı Anadolu'daki Magnesia (bugünkü Manisa) bölgesinden türediği sanılmaktadır. Ancak elektrik ve manyetizma ile ilgili elimizdeki ilk yazılı belgeler eski Yunan filozof Tales'in (M.Ö.625-M.Ö.545) elektriğe ve manyetizmaya ilişkin önemli gözlemlerde bulunduğu, Aristoteles'in yazılarından öğreniyoruz. Bu gözlemlerinde Tales, kehribarın hafif cisimleri ve mıknatıs taşının da demiri çekebilme özelliği bulunduğunu saptamıştır. Hatta daha da ileri giderek bu iki tür olay arasında ilişki kurmaya çalışmıştır. Romalı şair Lukretyüs, De Nerum Natura adlı yapıtında mıknatıs taşının demir halkaları çekebildiğinden söz etmektedir.

Elektrik yüklerinin artı ve eksi olarak belirlenip adlandırılmasını sağlayan Benjamin Franklin (1706-1790)'dir. Franklin, yaptığı çeşitli deneylerin sonucunda elektriğin belirli ortamlarda fazla veya eksik ölçülerde bulunabilen bir sıvı olduğu görüşüne vardı. Her ikisinde de elektrik eksikliği ya da fazlalığı bulunan cisimlerin birbirini ittiğini, birinde eksiklik diğesinde fazlalık olan cisimlerin ise birbirlerini çektiğini leri sürdü. Fazlalığı artı elektrik, eksikliği ise eksi elektrik olarak adlandırdı. Leyden şişesiyle ilgili deneyleri de sürdüren Franklin, Leyden şişesinden boşalan elektriğin oluşturduğu çatırtılar ve kıvılcımlar ile fırtınalı havalardaki gök gürültüsü ve şimşek arasında bir ilişki olması gerektiğini düşündü ve 1752'de, fırtınalı bir havada uçurduğu bir uçurtma ile bir leyden şişesini yüklemeyi başardı. Franklin'in bu deneyden pratik yararlar elde etme yönündeki girişimleri

paratonerin bulunmasına giden yolu açtı. Bu nedenle, yıldırıma karşı bir korunma aracı olarak kullanılan ve toprağa bağlı bir metal çubuktan ibaret olan paratonerin gerçek yaratıcısı Franklin'dir. 1782 yılında Amerika'nın Philadelphia kentinde paratoner kullanan konut sayısı 400'ü geçiyordu.

Volta daha sonra buluşunu geliştirdi ve tuzlu suyla nemlendirilmiş kartonlarla birbirlerinden ayrılmış ince bakır ve çinko levhaları üst üste koyarak hazırlanabilen piller yaptı. Volta pili kısa bir süre içinde, özellikle kimya dalında olmak üzere önemli gelişmelere yol açtı. İngiliz kimyacı Humphry Davy ( 1778 - 1829 ), 1807 yılında, özel olarak yapılmış güçlü bir Volta pilini kullanarak bileşikler içinden elektrik akımını geçirmek suretiyle potasyum ve sodyumu bileşiklerinden ayırmayı başardı. Elektrodinamiğin kurucusu olan Ampère aynı zamanda elektrik ölçme tekniklerini de geliştirdi ve serbestçe hareket eden bir iğnenin yardımıyla elektrik akımını ölçen bir aygıt yaptı. İletkenlerden geçen elektrik akımına ilişkin çalışmalar yapan Alman fizikçi Georg Simon Ohm (1789-1854), bir iletkenin geçen akımın iletkenin uçları arasındaki gerilim ile doğru, iletkenin direnciyle ters orantılı olduğunu buldu. Ohm, günümüzde kendi adıyla anılan bu yasayı ve onunla ilgili düşüncelerini 1827 yılında yayınladı.

İlk kez deniz fenerlerinde kullanılan ark lambaları daha sonra sokak aydınlatılmasında da kullanılmaya başlandı. Bu yöndeki ilk uygulama, 1877 yılında Paris'te Avenue d'Opera caddesinin ark lambaları ile aydınlatılmasıdır. Bu uygulama alternatif akımla çalışan ark lambaları ve enerji kaynağı olarak da Gramme dinamları kullanılmıştı. Benzeri sokak ve işyeri aydınlatma sistemleri daha sonra Avrupa ve Amerika'nın belli başlı şehirlerinde de kullanılmaya başlandı. XIX. yüzyılın ilk yarısında İngiltere'de platin flâman kullanılan akkor lambalar yapılmıştı. Ancak lambalarda istenilen düzeyde vakum elde edilemediği için başarılı sonuçlar alınamamıştır. Civa pompasının bulunmasıyla yüksek vakum sağlama olanakları doğdu ve böylece daha iyi sonuçlar alındı. Ancak akkor lambanın ticari uygulamaya girebilmesini sağlayan mucit, Amerikalı Thomas Alva Edison (1847-1931)'dir. Edison, 1877'de, sesi kaybedip yineleyebilen gramfonu (fonograf) geliştirmişti. İki yıl sonra da lamba üzerinde çalışmaya başladı. En uygun flâman maddesinin seçimi için yüzlerce deney yaptıktan sonra karbon flâmanlı akkor lamba için patent başvurusunu yaptı. Üç yıl sonra New York sokakları artık bu lambalarla aydınlanıyordu. Edison yaşamı boyunca gerçekleştirdiği çeşitli buluşları için 1093 patent aldı.

Kimya ve elektrik devrimlerinin başlaması için yaklaşık bir yüzyılın daha geçmesi gerekmiştir. Elektrik devrimi kavramını da Coulomb'un kendi adıyla tanınan yasasını yayınladığı 1785 ile Maxwell'in "Treatise on Electricity and Magnetism (Elektrik ve Manyetizma Üzerine İnceleme) " adlı yapıtını yayınladığı 1873 tarihi arasındaki dönem için kullanabiliriz. 88 yıl süren bu dönemde matematikteki gelişmelerle elektrikteki gelişmeler arasında yakından ilişkiler vardır. Bu ilişkiye örnek olarak, elektrik ve manyetizmanın matematik kuramının kurulmasının öncülerinden biri olan G. Green'i ve çalışmalarını verebiliriz. [ Bir fırıncının oğlu olan ve kendisi de fırıncılık yapan Green (1793-1841), hiç eğitim almaksızın kendi kendini yetiştirmiş ender rastlanan matematikçilerden biridir. Elektrikle ilgili tüm matematiksel çalışmaları izlemiş ve 1828 yılında "Matematik Çözümlemenin Elektrik ve Manyetizma Kuramlarına Uygulanması Üzerine Deneme" adlı makalesini yayınlamıştı. Bu makalede geliştirilen ve bugün onun adıyla anılan Green karşılıklık teoremi ile Green teoremi ve Green işlevleri, elektrik potansiyelinin



hesaplanmasında kullanılan en önemli araçlardır. Green, 40 yaşında Cambridge Üniversitesi'ne kaydolmuş ve matematik bölümünü dördüncü olarak bitirmişti. ] Elektrik ile matematik arasındaki ilişki için daha özel olarak da şunu söyleyebiliriz. Örneğin, Fransız matematikçi Pierre Simon Laplace (1749-1827) Laplace Denklemi, Fransız matematikçi Joseph Fourier ( 1768 - 1830 ) Fourier Serilerini ve Alman matematikçi Carl Friedrich Gauss ( 1777 - 1855 ) vektör hesabının önemli bir teoremi olan Gauss Teoremini geliştirmiş olmasaydı, modern elektromanyetizma kuramı da geliştirilemezdi.

### 1.3.1.2. Elektrik Enerjisinin Özellikleri

- Elektrik enerjisinin diğer enerji türlerine dönüştürülmesi kolaydır.
- Diğer enerji türlerine göre çok uzaklara taşınması ve kullanılması son derece rahattır.
- Verimi yüksektir. Bir enerji, istenen başka bir enerji türüne dönüştürülürken, ekseriya istenmeyen başka enerji türleri de ortaya çıkar. Bunların arasında özellikle ısı enerjisinin büyük olması dikkati çeker. İstenmeyen bu ısı enerjisi, yararlanılmadığı için yitilir ve verimi düşürür. İşte elektrik enerjisinin ısıdan başka bir enerjiye dönüştürülmesinde oluşan ısı enerjisi az olduğu için verimi yüksektir.
- Elektrik enerjisi sayısız bir çok parçaya ayrılarak kullanılabilir. Örneğin: Bir elektrik santralinde kazanılan elektrik enerjisi, enerji taşıma hatlarıyla büyük kentlere götürülmekte ve orada sayısız konut ve iş yerlerine dağıtılarak kullanılmaktadır.
- Elektrik enerjisi bulunduğu yerin ekonomik, sosyal ve kültürel düzeylerini hızla yükseltir ve kendisine karşı duyulan gereksinmenin artmasına gene kendisi neden olur.
- Elektrik enerjisi toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel yönlerden kalkınmasını sağlayan ve çağdaş uygarlığın en önemli araçlarından biri durumundadır.
- Son 50 yıl içinde baş döndürücü bir hızla ilerleyen teknolojiadaki gelişimler ve hatta bir ev kadınının eli altına bir makinanın verilmesi (örneğin çamaşır makinesi) elektrik enerjisi sayesinde olanaklı olmuştur.

Elektrik enerjisinin belirtilen bu ve bunlara benzer avantajları ve iyi yönleri yanı sıra sakıncalı yönleri de vardır. Bunların başında elektrik enerjisinin depo edilemeyen bir enerji türü olması gelir. Nitekim elektrik enerjisi üretildiği anda kullanılmak zorunluluğundadır. Bundan dolayı üretim ile tüketim arasında devamlı bir dengenin bulunması gerekir. Ayrıca üretim sisteminde bir arıza ortaya çıktığında, bu sisteme bağlı sayısız abonede hizmetlerin durmasına ya da aksamasına neden olur. Bu nedenle, elektrik enerjisinin üretiminde sürekli bir devamlılığın sağlanması ve elde büyük ölçüde yedek sistemlerin bulundurulması zorunludur. Elektrik enerjisinin bir başka sakıncası da üretimine paralel olarak taşıma ve dağıtım için özel düzenlere kesinlikle gereksinme duymasıdır. Oysaki, örneğin: bir doküma fabrikası ürünlerini tüketiciye götürmek için özel yollara ve taşıtlara gereksinme duymaz. Bu görevi herkesin yararlandığı bir yoldan ve bir kamyon ile yapabilir. Buna karşın elektrik enerjisinin taşıma ve dağıtılması için projeye ayrıca yatırımların (örneğin: direkler, teller, izolatörler...) katılması zorunlu olmaktadır.



Birim zamandaki elektrik enerjisi, elektrik gücü olarak tanımlanır. Bu nedenle güç ile zamanın çarpımından elektrik enerjisi miktarı hesaplanabilir.

$$W = P \cdot t$$

W: Elektrik enerjisi [Ws] veya [J]

P: Elektrik gücü[W]

T: Zaman[s]

Enerji birimi olarak [Ws] veya [J] kullanılmaktaysa da bazen ifade edilmek istenen enerji miktarı çok daha büyük olabilmektedir. Günlük hayatta daha çok [Wh] ya da [kWh] birimleri kullanılmaktadır.

Aşağıda enerji birimlerini ve anlamlarını görebilirsiniz.

Enerji birimi	Açıklama
J (joule)	Mekanik enerji birimi
Ws (watt saniye)	1[Ws]--- 1[W]'lık cihazın 1[s] de harcadığı enerji 1[Ws]=1[J]
Wh (watt saat)	1[Wh]--- 1[W]'lık cihazın 1[h] saatte harcadığı enerji
kWh	1[kWh]=1000[Wh]

**Tablo 1.1: Enerji birimleri ve anlamları**

**Örnek 1.4:** Evimizde kullandığımız 100[W]'lık lambayı günde 4 saat yaktığımızda 30 gün için bu lambanın harcadığı toplam enerji miktarını hesaplayınız.

#### Çözüm 1.4

En kolay hesaplama için kullanılacak birim [Wh]'dir. Buna göre:

$$W=100[W] \times 4[h] \times 30= 12000[Wh] \text{ (30 günde harcanan toplam enerji)}$$

$$1[kWh] = 1000[Wh]$$

$$W=12000/1000=12[kWh] \quad \text{(30 günde harcanan toplam enerji)}$$

Zamanı saniye cinsinden kullanırsak enerji miktarı [Ws] olarak ifade edilir.

$$t=4[h]=4 \times 60 \times 60[s]$$

$$W=100[W] \times 4 \times 60 \times 60[s]=1440000[Ws] \quad \text{(1 günde harcanan toplam enerji)}$$

$$W=100[W] \times 4 \times 60 \times 60[s] \times 30=43200000[Ws] \quad \text{(30 günde harcanan toplam enerji)}$$

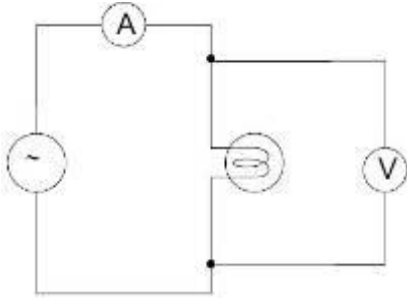
$$1[Ws]=1[J]$$

$$W=1440000[J]$$

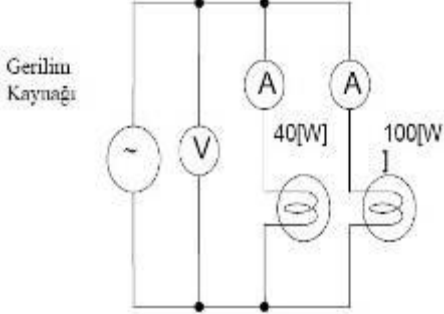
$$W=43200000[J]$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

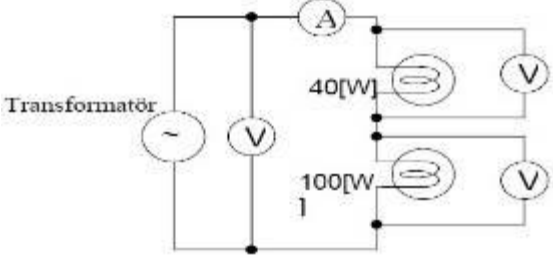
Bu uygulama faaliyeti ile 220 V AC gerilimde çalışan değişik güçteki lambaların dijital Avometre ile AC akım ve geriliminin ölçümünü kavrayabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler																
	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ölçüm için kullanılacak 220V gerilim değeri insan sağlığı için tehlikeli olabileceğinden uygulamamızda çok dikkatli olunması gerekir.</li></ul>																
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devre şemasına göre gereksinim duyulan alet ve gereçleri seçerek deney masası üzerinde uygun konumda yerleştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Transformatörün ve dijital avometrenin ayarlarını kontrol ediniz.</li><li>➤ Bütün anahtar ve butonlar ölçümden önce kapalı durumda olmalıdır (özellikle “output butonu”).</li><li>➤ Gerilim kaynağının çıkış gerilimi minimum seviyede olmalıdır.</li></ul>																
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devre şemasına göre kablolarla bağlantıları yapınız.</li><li>➤ Dijital avometrenin seçici anahtarını AC durumuna getiriniz ve ölçüm kademesini 300V’tan daha büyük bir değere getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bağlantılar ve ayarlar bütün grup üyeleri tarafından kontrol edildikten sonra öğretmeninizi çağırınız.</li></ul>																
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerilim kaynağını çalıştırınız ve çıkış geriliminin ‘0V’ olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ ‘Output’ butonuna basınız ve çıkış gerilimini ayar düğmesi yardımıyla yükseltiniz. Çıkış gerilimi istenen değere gelinceye kadar devrede beklenmeyen bir durum olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.</li><li>➤ ‘Output’ butonuna basarak çıkış geriliminin ‘0V’ olmasını sağlayınız.</li><li>➤ Lambayı değiştirip ölçüm işlemlerini tekrar ediniz.</li><li>➤ Her iki durum için dirençleri hesaplayınız.</li></ul>	<table border="1"><thead><tr><th>Lamba değerleri</th><th colspan="2">Ölçüm sonuçları</th><th>Hesaplama</th></tr></thead><tbody><tr><td>V [V] P [W]</td><td>Akım</td><td>Gerilim</td><td>Direnç</td></tr><tr><td>220 [V] 40 [W]</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>220 [V] 100 [W]</td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Lamba değerleri	Ölçüm sonuçları		Hesaplama	V [V] P [W]	Akım	Gerilim	Direnç	220 [V] 40 [W]				220 [V] 100 [W]			
Lamba değerleri	Ölçüm sonuçları		Hesaplama														
V [V] P [W]	Akım	Gerilim	Direnç														
220 [V] 40 [W]																	
220 [V] 100 [W]																	

Bu uygulama faaliyeti ile paralel bağlantıda hangi lambanın parlak yanabileceğini anlayabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler															
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Deneyden önce hangi lambanın daha parlak yandığını (veya daha fazla enerji harcadığını) düşününüz. Nedenini açıklayınız. Düşüncelerinizi grup üyeleriyle paylaşınız. Daha sonra yaptığınız gerilim ve akım ölçümleriyle düşüncelerinizi karşılaştırınız.</li> </ul>															
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre şemasına göre gereksinim duyulan alet ve gereçleri seçerek deney masası üzerinde uygun konumda yerleştiriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerilim kaynağının ve dijital avometrenin ayarlarını kontrol ediniz.</li> <li>➤ Bütün anahtar ve butonlar ölçümden önce kapalı durumda olmalıdır (özellikle 'output butonu').</li> <li>➤ Transformatörün çıkış gerilimi minimum seviyede olmalıdır.</li> </ul>															
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre şemasına göre kablolarla bağlantıları yapınız.</li> <li>➤ Dijital avometrenin seçici anahtarını AC akım durumuna ve ölçüm kademesini maksimum akım durumuna ayarlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bağlantılar ve ayarlar bütün grup üyeleri tarafından kontrol edildikten sonra öğretmeninizi çağırınız.</li> </ul>															
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerilim kaynağını çalıştırınız ve çıkış geriliminin '0V' olup olmadığını kontrol ediniz.</li> <li>➤ "Output" butonuna basınız ve 220 V oluncaya kadar gerilimi kademe kademe yükseltiniz. Bu işlemi yaparken devrede beklenmeyen herhangi bir durum olup olmadığını kontrol ediniz (özellikle dijital AVometre değerleri).</li> <li>➤ Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.</li> <li>➤ 'Output' butonuna basınız. Gerilim ayar düğmesini minimum seviyeye getiriniz.</li> <li>➤ Parlak yanan lambanın gücü .....[W] .</li> <li>➤ Yandaki tablo için hesaplamaları yapınız.</li> </ul>	<table border="1" data-bbox="773 1259 1233 1597"> <thead> <tr> <th data-bbox="773 1259 877 1317">Lamba değerleri</th> <th colspan="2" data-bbox="877 1259 1114 1317">Ölçüm sonuçları</th> <th data-bbox="1114 1259 1233 1317">Hesaplama</th> </tr> <tr> <th data-bbox="773 1317 877 1442">V [V] P [W]</th> <th data-bbox="877 1317 995 1442">Transfor- matör gerilimi</th> <th data-bbox="995 1317 1114 1442">Akım [A]</th> <th data-bbox="1114 1317 1233 1442">Güç [W]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="773 1442 877 1514">220[V] 40[W]</td> <td data-bbox="877 1442 995 1514" rowspan="2">220 [ V ]</td> <td data-bbox="995 1442 1114 1514"></td> <td data-bbox="1114 1442 1233 1514"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="773 1514 877 1597">220[V] 100[W]</td> <td data-bbox="995 1514 1114 1597"></td> <td data-bbox="1114 1514 1233 1597"></td> </tr> </tbody> </table>	Lamba değerleri	Ölçüm sonuçları		Hesaplama	V [V] P [W]	Transfor- matör gerilimi	Akım [A]	Güç [W]	220[V] 40[W]	220 [ V ]			220[V] 100[W]		
Lamba değerleri	Ölçüm sonuçları		Hesaplama													
V [V] P [W]	Transfor- matör gerilimi	Akım [A]	Güç [W]													
220[V] 40[W]	220 [ V ]															
220[V] 100[W]																

Bu uygulama faaliyeti ile seri bağlantıda hangi lambanın parlak yanabileceğini anlayabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler																						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Deneiden önce hangi lambanın daha parlak yandığını (veya daha fazla enerji harcadığını) düşününüz. Nedenini açıklayınız. Düşüncelerinizi grup üyeleriyle paylaşınız. Daha sonra yaptığınız gerilim ve akım ölçümleriyle düşüncelerinizi karşılaştırınız.</li> </ul>																						
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre şemasına göre gereksinim duyulan alet ve gereçleri seçerek deney masası üzerinde uygun konumda yerleştiriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Transformatörün ve dijital AVometrenin ayarlarını kontrol ediniz.</li> <li>➤ Bütün anahtar ve butonlar ölçümden önce kapalı durumda olmalıdır (özellikle 'output butonu').</li> <li>➤ Transformatörün çıkış gerilimi minimum seviyede olmalıdır.</li> </ul>																						
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devre şemasına göre kablolarla bağlantıları yapınız.</li> <li>➤ Dijital avometrenin seçici anahtarını AC durumuna getiriniz ve ölçüm kademesini 300 V' tan daha büyük bir değere getiriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bağlantılar ve ayarlar bütün grup üyeleri tarafından kontrol edildikten sonra öğretmeninizi çağırınız.</li> </ul>																						
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Transformatörü çalıştırınız ve çıkış geriliminin '0V' olup olmadığını kontrol ediniz.</li> <li>➤ 'Output' butonuna basınız ve 220V oluncaya kadar gerilimi kademe kademe yükseltiniz. Bu işlemi yaparken devrede beklenmeyen herhangi bir durum olup olmadığını kontrol ediniz (özellikle dijital avometre değerleri).</li> <li>➤ Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.</li> <li>➤ 'Output' butonuna basınız. Gerilim ayar düğmesini minimum seviyeye getiriniz.</li> <li>➤ Parlak yanan lambanın gücü .....[W].</li> <li>➤ Yandaki tablo için hesaplamaları yapınız.</li> </ul>	<table border="1" data-bbox="798 1203 1258 1543"> <thead> <tr> <th data-bbox="798 1203 921 1259">Lamba değerleri</th> <th colspan="3" data-bbox="921 1203 1144 1259">Ölçüm sonuçları</th> <th colspan="2" data-bbox="1144 1203 1258 1259">Hesaplanan</th> </tr> <tr> <th data-bbox="798 1259 921 1379">V [V] P [W]</th> <th data-bbox="921 1259 1025 1379">Transformatör gerilimi</th> <th data-bbox="1025 1259 1099 1379">Akım [A]</th> <th data-bbox="1099 1259 1144 1379">Gerilim [V]</th> <th colspan="2" data-bbox="1144 1259 1258 1379">Güç [W]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="798 1379 921 1462">40[W]</td> <td data-bbox="921 1379 1025 1462" rowspan="2">220 [V]</td> <td data-bbox="1025 1379 1099 1462" rowspan="2"></td> <td data-bbox="1099 1379 1144 1462"></td> <td colspan="2" data-bbox="1144 1379 1258 1462"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="798 1462 921 1543">100[W]</td> <td data-bbox="1099 1462 1144 1543"></td> <td colspan="2" data-bbox="1144 1462 1258 1543"></td> </tr> </tbody> </table>	Lamba değerleri	Ölçüm sonuçları			Hesaplanan		V [V] P [W]	Transformatör gerilimi	Akım [A]	Gerilim [V]	Güç [W]		40[W]	220 [V]					100[W]			
Lamba değerleri	Ölçüm sonuçları			Hesaplanan																			
V [V] P [W]	Transformatör gerilimi	Akım [A]	Gerilim [V]	Güç [W]																			
40[W]	220 [V]																						
100[W]																							

## 1.4. İletkenler, Yalıtkanlar ve Yarı İletkenler

Elektrik enerjisinin iletim durumlarına göre maddeler üçe ayrılır. Bunları basit olarak tanımlayacak olursak;

Elektrik ileten tüm maddelere İletken, elektrik iletmeyen maddelere yalıtkan, elektrik iletkenliği bakımından, iletken ile yalıtkan arasında kalan maddelere ise yarı iletken denir.

Bir maddenin elektrik enerjisine karşı göstermiş olduğu tepki o maddenin atom yapısına bağlı olarak değişmektedir.

### 1.4.1. İletkenler

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

#### İletkenlerin başlıca özellikleri:

- Elektrik akımını iyi iletirler.
- Atomların dış yörüngesindeki elektronlar atoma zayıf olarak bağlıdır. Isı, ışık ve elektriksel etki altında kolaylıkla atomdan ayrılırlar.
- Dış yörüngedeki elektronlara Valans Elektron denir.
- Metaller, bazı sıvı ve gazlar iletken olarak kullanılır.
- Metaller, sıvı ve gazlara göre daha iyi iletkenlerdir.
- Metaller de, iyi iletken ve kötü iletken olarak kendi aralarında gruplara ayrılır.
- Atomları 1 valans elektronlu olan metaller, iyi iletkenlerdir. Buna örnek olarak, altın, gümüş, bakır gösterilebilir.
- Bakır tam saf olarak elde edilmediğinden, altın ve gümüşe göre biraz daha kötü iletken olmasına rağmen, ucuz ve bol olduğundan, en çok kullanılan metaldir.
- Atomlarında 2 ve 3 valans elektronu olan demir (2 dış elektronlu) ve alüminyum (3 dış elektronlu) iyi birer iletken olmamasına rağmen, ucuz ve bol olduğu için geçmiş yıllarda kablo olarak kullanılmıştır.

### 1.4.2. Yalıtkanlar

Yalıtkan maddelerin atomlarının valans yörüngelerinde 8 elektron bulunur. Bu tür yörüngeler doymuş yörünge sınıfına girdiği için elektron alıp verme gibi bir istekleri yoktur.

Bu sebeple de elektriği ilemezler. Yalıtkan maddeler iletken maddelerin yalıtımında kullanılır. Yalıtkan maddelere örnek olarak tahta, cam ve plastiği verebiliriz. İsterseniz bu örnekleri arttırabilirsiniz. Elektrik akımını iletmeyen maddelerdir. Bunlara örnek olarak cam, mika, kâğıt, kauçuk, lastik ve plastik maddeler gösterilebilir. Elektronları atomlarına sıkı olarak bağıdır. Bu maddelerin dış yörüngedeki elektron sayıları 8 ve 8 'e yakın sayıda olduğundan atomdan uzaklaştırılmaları zor olmaktadır.

### 1.4.3. Yarı İletkenler

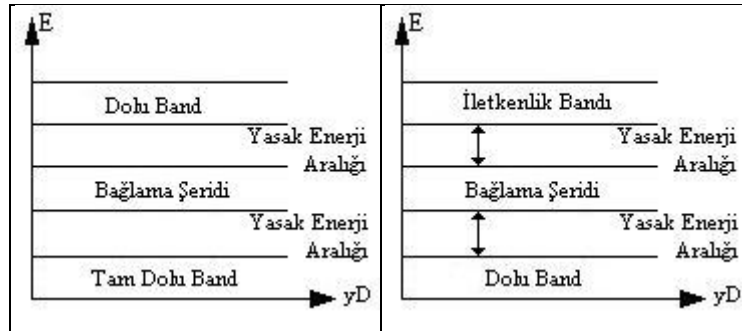
Elektrik akımının bir değere kadar akmasına izin vermeyen bu değerden sonra sonsuz küçük direnç gösteren maddelerdir. Yarı iletkenler periyodik cetvelde 3. ve 5. gruba girerler. Bu demektir ki son yörüngelerinde elektron alıcılığı veya vericiliği iletkenlerden az yalıtıktan daha fazladır.

- İletkenler: Pt, Ni, Au, Cu, Al, Fe, ...
- Yalıtkan: Ebonit, Cam, Tahta, Su, ...
- Yarı iletkenler: S, Ge, Br, Al, In (indiyum), ...



Şekil 1.1: Yer durumu

Kısmen Dolu bant ile iletkenlik şeridi çakışmışsa iletken olurlar.



Şekil 1.2: Band yer durumu

Dolu Bant ile Bağlama Şeridi birbirine yaklaştığı zaman iletken hale gelir. Eğer yarı iletkenlere belirli bir gerilim uygulanırsa Yasak Enerji Aralığı yok edilir ve bağlama şeridi ile iletkenlik bandı bitişir ve iletkenleşir.

#### Yarı iletkenlerin başlıca şu özellikleri vardır:

- İletkenlik bakımından iletkenler ile yalıtkanlar arasında yer alırlar,
- Normal halde yalıtıktırlar.

- Ancak ısı, ışık ve magnetik etki altında bırakıldığında veya gerilim uygulandığında bir miktar valans elektronu serbest hale geçer, yani iletkenlik özelliği kazanır.
- Bu şekilde iletkenlik özelliği kazanması geçici olup, dış etki kalkınca elektronlar tekrar atomlarına dönerler.
- Tabiatta basit eleman halinde bulunduğu gibi laboratuarda bileşik eleman halinde de elde edilir.
- Yarı iletkenler kristal yapıya sahiptirler. Yani atomları kübik kafes sistemi denilen belirli bir düzende sıralanmıştır.
- Bu tür yarı iletkenler, yukarıda belirtildiği gibi ısı, ışık, etkisi ve gerilim uygulanması ile belirli oranda iletken hale geçirildiği gibi, içlerine bazı özel maddeler katılarak ta iletkenlikleri artırılmaktadır.
- Katkı maddeleriyle iletkenlikleri artırılan yarı iletkenlerin elektronikte ayrı bir yeri vardır. Bunun nedeni Tablo 1.5 'de görüldüğü gibi, elektronik devre elemanlarının üretiminde kullanılmalarıdır.

## 1.5. Ölçme

### ➤ Ölçme:

Her hangi bir büyüklüğün kendi cinsinden tanımlı bir birimle karşılaştırma işlemidir. Ancak, ölçmenin yapılması için, ölçülmek istenen bir büyüklük, o büyüklükle ilgili tanımlanmış bir standart birim ve o standarda uygun bir ölçme cihazının bulunması gerekir.

Örneğin ölçülmek istenen büyüklük bir çuval patatesin miktarı ise, kütle birimi ilgili bir standart ve o standarda uygun yapılmış bir tartı cihazının olması gerekir. Kütle birimi kg ve tartı aleti de kantar olarak bilinmektedir. Bir çuval patates denildiğinde, patatesin miktarı yeterince açık değildir. Burada miktar, çuvalın büyüklüğüne ve doluluk oranıyla değişebilmektedir. 50 kilogram patates denildiğinde çuvaldaki patatesin ağırlığı net bir şekilde belirtilmiş olup çuvalın büyüklüğü veya doluluğu ile artık yorum yapmaya gerek kalmaz.

Her meslek dalının içinde ölçme işlemi vardır. Elektrik-elektronik alanındaki ölçmeler pozitif bilimin bir dalı olan fizik biliminin içinde yer alır. Elektrik-elektronik alanındaki ölçme uygulamaları Elektrik Mühendisliği adı altında yürütülmektedir.

Elektrik Mühendisliğinin ilk gözlemsel deneyi için “ sürtünme ile elektriklenme olayı “ örnek verilebilir. Statik elektrik yükü ve elektrostatik alan kavramı C.A.Coulomb tarafından ifade edilen “Coulomb Kanunu ” ile açıklanmaktadır.

Elektrik yükleri arasındaki itme ve çekme kuvvetlerinin ölçülmesine ait deney olarak kabul edilir.

Kantitatif (nicelik ) ölçmeyi ilk olarak elektrik devresine uygulayan bilim adamı G.S. Ohm olarak bilinir. 1827 yılında yaptığı açıklamada “ bir direncin uçlarına uygulanan elektrik kuvveti veya basıncı sonucunda bu dirençten geçecek elektrik akımı, direncin büyüklüğü ile ters orantılıdır “ şeklindedir. ( Daha sonra bu ifade Ohm Kanunu olarak kabul edildi.)

O günlerde elektrik kuvveti veya basıncı, elektrik akımı ve direnç tanımlanmamış olduklarından bir dirençten geçen akımın büyüklüğü basit bir ölçü aleti olan Tangent Galvanometresi ile ölçülüyordu. Tangent Galvanometresi , bir bobin ve üzerinde bir göstergeden ibaretti.

Elektrik alanında yapılan çalışmaların artması sonucunda bu alandaki deneyleri de arttırmıştır. Deneyler arasında bilgi transferinin ortaya çıkması üzerine bu transferin, ancak önceden tanımlanmış birimler üzerine olabileceği düşünülmüş ve birim (unit ) kavramı üzerinde durularak ölçmenin tanımı yapılmıştır. Buna göre ölçme: Ölçülecek büyüklükte, daha önceden tanımlanmış bir birimin tekrarlanma sayısıdır.

### ➤ **Ölçmenin Önemi**

Bizim açımızdan elektrik devrelerinde meydana gelen olaylar kolaylıkla anlaşılabilir olur. Ölçmeler, cihazın onarımında, arıza yerlerinin bulunmasında veya bir elektrik devresindeki hattan geçecek akım miktarını bilmek ve ona göre iletken tayin edilmesinde yardımcı olur. Sonuç olarak elektrik, elektronik ile ilgili her konuda bir şeyler ifade edebilmemiz ölçmenin bir neticesi olacaktır.

Ölçme, bugün gündelik hayatımızda çokça kullandığımız bir işlem olup uzunluğu metre, ağırlığı kilogram, sıcaklığı santigrat ve sıvı hacimlerini litre ile ölçmekteyiz. Herhangi bir uzunluk miktarı ölçülürken dünyada herkes tarafından kabul edilen 1 metrelik uzunluğun ölçülecek uzunluk içerisinde ne kadar bulunduğu karşılaştırılması yapılır. Diğer tüm ölçme işlemlerinde mantık aynıdır. Günlük hayatta ölçüm yapmak ve herhangi bir büyüklüğü, o büyüklüğün birimi ile karşılaştırmak işlemi ile farkında olarak veya olmadan çoğu kez karşılaşıp ölçme yapmadan birçok işlemlerimizi sonuçlandıramamaktayız. Alacağımız ürünü standart birimi ile karşılaştırıp miktarını ve fiyatını tespit etme ihtiyacı, ölçme işlemi zorunlu kılan bir faktördür. Elektriksel büyüklüklerinin ölçülmesi, yani kendi birimi ile karşılaştırmasını da zorunlu kılan faktörler mevcuttur. Bunlar: Harcanan elektrik enerjisini ölçmek, alıcının çalışma standartlarına uygun elektriksel büyüklükler ile çalışıp çalışmadığını kontrol ederek sürekli ve kesintisiz çalışmayı sağlamak, ölçülen elektriksel büyüklüğün değerine göre istenmeyen durumlar için önlem almak, elektrik ve elektronik elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapmak, devre veya devrelerde arıza tespiti yapmak ve enerji olup olmadığını kontrol etmek bu zorunluluğu meydana getiren faktörlerden bazılarıdır.

### ➤ **Ölçme Tanımları :**

En olağan ölçme işlemi aynı cinsten iki büyüklüğün karşılaştırılmasıdır. Bazen de iki yada daha çok farklı cinsten büyüklük birbirinin cinsinden hesaplanır, çevrilir.

İşte bu çevirmeleri, hesaplamaları yapmak veya ölçme sonucunu sayısal olarak değerlendirebilmek için, herkesin kabul ettiği belirli bir birim alınır. Seçtiğimiz fiziksel büyüklüğe, bir birim ile ölçme ve o büyüklük içinde o birimden kaç tane bulunduğunu gösteren "**ölçü sayısı**" elde edilir.



Bu sayıya, birimi ile "ölçüsü" denir ve her zaman ölçü sayısı yazılırken yanında birimi olur. Örneğin "kapının boyu 1,90m" dir.

Burada ölçü sayısı 1,90 'dan oluşan üç anlamlı rakamıyla verilmiştir. Ve kapının boyu 1,885 m. ile 1,905 m. arasındadır. Bu ölçme sonucundaki mutlak hata sınırı yani gerçek değer ile ölçülen değer arasında olabilecek fark  $0,005 \text{ m.} = 0,5 \text{ cm.}$ 'dir. Bu tanıma bağlı olarak bir de "bağıl hata sınırı" vardır. Mutlak hata sınırı, ölçülen değere bölünmesiyle bulunur.

Örneğin; 1,6 V ile 1,60 V gerilimleri arasındaki fark nedir? Farkı birisinde 6 rakamından sonra gelecek rakam bilinmektedir ve bunun sonucu olarak birinde mutlak hata sınırı 0,05 V birinde 0,005 V 'tur ve bu da bağıl hata sınırını değiştirir. Birinin %3 iken diğerinin %0,3 'tür. Görüldüğü gibi bağıl hata sınırı küçüldükçe artar.

Ölçüm yapmak için analog veya sayısal aletler kullanırız. Çünkü kendi duyu organlarımız en fazla titreşim sayısı, uzunluk ve açı karşılaştırması yapabilir.

Analog ölçme işlemlerinde, ölçülmesi gereken büyüklük ya bir açıya yada uzunluğa çevrilir ve bu gözlenir. Göstergenin dönme açısı gösterge altındaki bir ıskalanın açı ölçeği ile karşılanır. Göstergenin altındaki bölümlenmiş açıya ıskala ölçeği veya iskele denir.

Dijital ölçme işlemleri ise biraz farklıdır. Ölçülmek istenen büyüklüğün içerisinde o büyüklüğün yeteri kadar küçük belirli kuantlarından kaç tane bulunduğu çok kere bir elektronik sayıcıyla sayılarak gösterilir. Yani, ölçülecek büyüklük herhangi bir titreşimli olayın titreşim sayısına çevrilir ve bu titreşim sayısı uygun bir sayıcı ile sayılarak gözlenir.

Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde, her büyüklük için bir ölçü birimi kullanıldığı gibi, elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde de elektriksel birimler kullanılır.

## **1.6. Elektrik Ölçü Aletlerinin Tanıtılması**

### **1.6.1. Gösteren Ölçü Aletleri**

Bu ölçü aletleri ölçtükleri elektriksel büyüklüğün o andaki değeri skalasından veya göstergesinden gösteren, başka bir ölçüme geçildiğinde eski değeri kaybedip yeni ölçüm değerini gösteren ölçü aletleridir (Resim 1.1). Bu ölçü aletlerinin ölçtükleri değerleri geriye dönük kendi belleğine kaydetme özelliği yoktur, ancak son zamanda gösteren ölçü aletlerinde ölçü aletleri ile bilgisayar arasında yapılan bağlantı ve bilgisayara yüklenen yazılım ile bu ölçü aletlerinin istenen gün, saat ve dakikada kaydettikleri değerler bilgisayar ortamında görüntülenebilmektedir.



**Resim 1.5: Gösteren ölçü aletlerine örnekler**

### 1.6.2. Kaydedici Ölçü Aletleri

Kaydedici ölçü aletleri, ölçülen büyüklüğün değerini zamana bağlı olarak grafik kağıdı üzerine çizerek kayıt ederler (Resim 1.2). Bu ölçü aletlerinde geriye dönük ölçülen değerlerin okunması ve incelenmesi mümkündür. Bu tip ölçü aletleri genellikle elektrik santrallerinde üretilen enerjinin takibi için kullanılır.



**Resim 1.6: Kaydedicili ölçü aletlerine örnekler**

### 1.6.3. Toplayıcı Ölçü Aletleri

Toplayıcı ölçü aletleri, ölçtükleri elektriksel büyüklük değerini zamana bağlı olarak toplarlar (Resim 1.3). Bu ölçü aletlerinin ekranında okunan değer, ölçüme başladığı andan itibaren ölçtüğü değerdir. Yani ölçtüğü değeri bir önceki değer üstüne ilave ederek ölçüm yaparlar. Enerji kesildiğinde ölçülen değer sıfırlanmaz. Elektrik sayaçları bu tip ölçü aletlerine verilebilecek en iyi örneklerden biridir.



**Resim 1.7: Toplayıcı ölçü aletlerine en iyi örnek sayaçlardır**

#### 1.6.4. Bellekli (Hafızalı) Ölçü Aletleri

Ölçü aletleri ölçtükleri değerleri anlayabilmemiz için farklı şekillerde göstergeler kullanırlar. Sabit mıknatıslı ölçü aletlerinde ölçülen değeri göstermek için ibrenin alt kısmına yerleştirilmiş olan ve üzeri çizgiler ve sayılarla bölmelenmiş, işaretlenmiş olan bir skala kullanılmaktadır. Dijital ölçü aleti olarak nitelendirilen ölçü aletlerinde ise bu işlem için sonucu bize sayısal olarak gösteren dijital bir ekran (7segment display veya LCD ekran gibi) kullanılmaktadır. Osilaskoplar veya spektrum analizörler gibi gelişmiş ve ileri seviye cihazlarda ise ölçülen değeri göstermek için CRT (katot ışınlı tüp) veya günümüzde renkli LCD ekranlar kullanılmaktadır.

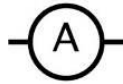
Ayrıca bazı ölçü aletlerinde ölçülen büyüklükler veya sinyaller çeşitli şekillerde işlendikten sonra istenirse daha sonra tekrar incelemek veya başka ölçümlerle karşılaştırmak amacı ile kaydedilebilmektedir. Kaydetme işlemi ölçü aletinin özelliğine göre ölçü aletinin kendi iç hafızasına yapılabileceği gibi, bazı ölçüm aletleri üzerinde kayıt işlemleri için disket yuvaları bulunmakta ve kayıtlar disketlere yapılabilmektedir.

Günümüzde ölçü aletleri, anlattığımız birçok özelliği (ölçme, sinyal işleme, gösterme, kaydetme, karşılaştırma) bir arada bulundurmaktadır. Bu tip ölçü aletleri entegre bir yapıya sahiptir. Örneğin gelişmiş bir osilaskop üzerinde hem sinyaller gösterilmekte, hem sinyallerin genlik ve frekansları izlenebilmekte, hem de bu sinyaller kaydedilebilmektedir. Sayısal ölçü aletlerinde sayısal olarak sinyal işleme, sinyallerin bir sayı dizisi ile temsil edilmesi ve içerindeki özel bilgilerin çeşitli işlemlerle çıkartılmasıdır. Bu tip işlem yapabilen ölçü aletleri ile sayısal sinyaller ve sistemler üzerinde simülasyonlar ve deneyler yapılabilmektedir. Osilaskop veya spektrum analizör bu tip bir ölçü aletidir.

#### 1.6.5. Ölçü Aletlerine Ait Semboller ve Anlamları

Elektrik elektronik alanında en çok kullanılan ölçü aletleri aşağıda belirtilmiştir. Bu ölçü aletlerinin tamamının dijital ve analog modelleri mevcuttur. Bu ölçü aletleri ve ölçtüğü büyüklüklere kısaca değinelim;

- **Ampermetre:** Doğru veya alternatif akım devrelerinde alıcının çektiği akımı ölçen ölçü aleti olup devreye seri bağlanır. Ampermetreler (A) harfi ile belirtilir.



- **Voltmetre:** Doğru ve alternatif akım devresinin ya da devreye bağlı bir alıcının uçlarındaki gerilim değerini ölçmeye yarayan ölçü aleti olup devreye paralel bağlanır. Voltmetreler (V) harfi ile belirtilir.



- **Lcrmetre:** Elektrik devrelerinde değişik amaçlar için kullanılan ve alıcı olarak görev yapan direnç, bobin ve kondansatörün; direnç, endüktans ve kapasite

değerlerini ölçen ölçü aletleridir. Lcrmetre ile doğru ölçüm yapabilmek için uygun kademe seçimi yapılmalıdır.



- **Wattmetre:** Doğru ve alternatif akım devrelerinde alıcıların çektikleri elektriksel gücü ölçen aletleridir. Wattmetreler akım ve gerilim bobinlerine sahip olup akım bobini devreye seri, gerilim bobini devreye paralel bağlanır. Güç hesaplamalarda (P) harfi ile ifade edilir.



- **Frekansmetre:** Alternatif akım devrelerinde elektrik enerjisinin frekansını ölçen aletlerdir. Frekansmetreler devreye paralel bağlanır ve (Hz) şeklinde ifade edilir.



- **Multimetre:** Elektrik veya elektronik devrelerinde akım, gerilim, direnç, frekans endüktans ve kapasite ölçümü yapar. Bunların yanı sıra elektronik elemanların sağlamlık kontrolü ve uç tespiti işlemleri yapabilen tümleşik ölçü aletleridir.



- **Osilaskop:** Elektrik ve elektronik devrelerinde akım ve gerilimin değeri, frekans ve faz farkı ölçümlerini dijital veya analog ekranda grafiksel olarak gösteren aletlerdir.



- **Elektrik Sayacı:** Elektrik devrelerinde alıcıların harcadığı elektrik enerjisini, yani harcanan güç ile zaman çarpımını ölçen ölçü aletleridir. sayaçlarda akım ve gerilim bobini olmak üzere iki bobin bulunur. Akım bobini devreye seri, gerilim bobine devreye paralel bağlanır.



## 1.7. Ölçü Aletlerine Ait Terimler

### 1.7.1. Doğruluk Derecesi

Ölçü aletlerinin hiçbiri yüzde yüz doğru ölçüm yapamaz. Her ölçü aletinin mutlaka belirli bir hata payı vardır. Bir ölçü aletinin yapacağı en büyük hata, imalatçı firma tarafından ölçü aletinin üzerine yazılarak belirtilir.

Belirtilen bu hata miktarının ölçü aletinin ölçme sınırının aşılmadığı sürece geçerli olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca aletin kullanım frekansı, güç katsayısı, ölçülen akımın dalga şekli, ölçüm yapılacak ortamdaki sıcaklık miktarı, ölçü aletinin kullanım şekline uygun kullanılmaması (yatay veya dikey) aletlerin ölçme hatasını artıran faktörlerdir. Ölçme hatasının az veya çok olması, ölçü aletinin doğruluk derecesini gösterir. Ölçü aletleri doğruluk derecesine göre 0,1-0,2-0,5-1- 1,5-2,5 olmak üzere altı sınıfa ayrılır. 0,1 ve 0,2 sınıfına dahil olan ölçü aletlerinin hata yüzdesi az olup yaptıkları ölçümlerin doğruluğu yüksektir. 1,5 ve 2,5 sınıfına dahil olan ölçü aletlerinde ise hata yüzdesi fazla olup yaptıkları ölçümlerin doğruluğu, yani gerçek değerle ölçülen değer arasındaki fark daha fazladır.

0,5 sınıfı bir voltmetrenin son skala taksimatı 1000 voltur. Bu ölçü aletinin yapabileceği en büyük ölçüm hatasını bulacak olursak:

$$\%0,5 \times 1000 = 0,005 \times 1000 = 5 \text{ volt}$$

yani 0,5 sınıfı, bu ölçü aletinin 1000 volt değerinden 5 volta kadar fazla ya da 5 volta kadar az bir değer gösterebileceğini ifade eder.

### 1.7.2. Duyarlılık

Ölçü aletinde ölçülen büyüklüğün çok küçük değişimlerinin skala veya göstergede ifade edilebilmesidir. Bütün ölçü aletlerinin kadran taksimatları eşit aralıklı değildir. Kadran taksimatları eşit aralıklı olan ölçü aletlerinde duyarlılık aynıdır. Yani herhangi bir ölçüm değerinde ibre skala taksimatının başında da sonunda da aynı oranda sapar. Dijital ölçü aletlerinde duyarlılık, 380,1 volt yerine 380,18 volt olarak ifade eden ölçü aleti daha hassastır. Çünkü daha küçük büyüklük değişimlerini ifade edebilmektedir.

### 1.7.3. Ölçü Aletinin Sabitesi

Sabite, ölçme sınırı değerinin skala taksimatındaki bölüntü sayısına oranıdır. Skala taksimatı eşit aralıklı (lineer) olan ölçü aletlerinde bu oran sabit olup skala taksimatı eşit aralıklı olmayan (logaritmik) ölçü aletlerinde bu oran sabit değildir.

**Sabite:**

$K = \text{Aletin ölçme sınırı} / \text{Alet skalasındaki bölüntü sayısı}$  olarak ifade edilir.

### 1.7.4. Ölçme Sınırı

Bir ölçü aletinin skala taksimatında gösterdiği en son değere, yani ölçebileceği en büyük değere ölçme sınırı denir.

### 1.7.5. Ölçme Alanı

Bir ölçü aletinin skalasında gösterdiği en küçük değer ile en büyük değer arasında kalan kısım ölçü aletinin ölçme alanını verir. Örneğin, bir ampermetrenin skala taksimatındaki en küçük değer sıfır, en büyük değer 5 A ise bu ampermetrenin ölçme alanı (0 - 5 A) olarak ifade edilir. Bir voltmetrenin skala taksimatındaki en küçük değer -10 mV en büyük değer +10 mV ise bu voltmetrenin ölçme alanı (-10 + 10 mV ) olarak ifade edilir.

### 1.7.6. Ölçü Aletlerinin Sarfiyatı

Ölçü aletinin ölçme sınırına kadar sapma yapması durumunda kendisi için harcadığı enerji miktarıdır. Bu enerji miktarı analog ölçü aletinin az ya da çok saptırmasına göre değişir. Analog ölçü aletleri ölçüm için bağlantı yapılan noktadan enerji sağlarken dijital ölçü aletleri güç sarfiyatını kendi içerisinde bulunan pilden sağlarlar, şebekeden beslenen dijital ölçü aletlerinde (pano tipi) ise sarfiyat ölçülen değere göre değişmez, sabittir.

## 1.8. Ölçü Aletleri

Analog ölçü aletlerinin tanımından daha önce bahsetmiştik, şimdi bu ölçü aletlerinin ortak özelliklerine ve yapılarına değinelim.

### 1.8.1. Analog Ölçü Aletlerinin Ortak Özellikleri

Analog ölçü aletlerinin çok çeşitli yapı ve çalışma prensibine sahip olanları bulunmakla birlikte bunların hepsinde de ortak olan özellikler bulunmaktadır.

#### 1.8.1.1. Çalıştırıcı Moment

Ölçü aleti devreye bağlandığında aletin ibresi bulunduğu yerden ileriye doğru saptır. Saptırmayı gerçekleştiren bu kuvvete **çalıştırma kuvveti** denir. Saptırma kuvvetini elektrik akımı meydana getirir. Saptırma kuvveti, ölçü aletinin ibresini skala taksimatı üzerinde hareket ettiren kuvvettir. Çalıştırma kuvveti, ölçü aletinin hareketli kısmında meydana gelen sürtünme kuvvetini yenip ölçüm miktarına göre skalada gerekli saptırmayı gerçekleştirecek kadar olmalıdır. Bu yüzden ölçü aletinin hareketli mekanizmasındaki sürtünme kuvveti çok az olmalıdır. Saptırma kuvveti, aletin hareketli kısmının ağırlığı ile doğru orantılıdır. Ölçü aleti ne kadar küçük ise çalıştırma kuvvetini meydana getirecek akım miktarı o kadar azalır. Bu sayede aletin ölçüm yaparken harcadığı enerji de o kadar küçülmüş olur.

#### 1.8.1.2. Kontrol Momenti

Çalıştırma kuvvetine karşı koyan başka bir kuvvet bulunmazsa herhangi bir değer ölçüldüğünde meydana gelecek çalıştırma kuvveti sürtünmeyi yendikten sonra ibrenin sona kadar saptırmasına neden olur. Bu sebepten dolayı ölçü aletlerinde kontrol kuvveti ile çalıştırma kuvveti sınırlandırılır. Çalıştırma ve kontrol kuvvetinin birbirine eşit olduğu anda ibre, ölçülen değerini ifade edildiği noktada durmuş olur.

Ölçü aletlerinde kontrol kuvveti iki şekilde sağlanır.



Şekil 1.3 Kontrol yayı ve karşı ağırlıkla kontrol kuvveti

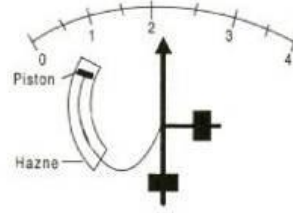
- **Yay ile Kontrol Kuvveti:** Genel olarak spiral şeklinde sarılmış yaylar kullanılır. Spiral yayın bir ucu hareketli kısma; bir ucu ise sabit kısma tutturulur. Çalıştırma kuvvetinin etkisi ile hareketli kısım dönünce yay kurulur ve yayın sıkışması ile meydana gelen kuvvet ibreyi frenler, aynı zamanda yayda meydana gelen bu kuvvet ölçme işlemi tamamlandığında ibrenin sıfıra dönmesini sağlar. Kontrol yayları ibrenin dönme yönüne ters olacak şekilde monte edilirler.
- **Karşı Ağırlık ile Kontrol Kuvveti:** Ölçü aletlerinin bazılarında kontrol kuvveti küçük ağırlıklar ile sağlanır. Bu ağırlıklar genellikle ibrenin arka kısmına doğru ve birbirine dik gelecek şekilde yerleştirilir. İbre sıfır konumunda iken ağırlıkların hiçbir etkisi yoktur, çalıştırma kuvveti ile ibre saptığında denge noktası değişen ağırlıklar kontrol kuvveti görevi yaparlar. Bu teknikte kontrol kuvveti sapma açısı ile doğru orantılı olduğundan sapma az iken kontrol kuvveti az, sapma çok iken kontrol kuvveti çoktur. Bu yüzden logaritmik skala taksimatına sahip ölçü aletlerinde daha çok kullanılır. Bu ağırlıklar vidalı yapılarak kalibrasyon için ağırlıkların açılarının ayarlanması ve ölçü aletlerinde meydana gelen ölçme hatalarının azaltılması sağlanır.

### 1.8.1.3. Amortisman Momenti

Herhangi bir elektriksel büyüklük ölçüldüğünde ölçü aletinin ibresi meydana gelen çalıştırma kuvveti etkisi ile sapar. Bu esnada meydana gelen kontrol kuvveti bu sapmayı engellemek için devreye girdiğinden, ibre bir süre bu iki kuvvet arasında gidip gelir. Bu durum ibrenin salınım yaparak ölçme süresinin uzamasına ve zaman kaybına neden olur. Bunun önüne geçmek için ölçü aletlerinde ibreyi frenleyen ve salınım yapmasını önleyen amortisör kuvvetleri oluşturulur. Amortisör kuvveti ibre hareket ederken kendini gösterip hareket bittiğinde etkisi ortadan kalkan bir kuvvet olup değişik şekillerde oluşturulur.

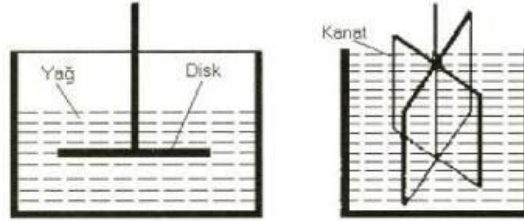
- Havalı amortisör
- Sıvılı amortisör
- Elektromanyetik amortisör
- **Havalı Amortisör:** Bu amortisör sisteminde ibre, bir manivela kolu ile pistonla bağlıdır. Pistonun bir ucu ölçü aletinin hareketli kısmına yani ibreye bağlanmıştır. İbrenin hareketi pistonu hareketlendirir ve piston içerisinde

sıkışarak basıncı yükselen hava ibrenin hareketine ilave bir direnç göstererek ibre hareketini sınırlandırır. Böylece aşırı sapmayı ve salınımı önler.



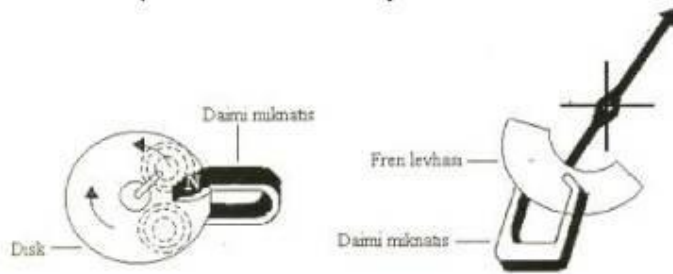
Şekil 1.4: Havalı amortisör

- **Sıvılı Amortisör:** Çalışma prensibi olarak havalı amortisör sistemine benzer. Aletin miline dişli veya kanat takılmıştır. Diskin yağ içerisinde dönmesi esnasında bir sürtünme oluşur. Böylece ibrenin sapma hızı yavaşlamış olur. Amortisörün güçlü olması istenirse kanatlı tipler tercih edilir. Sıvılı amortisörün en büyük sakıncası dik kullanma mecburiyeti ve yağ sızdırma tehlikesidir.



Şekil 1.5: Dik ve kanatlı tip sıvılı amortisör

- **Elektromanyetik Amortisör:** Bu amortisör şeklinde daimi mıknatıs kutupları arasında döndürülen bir disk üzerinde oluşan fukolt akımlarının, kendini meydana getiren sebebe karşı koyma etkisine dayanır. Disk, manyetik kuvvet çizgileri içerisinde hareket ederken kuvvet çizgilerinin diski kesmesi sonucu disk üzerinde manyetik alan oluşur. Lens kanuna göre oluşan bu alanın yönü diski frenleyecek yödedir. Bu amortisör sistemi manyetik alandan etkilendiğinden manyetik alanın bulunduğu ortamlarda kullanılamaz.



Şekil 1.6: Elektromanyetik amortisör



#### 1.8.1.4. Atalet Momenti

Ölçü aleti ölçüm yapılacak noktaya bağlandığı anda, ölçülen büyüklüğün etkisi ile ölçü aletinin hareketli kısmı ani bir hareketlenme kazanır ve çoğu zaman ibre göstermesi gereken değerden ileriye doğru sapar. İşte bu ilk anda meydana gelen momente atalet momenti denir. Atalet momenti, daha sonra amortisör ve kontrol kuvveti tarafından dengelenir ve ibre, göstermesi gereken değerde kalır. İbrenin dengelendiği ve göstermesi gereken değerde kaldığı bu kuvvet de çalıştırma kuvveti olarak nitelendirilir.

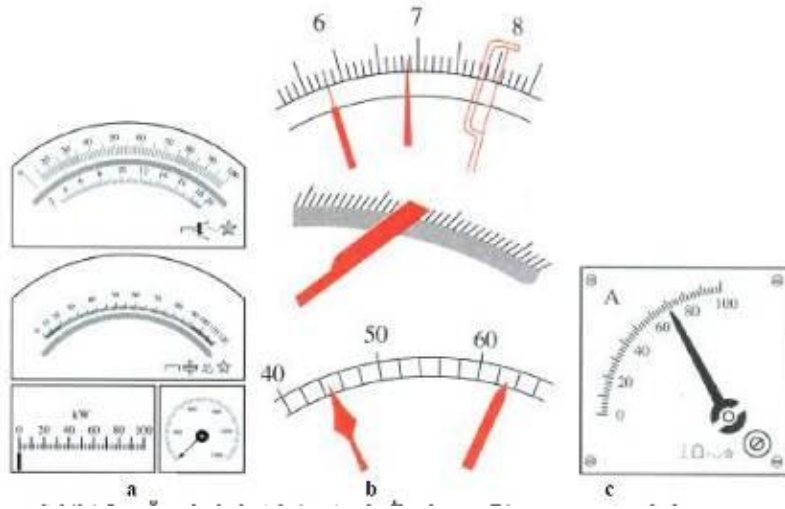
#### 1.8.2. Analog Ölçü Aletlerinin Mekanik Kısımları

Analog ölçü aletlerinin mekanik kısımları genel olarak; daimi mıknatıslılar skala taksimatı ve ibreler, sıfır ayar vidası ve ibrelerden oluşmaktadır.

##### 1.8.2.1. Daimi Mıknatıslar

Elektrik ölçü aletlerinde kullanılan mıknatıslar çok yer kaplamakta ve ağırlık yapmaktadır. Bu nedenle ölçü aletlerinde kullanılacak mıknatısların küçük ebatla ve hafif olması ölçü aletlerinin ağırlığının azalmasına sebep olmaktadır. Daimi mıknatıs yapımında genellikle volframli çelikler, kobaltlı çelikler ve alüminyum nikelli çelikler kullanılır. Alüminyum nikelli çelikten yapılan daimi mıknatıslar daha kuvvetli bir manyetik alan oluşturur.

##### 1.8.2.2. Skala Taksimatları



Şekil 1.7: a-Örnek skala taksimatı, b- İbreler, c- Bir ampermetre skalası

Analog ölçü aletlerinin birçoğunda tek bir skala olmasına karşılık birden fazla kademe kullanılarak aynı büyüklüğün farklı değerlerinin veya farklı farklı büyüklüklerin ölçülmesi sağlanır. Her skala taksimatının ölçtüğü değerler üzerine, büyüklüklerin cinsi de yanına yazılmıştır. Analog ölçü aletlerinde ibrenin gösterdiği değer kademe anahtarının bulunduğu konuma göre değişik çarpanlar ile çarpılır.

Analog ölçü aletlerinin skala taksimatında genellikle aşağıda belirtilen bilgilere yer verilir:

- Ölçü aletini yapan firmanın adı ve firmanın amblemi
- Elektrik akımının hangi cinsinde kullanılacağı (AC-DC)
- Aletin ölçüm yapılırken bulunması gereken duruş şekli
- Aletin duyarlılığı
- Ölçü aletinin yalıtkanlık kontrolünün kaç volt ile yapıldığı
- Ölçü aletinin sembolü
- Ölçme hatası
- Üretim ve seri numarası
- Kullanım frekansı

### 1.8.2.3. İbreler

Analog ölçü aletlerinde, ölçülen büyüklüğü bir ibre ve kadran taksimatı belirler. Ölçülen büyüklüğün miktarı kadar sapma yapan ibre, skala üzerinde bir yerde durur. İbrenin kendisinin ya da ucundaki ince kısmının skaladaki değerle tam çakıştığı yer o andaki ölçülen büyüklüğün değeridir. Skala levhaları genellikle alüminyum, sac, çinko veya presbant kâğıttan yapılırlar ve üzeri beyaz boya ile boyanarak okunacak değerler siyah yazı veya işaretler ile taksimatlandırılır.

Okuma hatasını azaltmak amacı ile ibre ve skala taksimat çizgilerinin mümkün olduğu kadar ince (0,08 mm) olması gerekir. Taksimat çizgilerinin altına şerit halinde bir ayna yerleştirilir. Bu ayna ibrenin kendisi ile görüntüsünün üst üste getirilerek ibreye tam karşıdan bakılmasını ve okuma hatasının azaltılmasını sağlar.

### 1.8.3. Dijital Ölçü Aletlerinin Genel Tanımı

Analog ölçü aletleri ile yapılan ölçümde ibre sapmasıyla ibrenin skala taksimatı üzerinde gösterdiği değer ölçülen değerdir. Ölçülen değer okunması sırasında okuma tekniğini yeterince bilmemekten kaynaklanan okuma hatası yapılabilir. Ancak, günümüzde üretilen dijital ölçü aletleri ile yapılan ölçümlerde daha kolay sonuç alınabilmekte ve okuma hatasından kaynaklanan hatalar söz konusu olmamaktadır. Dijital ölçü aletleri, ölçtüğü değeri ayrıntılı olarak üst ve alt katlarını belirterek sayısal olarak ölçebilmektedir. Dijital ölçü aletleri aynen analog ölçü aletlerinde olduğu gibi tek büyüklüğü ölçmek için ampermetre, voltmetre, wattmetre vb. şeklinde yapılmaktadır. Aynı zamanda birden fazla büyüklüğü ölçmek ve değişik test işlemlerini yapmak için de dijital multimetreler yapılmaktadır. Dijital multimetreler ile akım, gerilim, direnç ve endüktans ölçümlerinin yanı sıra frekans, diyot kontrol, sıcaklık, transistör  $\alpha$  ya da  $\beta$  akım kazancı vb. değerler de ölçen dijital ölçü aletleri üretilmektedir. Bu yüzden bu ölçü aletlerine, çok sayıda büyüklük ölçtüğünden **multimetre** denmektedir. Günümüzde dijital multimetrelerde ölçülecek büyüklüğe uygun kademe seçme şartı ortadan kalkmıştır. Bu multimetreler ile akım ölçülecekse kademe anahtarı akım bölümüne getirildiğinde multimetre mikro amper seviyesinden amper seviyesine kadar olan akım değerlerinin hepsini kademe seçimi yapmadan ölçebilmektedir.

Analog ve dijital ölçü aletlerinin birbirlerine göre bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Analog ölçü aletleri ölçtüğü değeri hemen gösterirken dijital ölçü aletlerinde bu süre biraz uzamaktadır. Analog ölçü aletlerinde özellikle küçük değerlerde kademe küçültülerek daha hassas ölçüm yapılabilirken dijital ölçü aletlerinde hassasiyet değişmez, yani analog ölçü aletleri ile daha hassas ölçümler yapılabilir. Analog ölçü aletlerinin yapısı basit, tamiri kolayken dijital ölçü aletlerinin yapısı daha karmaşıktır. Buna karşılık analog ölçü aletlerinde ibrenin gösterdiği değer ile kademe anahtarının konumuna göre hesaplama gerekebilir. Dijital ölçü aletlerinde okuma hatası yapmak mümkün değildir. Çünkü, ölçüm değeri direkt olarak okunan değerdir. Manyetik alandan etkilenmez. Ölçme hataları analoglara göre daha azdır.

Analog ölçü aletlerinin skalası üzerinde bulunabilecek semboller ve anlamları aşağıdaki tabloda verilmiştir.(Tablo 1.6).

ÖLÇÜ ALETLERİ SEMBOLLERİ					
No	Şekli	Aslamı	No	Şekli	Anlamı
1		Döner bobinli ölçü aleti	22	ast	Asatik ölçü aleti
2		Termo elemanlı döner bobinli alet	23	$\frac{1.5}{\sim}$	Alet doğru akımda % 1.5 Alternatif akımda % 2 hatalı
3		Redresörlü döner bobinli alet	24		Alet demir örtülü
4		Döner mıknatıslı ölçü aleti	25	$\sim$	Alternatif akım için
5		Çapraz mıknatıslı ölçü aleti	26	—	Doğru akım için
6		Elektrodinamik ölçü aleti (demirsiz)	27		Doğru ve alternatif akım için
7		Elektrodinamik ölçü aleti (demirli)	28		Üç fazlı akım için (bir ölçme sistemli)
8		Elektrodinamik çapraz bobinli ölçü aleti (demirsiz)	29		Üç fazlı akım için (iki ölçme sistemli)
9		Elektrodinamik çapraz bobinli ölçü aleti (demirli)	30		Üç fazlı akım için (üç ölçme sistemli)
10		Tetiklik ölçü aleti	31		Aletin manyuma gerilimi 500 V.
11		Elektrostatik ölçü aleti	32		Aletin yalıtkanlık deneyi yapılmamış
12		Yumuşak demirli ölçü aleti	33		Yalıtkanlık deneyi 2 kV'ın yapılmış ölçü aleti
13		Çapraz bobinli ölçü aleti	34		Alet dik olarak kullanılacak
14		İndüksiyon ölçü aleti	35		Alet yatay olarak kullanılacak
15		İndüksiyon tipi çapraz bobinli ölçü aleti	36		Alet eğik olarak kullanılacak rakam eğiklik açısını gösterir
16		Bimetal ölçü aleti	37		Alete dıştan bağlanan yön direnci
17		Döner demirli ölçü aleti	38		Alete dıştan bağlanan ön direnci
18		Titreşimli ölçü aleti	39		Alete dıştan bağlanan indüktansı
19		Termo eleman	40		Yalıtkanlık deney gerilimi
20		İndreki ısıtılmış termo eleman	41		Sıfır ayar tertibatı
21		Redresör	42		Çalışma tertibatına dikkat edin

Tablo 1.2: Ölçü aletlerinin özelliklerini belirten semboller

Ölçü aletlerine ait semboller tablosu aşağıda belirtilmiştir.

ELEKTRİK ÖLÇÜ ALETLERİNİN GÖSTERME ŞEKLİNE GÖRE SEMBOLLERİ			
Sekli	Anlamı	Sekli	Anlamı
	Göstergeli ölçü aleti (genel)		Lüksmetre
	Yazıcı ölçü aleti (genel)		Ommetre
	Sayıcı ölçü aleti (genel)		Avometre
	Gerilim bobini ölçer		Frekansmetre
	Akım bobini ölçer		Turmetre (takometre)
	Uç çıkartılmış alet		Kaydedici vatmetre
	Göstergesi bir yönlü ölçü aleti		Osiloskop
	Göstergesi ortada iki yönlü ölçü aleti		Sıfır ayarlı omik direnç ölçme köprüsü
	Sayıcı (numaralı) ölçü aleti		Kaydedici ölçü aleti
	Göstergeli ampermetre		Noktalayıcı ölçü aleti
	D.A ve A.A voltmetresi		Bir fazlı alternatif akım sayacı
	Alternatif akım sıfır aleti		3 telli 3fazlı aktif sayaç
	Çift voltmetre		3 telli 3fazlı reaktif sayaç
	Fark voltmetresi		1 kutuplu 1 fazlı çift tarifeli sayaç
	Göstergeli vatmetre		4 telli 3fazlı aktif sayaç
	Göstergeli kosinüs-fimetre		Amper-saat metre
	Senkronoskop		Gausmetre

Tablo 1.3: Ölçü aletleri sembolleri

## 1.8.4. Doğruluk Derecesine Göre Ölçü Aletleri

Teknik bir elemanın çok iyi bilmesi gerekir ki hiçbir ölçü aleti gerçek değeri tam olarak ölçemez, mutlaka hata payı vardır. Ancak her ölçü aleti aynı miktarda hata yapmaz. Ölçmenin tanımı “ Ölçülecek büyüklük içinde, daha önceden tanımı yapılmış bir büyüklüğün içinde kaç tane olduğunun araştırılma işlemidir.” Örneğin bir üretcinin iki ucu arasında kaç tane 1 volt birimi var gibi. Ölçme sonunda bulunan sayılar gerçek değere tam eşit olmayan, fakat çok uzak da olmayan değerlerdir. Elde edilen değerlerin gerçek değere yakınlığı hassasiyeti gösterir.

Pratikte her yapılan ölçüde büyük hassasiyet aranmaz, çünkü hassasiyeti çok yüksek olan ölçü aletleri çok pahalıdır. Aletler kullanılmaya yerlerinin özelliklerine veya hassasiyetlerine göre ölçü aletleri iki sınıfa ayrılır.

- Birinci sınıf ölçü aletleri
- İkinci sınıf ölçü aletleri

### 1.8.4.1. Primer (Birinci Sınıf) Ölçü Aletleri

Birinci sınıf ölçü aletleri, gerçek değere daha yakın ölçme yaparlar. Doğruluk dereceleri ve hassasiyetleri yüksektir. Pahalı cihazlar olduklarından test ayar merkezlerinde kalibrasyon amaçlı olarak kullanılırlar. Birinci sınıf ölçü aletlerinin hassasiyetleri milyon da bir, milyonda beş gibi hassasiyetlere sahiptirler.

### 1.8.4.2. Sekonder (İkinci Sınıf) Ölçü Aletleri

İkinci sınıf ölçü aletleri, doğruluk derecesi birinci sınıfa nazaran daha düşük, diğer bir deyişle yaptığı hata daha büyük olan cihazlardır. Fiyatları daha ucuz olduklarından bu cihazlar iş yerlerinde, işletmelerde, evlerde ve gündelik yaşamımızda yaptığımız ölçmelerde kullanılırlar. Hata oranları %1 ile %5 arasında olan cihazlardır.

## 1.8.5. Kullanım Yerlerine Göre Ölçü Aletleri

### 1.8.5.1. Taşınabilir Ölçü Aletleri

Bu tür ölçü aletleri çoğunlukla atölye, işletme ve laboratuvar ortamlarında pratik ölçüm yapmak amacı ile kullanılan sabit bir yere monte edilmeyen ölçü aletleridir (Resim 1.8). Bu tip ölçü aletleri kendine ait bir kapalı kap içerisine alınmış taşınmaya uygun ölçü aletleridir. Ancak çarpma ve darbelere karşı hassas olduklarından kullanımında gerekli özen gösterilmelidir.



Resim 1.8: Taşınabilir ölçü aletleri

### 1.8.5.2. Pano Tipi Ölçü Aletleri

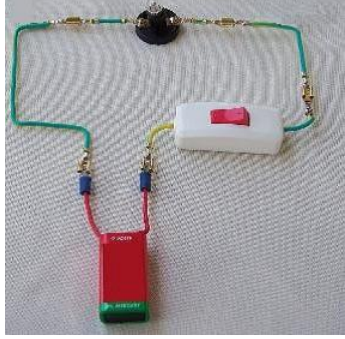
Bu tür ölçü aletleri sanayide, fabrikalarda ve atölyelerde, elektriki büyüklüklerin sık sık kontrol edilmesi istenen yerlerde kullanılır. Pano veya tablo üzerine özel montaj malzemeleri kullanılarak sabitlenen bu ölçü aletleri dik çalışacak şekilde tasarlanır (Resim 1.9). Günlük ölçümlerde ve deney masalarında kullanım için uygun değildir. Pano tipi ölçü aletleri sipariş edilirken gösterme şekli ne olursa olsun 3 ayrı ölçüde imal edilirler. Bu ölçüler 72x72, 96x96, 144x144 mm şeklindedir. Bu boyutlar arasında teknik olarak bir farklılık olmayıp görünüş ve okuma kolaylığı dikkat alınarak seçim yapılır.



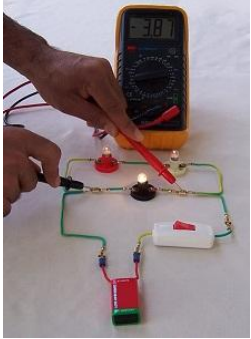
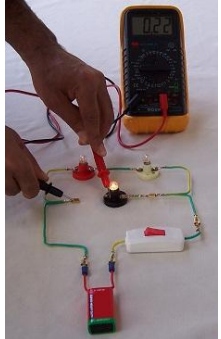
Resim 1. 9: Pano tipi ölçü aletleri



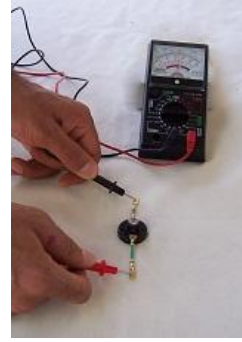
## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Basit elektrik devresi kurunuz.</p>	<p>➤ Okulun elektrik atölyesinden veya piyasadaki elektrik malzeme satıcılarından devre malzemelerini ve aletleri temin ediniz.</p> <p>➤ İletken kabloyu uygun boyutlarda kesiniz.</p> <p>➤ Kablo uçlarını açınız.</p> <p>➤ Uygun soketlerle devre elemanlarını üretceğin uçları arasına yerleştiriniz.</p> <p>➤ Devreyi oluştururken kısa devre olmamasına dikkat ediniz.</p> 
<p>➤ Gerilim değerini ölçünüz.</p>	<p>➤ Devrenin gerilimini ölçmek için voltmetreyi alınız.</p> <p>➤ Voltmetreyi devreye paralel olarak bağlayınız.</p> <p>➤ (Voltmetrenin uçlarını alıcıların veya üretceğin uçlarıyla aynı kutuplara denk gelecek şekilde bağlayınız.)</p> <p>➤ Devrenin gerilimine uygun bir skala seçiniz.</p> <p>➤ Voltmetreyi okuyarak devre gerilimini tespit ediniz.</p> <p>➤ Not: Voltmetrenin devreye seri bağlanması devrenin çalışmamasına neden olur.</p>



	
<p>➤ Akım şiddeti değerini ölçünüz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devredeki akım şiddetini ölçmek için ampermetreyi alınız.</li> <li>➤ Ölçülecek akımın tahmini değerine göre uygun skala seçiniz.</li> <li>➤ Devre üzerinde bir bölüm açınız ve ampermetreyi araya seri olarak bağlayınız (Alıcıyla aynı hat üzerine).</li> <li>➤ Devredeki üreteç ile ampermetrenin aynı kutupları karşılaştacak şekilde bağlantı yapınız.</li> <li>➤ Ampermetreyi okuyarak devre akımını tespit ediniz.</li> <li>➤ Not: Ampermetre devreye daima akımı sınırlayan bir alıcı ile birlikte bağlayınız.</li> <li>➤ Ampermetrenin devreye paralel bağlanması ampermetrenin arızalanmasına neden olur.</li> </ul> 
<p>➤ Direnç değerini ölçünüz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devrenin ya da alıcıların direncini ölçmek için ohmmetreyi alınız.</li> <li>➤ Ölçülecek direncin tahmini değerine göre ohmmetrenin sıkalasını seçiniz.</li> <li>➤ Ohmmetre kablosunun uçlarını birleştirerek ölçü aleti ibresini sıfırlayınız.</li> </ul>

- Eğer ibre sıfırlanmıyorsa ohmmetrenin pili bitmiştir, değiştiriniz.
- Direnci ölçülecek parçayı ait olduğu devreden sökerek ohmmetre uçlarına bağlayınız.
- Ohmmetre uçlarını direnç uçlarına değiştirerek sıkaladan direnç değerini okuyunuz.
- Diyod, transistor gibi elemanları kontrol ederken ohmmetre içindeki pilin kutuplarını dikkate alarak bağlantı yapınız.
- Analog ölçü aletlerinde skala üzerinden direnç değeri okurken ibrenin sağ taraftaki bölgede olmasına dikkat ediniz.
- Ohmmetre kablosunu direnç uçlarına değdirdiğiniz zaman ibre sol tarafta kalıyor ve çok az hareket ediyorsa ohmmetrede uygun sıklala seçilememiş demektir. Bir büyük skala seçerek ölçme işlemini tekrarlayınız.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Ölçme herhangi bir büyüklüğü kendi cinsinden bir birimle mukayese etmektir.
2. ( ) Pano tipi ölçü aletlerinin tamamı dijital ölçü aletleridir.
3. ( ) Ölçtüğü değeri LCD ekrandan gösteren ölçü aletlerine dijital ölçü aletleri denir.
4. ( ) Doğruluk derecesi 0,1 yerine 0,5 olan ölçü aletleri ile daha hatasız ölçmeler yapılır.
5. ( ) Kaydedici ölçü aletleri daha çok enerji üretim merkezlerinde kullanılır.
6. ( ) Sayaçlar, toplayan ölçü aletlerine bir örnek olarak gösterilebilir.
7. ( ) Taşınabilir ölçü aletleri darbelerden kesinlikle etkilenmez.
8. ( ) Ölçtüğü değeri skala taksimatı ve ibre ile gösteren ölçü aletlerine analog ölçü aletleri denir.
9. ( ) Devre akımı, ampermetre ile ölçülür.
10. ( ) Voltmetre “W” harfi ile gösterilir.
11. ( ) Lcrmetre ile direnç, endüktans ve kapasite ölçümleri yapılır.
12. ( ) Wattmetrelerin hem AC hem de DC’ de güç ölçen tipleri mevcuttur.
13. ( ) Frekans metreler genellikle AC devrelerde kullanılır.
14. ( ) Osilaskoplar ölçülen değeri rakamsal olarak gösteren ölçü aletleridir.
15. ( ) Analog ölçü aletleri ile dijital ölçü aletlerinden daha hassas ölçümler yapılabilir.
16. ( ) Ölçü aletleri ile ölçme sınırını aşan ölçmeler yapılabilir.
17. ( ) Analog ölçü aletlerinde ibrenin ince olması okuma hatasını azaltır.
18. ( ) Analog ölçü aletlerinde sıfır ayarı yapmadan ölçüme başlanabilir.
19. ( ) Dijital ölçü aletlerinin tüm çeşitleri ölçme için gerekli enerjiyi iç kısma ilave edilen pillerden sağlar.
20. ( ) Ölçü aletlerinin özellikleri ve kullanımı ile ilgili bazı şartlar sembol olarak skalasında belirtilir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyip öğrenmeye çalışınız.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgi ve beceriler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun ve hatasız bir şekilde temel örgüleri yapabileceksin.

## ARAŞTIRMA

- Kapalı devre ile kısa devreyi birbirleriyle kıyaslayarak (farklılıkları ve benzerlikleri) araştırınız.
- Evinizde kullanılan devre elemanlarını ve kullanım amaçlarını araştırınız
- Elektriksel büyüklüklerin ve kullanılan dirençlerin değerlerinin hesaplanması için üslü ifadelerin öğrenilmesine ihtiyaç vardır. Bu bölümde üslü ifadelerle ilgili temel bilgiler verilecektir.

Araştırma konularını evde, okulda, üniversitede, ilgili işletmelerde, teknoloji ve bilgi üretim merkezlerinde, internette vb. araştırınız.

- Topladığınız bilgileri rapor haline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıf ortamında sununuz.

## 2. DOĞRU AKIM

### 2.1. Elektrik Devreleri

Üreteçten çıkan akımın alıcı üzerinden geçerek tekrar üretece ulaşması için izlediği yola **elektrik devresi** denir. Elektrik enerjisi ile çalışan herhangi bir aygıtın çalıştırılabilmesi için; içinden sürekli akımın geçmesi gereklidir. Bu da ancak aygıtın devresine bağlanan elektrik enerji kaynağı (pil,akü,batarya,alternatör vb.) ile temin edilir.

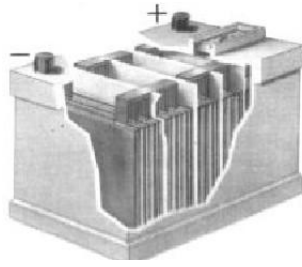
#### 2.1.1. Elektrik Devrelerinde Kullanılan Elemanlar

##### 2.1.1.1. Besleme

Herhangi bir enerjiyi (kimyasal, mekanik, ısı, ışık), elektrik enerjisine dönüştüren devre elemanına üreteç veya kaynak denir. Kısaca elektrik enerjisi üreten devre elemanıdır. Aşağıda çeşitli üreteçlere ait semboller verilmiştir.



Resim 2.1: PİL ÇEŞİTLERİ



Resim 2.2: AKÜ



Resim 2.3: HİDROELEKTRİK SANTRAL



D.C Üreteç ( PİL )



D.C Üreteç ( Batarya )



AC Üreteç

### 2.1.1.2. Direnç

Dirençler, üzerlerinden geçen akıma zorluk gösteren devre elemanlarıdır. Devre uygulamalarında dirençler, akım sınırlayıcı, gerilim düşürücü, devre yükü, akım ayarlayıcısı olarak kullanılır. Hemen hemen her elektrik-elektronik devresinde direnç kullanılmaktadır.

### 2.1.1.3. Anahtar

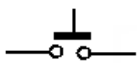
İstenildiği zaman elektrik akımının geçişini sağlayan, istenildiği zaman akımın geçişini durduran devre elemanıdır. Devreyi açıp kapatmaya yarar.



Resim 2.4 : Anahtar ve Buton Çeşitleri

Buton ile anahtar arasındaki fark ise; butona basıldığında konum değiştiren (elektrik akımının geçişine izin veren), bırakıldığında tekrar eski konumuna dönen (elektrik akımının geçişine izin vermeyen) devre elemanı olup, buna liht de denir. Anahtar ise tekrar konum değiştirmez yani ilk konumunu muhafaza eder.

Anahtar veya buton açık ise devre akımını geçirmez, ancak kapalı olmaları durumunda devre akımını iletirler. Büyük akımlara kumanda eden anahtarlara şalter denir. Aşağıda buton ve anahtara ait kısmi semboller verilmiştir.



Buton açık



Buton kapalı



Anahtar açık



Anahtar kapalı

Şekil 2.1 : Buton Ve Anahtar Sembolü

#### 2.1.1.4. İletken

Elektrik devre elemanlarının birbirine bağlantısının yapıldığı ve elektrik akımını ileten metal tellere(bakır, alüminyum vb.) iletken veya kablo denir.

Elektrik iç tesisatta üzeri yalıtılmış iletkenler kullanılır. Kullanılacak amaca göre farklı kesitlerde seçilirler.



Resim 2.5 : İletkenler

#### 2.1.1.5. Sigorta

Devreyi normal çalışma akımının üzerindeki daha büyük akımlara karşı koruyan bir devre elemanıdır. Devrenin güvenliği için kullanılır.



Resim 2.6: Sigorta Çeşitleri

#### 2.1.2. Devre çeşitleri

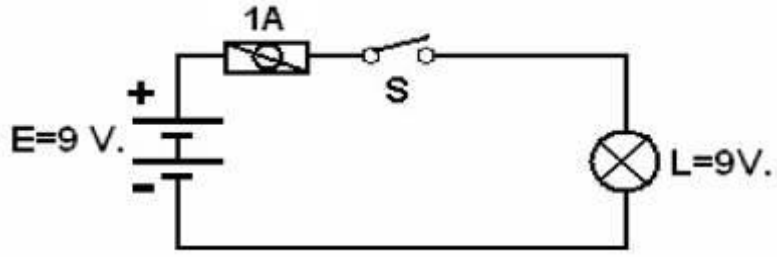
Elektrik devreleri, devreden geçen akımın, alıcıdan geçmesine göre; açık devre,kapalı devre ve kısa devre olarak adlandırılır.

##### 2.1.2.1. Açık Devre

Eğer bir devrede anahtar açık olduğu için ya da akım yolunda bir kopukluk olduğu için üreteçten almaya enerji aktarılamıyorsa bu devrelere açık devre denir. Alıcı çalışmaz.

##### Açık devrenin oluşması için gerekli koşullar:

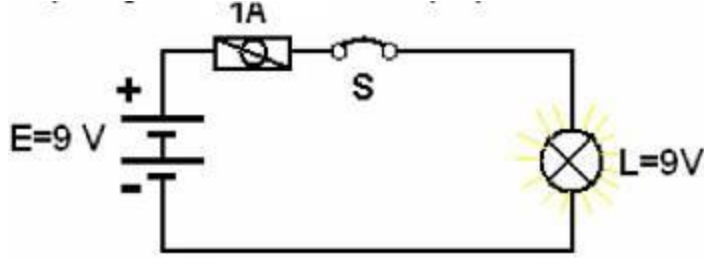
- Anahtarın açık olması,
- Sigortanın devreyi açmış olması,
- İletkenlerde kopukluk olması,
- Alıcının arızalı olması,
- Ek yerlerinde veya elemanların bağlantısında temassızlık olması.



Şekil 2.2: Açık Devre Şeması

### 2.1.2.2. Kapalı Devre

Bir elektrik devresinde anahtar kapalı, iletkenler sağlam ve üretçedeki enerji alıcıya ulaşıyorsa bu tür devreye kapalı devre denir. Alıcı çalışır.



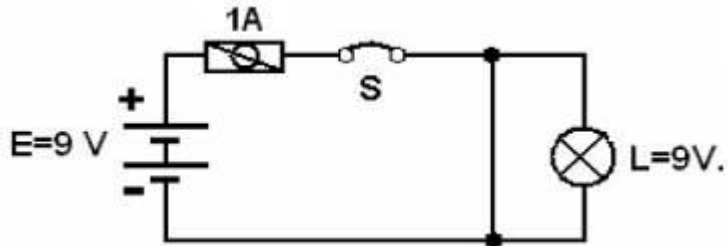
Şekil 2.3: Kapalı Devre Şeması.

### 2.1.2.3. Kısa Devre

Anahtar kapalı olmasına rağmen herhangi bir nedenle elektrik akımı, alıcıya gitmeden devresini daha kısa yoldan veya direnci yok denecek kadar az olan yoldan tamamlıyorsa, bu şekildeki devrelere kısa devre denir. Alıcı çalışmaz.

Üreteç gerilimi karşısında direnç sıfır olduğundan devreden büyük değerinde akım geçmek ister. Böyle durumda koruma elemanı olarak kullanılan sigorta devreyi açar.

İletkenlerin, yalıtkan kısımlarının özelliğini kaybetmesi sonucunda, iletkenlerin birbirine teması kısa devreye neden olur. Bu, arıza çeşitlerinden biri olup, arzu edilmeyen bir durumdur. Bunu önleyebilmek için devreye uygun değerinde sigorta bağlanmalıdır.



Şekil 2.4: Kısa devre şeması

## 2.2. Üstel Fonksiyonlar

Önce üstel fonksiyonlar hakkında temel bilgileri kontrol edeceğiz. Üstel fonksiyonun türevi ile 'e' niceliğini çalışacağız. Belirli tiplerdeki olgunun modellenmesi için, e'nin ne kadar faydalı olduğunu açıklayacağız.

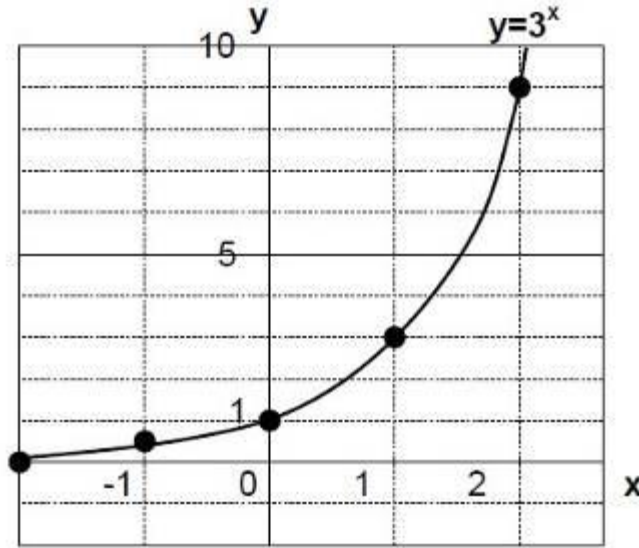
### 2.2.1. Üstel Fonksiyonların Karakteristiği

Aşağıdaki gibi üs durumunda x değişkenine sahip fonksiyonlar **üstel fonksiyonlar** olarak isimlendirilir.

$$f(x) = a^x \text{ veya } f(x) = a^{-x}$$

Burada a, üstel fonksiyonun **tabanı** olarak adlandırılır.

Üstel fonksiyonların eğrileri a ve x' in pozitif veya negatif işareti ve a değeri (1'den büyük veya değil) ile diğerlerinden farklılaşır.



Şekil 2.5: Üstel fonksiyonun grafiği

Şimdilik a tabanının 1'den büyük ve çok sık göreceğimiz x' in işaretinin pozitif olması durumuna yoğunlaşalım.

Şekil 2.5'de üstel fonksiyonların grafiği görülmektedir.

➤ Tam Sayılar İçin Çizim



Üslerin tam sayı olması durumunda noktaların işaretlenmesi için aşağıda gösterilen matematiksel tanımlamadan başlarız.

$$a^x = \underbrace{a \cdot a \cdot a \cdots \cdots a}_{a'nın\ x\ kez\ çarpımı} \quad (A)$$

Bu, sadece 1, 2, 3, ... gibi doğal sayılar için kullanışlıdır. 0 ve eksi tam sayılar için diğer tanımlamaları yapmaya ihtiyacımız vardır.

$$a^{-x} = 1/a^x \quad (B)$$

$$a^0 = 1 \quad (C)$$

(A)'dan yola çıkarak üstel hesaplamalar için aşağıda gösterilen kuralları oluşturabiliriz:

$$a^x \cdot a^y = \underbrace{a \cdot a \cdots a}_x \cdot \underbrace{a \cdot a \cdots a}_y$$

$$= a^{x+y} \quad (D)$$

$$(a^x)^y = \underbrace{(a \cdot a \cdots a)}_x \cdot \underbrace{(a \cdot a \cdots a)}_x \cdots \underbrace{(a \cdot a \cdots a)}_x$$

$$= a^{xy} \quad (E)$$

(B) ve (C) tanımlamalarının keyfi seçimler olmadığına dikkat etmeliyiz. (D) ve (E) kuralları için uyumludurlar. Bunları kontrol edelim:

➤ (D) kuralı ile (B) tanımlamasının kontrolü

(D) kuralının eksi tam sayılar için doğru olduğunu kabul ettiğimiz zaman eşitliği aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz.

$$\underline{a^5 \cdot a^{-2}} = a^{5+(-2)} = a^{5-2} = \underline{a^3}$$

En soldaki  $a^{-2}$  (altı çizili bölüm) için  $a^3$  ile çözüm:

$$a^{-2} = a^3/a^5 = (a \cdot a \cdot a) / (a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a) = 1 / (a \cdot a) = 1 / a^2$$

➤ (D) kuralı ile (C) tanımlamasının kontrolü

$a^x \cdot a^{-x} = a^{x-x} = a^0$  şeklindeki (D) kuralından  $a^0$  formunu oluşturabiliriz.

Diğer bir şekilde (B) tanımlaması ile hesaplama şu sonucu verir.

$$a^x \cdot a^{-x} = a^x / a^x = \underline{1}.$$

Bunların sonuçları  $a^0 = 1$  tanımlamasını verir.

### Soru 2.1

(B) ve (C) tanımlamaları ile (E) kuralının uyumluluğunu kontrol ediniz. Aşağıda verilen denklemlerin hesaplaması biri (E) kuralı ile ve diğeri kuralsız olarak iki yolu da kullanarak yapınız.

(1)  $(a^4)^{-2}$       (2)  $(a^4)^0$

### Cevap 2.1

(1)

$$(a^4)^{-2} = a^{4 \cdot (-2)} = a^{-8}$$

$$(a^4)^{-2} = \frac{1}{(a^4)^2} = \frac{1}{a^8} = a^{-8}$$

(2)

$$(a^4)^0 = a^{4 \cdot 0} = a^0 = 1$$

$$(a^4)^0 = a^0 = 1$$

### ➤ Gerçek Sayılar İçin Çizim

Yukarıdaki tanımlama sadece tam sayılar içindir. Dolayısıyla onlar arasındaki değerler, yani  $a^{0.5}$  veya  $a^{1.1}$  gibi  $x$  gerçek sayıları hakkında bir fikir vermesi mümkün değildir. Bu gibi sayılar için aşağıda verilen bir diğer tanımlamayı yapmaya ihtiyacımız vardır:

$$a^{\frac{1}{x}} = \sqrt[x]{a} \quad (\text{F})$$

### Soru 2.2

(D) ve (E) kuralları ile (F) tanımlamasının uyumluluğunu kontrol ediniz. Aşağıda verilen denklemlerin hesaplanmasını biri kurallı diğeri kuralsız iki yoldan yapınız.

(1)  $a^{1/2} \cdot a^{1/2}$

(2)  $(a^{1/3})^3$

## Cevap 2.2

$$(1) \quad a^{\frac{1}{2}} \cdot a^{\frac{1}{2}} = a^{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = a^1 = a \quad a^{\frac{1}{2}} \cdot a^{\frac{1}{2}} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{a} = a$$

$$(2) \quad (a^{\frac{1}{3}})^3 = a^{\frac{3}{3}} = a^1 = a \quad (a^{\frac{1}{3}})^3 = (\sqrt[3]{a})^3 = a$$

Herhangi bir gerçekte sayı, bir kesir olarak ifade edilebilir. Bu tanımlama herhangi bir gerçekte sayı için yeterlidir. Örneğin  $a^{2,2}$ , aşağıdaki şekilde sıradan bir gösterime değiştirilebilir.

$$a^{2,2} = a^{\frac{22}{10}} = (a^{\frac{1}{10}})^{22} = (\sqrt[10]{a})^{22}$$

**Soru 2.3:** Aşağıdaki gösterimleri değerlendiriniz.

$$(1) 4^{2,5} \quad (2) 4^{0,4} \quad (\sqrt[10]{4} = 1,15 \text{ kullanınız})$$

## Cevap 2.3

$$(1) 4^{2,5} = 4^{\frac{25}{10}} = 4^{\frac{5}{2}} = (4^{\frac{1}{2}})^5 = (\sqrt{4})^5 = 2^5 = 32$$

$$(2) 4^{0,4} = 4^{\frac{4}{10}} = (4^{\frac{1}{10}})^4 = (\sqrt[10]{4})^4 \approx (1,15)^4 = 1,75$$

## 2.3. Direnç

En basit ifade ile direnç elektrik akımına karşı gösterilen zorluk olarak ifade edilebilir. Direnci teknik olarak tanımlayacak olursak:  $1 \text{ mm}^2$  kesitinde,  $106,3 \text{ cm}$  boyunda cıva silindirin  $0^\circ\text{C}$ 'deki direncine  $1 \text{ ohm } (\Omega)$  denir. Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında, alıcıdan akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise alıcının direncidir. Buradan şu sonuca varabiliriz. Eğer iletkenin direnci fazla ise geçen akım miktarı az, iletkenin direnci az ise geçen akım miktarı fazladır.

Direnç birimlerinin ast katları pek kullanılmamakta olup ohm ve üst katları kullanılmaktadır. Bunlar: **Ohm ( $\Omega$ ) < Kiloohm ( $\text{k}\Omega$ ) < megaohm ( $\text{M}\Omega$ ) < Gigaohm ( $\text{G}\Omega$ )**

### 2.3.1. Direnç Değerini Etkileyen Faktörler

Bir iletkenin direnci “R” (ohm), iletkenin boyu “l “ (metre), kesiti “S” (mm<sup>2</sup>) ve iletkenin yapıldığı malzemenin öz direnci olan “φ”(Ω.mm<sup>2</sup>/m) ya bağlıdır. Direncin, boy kesit ve öz dirençle arasındaki bağıntıyı veren formül:

$R = \phi \cdot l / S$  dur. Burada  $K = 1 / \phi$  olduğundan, formül  $R = l / K \cdot S$  ohm (Ω) şeklinde de ifade edilebilir.

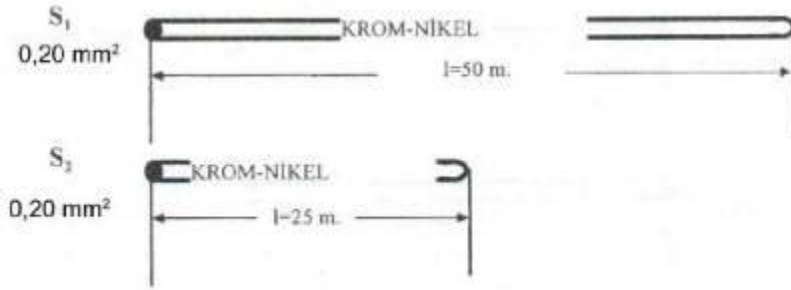
- R: İletken direnci, ohm (Ω)
- l: İletkenin boyu, metre (m)
- S: İletkenin kesiti (mm<sup>2</sup>)
- K: İletkenin yapıldığı malzemenin öz iletkenliği (m/Ω.mm<sup>2</sup>)
- φ: iletkenin yapıldığı malzemenin öz direnci (Ω.mm<sup>2</sup>/m)

**Özdirenç:** Birim uzunluk (1 metre) ve birim kesitteki (1mm<sup>2</sup>) iletkenin direncine özdirenç denir. Özdirenç “φ” ile gösterilir.

**Öziletkenlik:** Özdirençin tersine öziletkenlik denir. “K” harfi ile gösterilir. Yukarıdaki formülde görüldüğü gibi:

- İletkenin boyu uzadıkça direnci de artar, boyu kısaldıkça direnci azalır. Özetle boy ile direnç doğru orantılıdır.
- İletkenin kesiti artıkça direnci azalır, kesit azaldıkça direnç artar. Özetle kesit ile direnç ters orantılıdır.
- Özdirenç iletkenin iletkenlik kalitesini gösterir. İletkenin yapıldığı metalin özdirenç değeri küçük ise direnç küçük, özdirenç değeri büyük ise direnç değeri büyüktür. Özetle özdirenç ile direnç doğru orantılıdır.
- **Direnç Değerinin İletkenin Boyu ile Değişimi**

Bu değerlendirmede; kesitleri ve cinslerinin aynı, boyları farklı iki iletkenin direnç değerindeki boy farkından kaynaklanan değer bulunarak, iletken boyunun değişimi ile direnç değerinde oluşan fark incelenecektir.



Şekil 2.6: Kesit ve cinsleri aynı, boyları farklı iki iletken

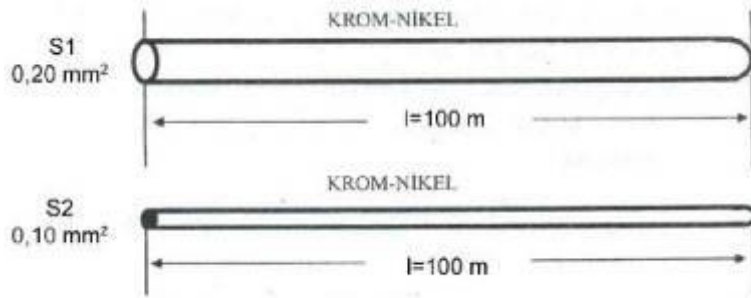
$$\begin{aligned}
S1 &= 0,20 \text{ mm}^2 & S2 &= 0,20 \text{ mm}^2 \\
l1 &= 50 \text{ m} & l2 &= 25 \text{ m} \\
\varphi &= 1,1 & \varphi &= 1,1 \\
R1 &= ? & R2 &= ?
\end{aligned}$$

$$R1 = \frac{\varphi \cdot l1}{S1} = \frac{1,1 \cdot 50}{0,20} = \frac{55}{0,2} = 275 \Omega \quad R2 = \frac{\varphi \cdot l2}{S2} = \frac{1,1 \cdot 25}{0,20} = \frac{27,5}{0,2} = 137,5 \Omega$$

Bu sonuç bize gösteriyor ki uzunluk ile direnç değeri arasında doğru orantı vardır. Kesiti ve cinsi değişmeyen bir iletkenin uzunluğu artarsa direnç değeri artar (R1), kısalsa direnç değeri azalır (R2).

### ➤ Direnç Değerinin İletkenin Kesiti ile Değişimi

Bu değerlendirmede; boyları ve cinsleri aynı, kesitleri farklı iki iletkenin direnç değerindeki kesitlerine göre bulunup kesitin değişimi ile direnç değerinde oluşan fark incelenecektir.



Şekil 2.7: Boyları ve cinsleri aynı, kesitleri farklı iki iletken

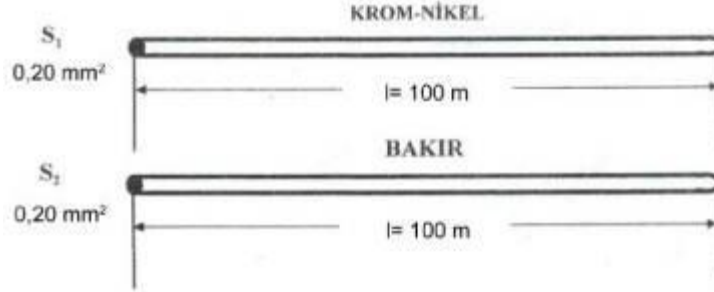
$$\begin{aligned}
S1 &= 0,20 \text{ mm}^2 & S2 &= 0,10 \text{ mm}^2 \\
l1 &= 100 \text{ m} & l2 &= 100 \text{ m} \\
\varphi &= 1,1 & \varphi &= 1,1 \\
R1 &= ? & R2 &= ?
\end{aligned}$$

$$R1 = \frac{\varphi \cdot l1}{S1} = \frac{1,1 \cdot 100}{0,20} = \frac{110}{0,2} = 550 \Omega \quad R2 = \frac{\varphi \cdot l2}{S2} = \frac{1,1 \cdot 100}{0,10} = \frac{110}{0,1} = 1100 \Omega$$

Bu sonuç bize gösteriyor ki kesit ile direnç değeri arasında ters orantı vardır. Boyu ve cinsi değişmeyen bir iletkenin kesiti artarsa direnç değeri azalır (R1), kesit azalırsa direnç değeri artar (R2).

### ➤ Direnç Değerinin İletkenin Cinsi ile Değişimi

Bu değerlendirmede; boyları ve kesitleri aynı, cinsleri (özdirençleri) farklı iki iletkenin özdirençlerine göre direnç değerleri bulunarak özdirenç değişimi ile direnç değerinde oluşan fark incelenecektir.



**Şekil 2.8: Kesit ve cinsleri aynı, boyları farklı iki iletken**

$$\begin{array}{ll}
 S_1=0,20 \text{ mm}^2 & S_2=0,20 \text{ mm}^2 \\
 l_1=100 \text{ m} & l_2=100 \text{ m} \\
 \varphi=0,0178 \text{ (Bakır)} & \varphi=1,1 \text{ (Krom-Nikel)} \\
 R_1=? & R_2=?
 \end{array}$$

$$R_1 = \frac{\varphi \cdot l_1}{S_1} = \frac{1,1 \cdot 100}{0,20} = \frac{110}{0,20} = 550 \Omega \quad R_2 = \frac{\varphi \cdot l_2}{S_2} = \frac{0,0178 \cdot 100}{0,20} = \frac{1,78}{0,2} = 8,9 \Omega$$

Bu sonuç bize gösteriyor ki iletkenin özdirenci ile direnç değeri arasında doğru orantı vardır. Boyu ve kesiti aynı olan iletkenlerden, özdirenci büyük olanın direnç değeri büyük (R1), özdirenci küçük olanın direnç değeri küçüktür (R2).

Tablo 2.1 de çeşitli iletkenler özdirençleri ve öz iletkenlikleri verilmiştir.

İLETKEN CİNSİ	ÖZDİRENCİ ( $\varphi$ ) $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	ÖZİLETKENLİK(K)
BAKIR	0,0178	56
ALÜMİNYUM	0,0285	35
KROM – NİKEL	1,1	0,91
GÜMÜŞ	0,016	62,5
ÇİNKO	0,063	16

**Tablo 2.1: Bazı iletkenlerin özdirenç ve öziletkenlikleri**

### ➤ Direncin Sıcaklıkla Değişimi

Tüm iletkenlerin dirençleri sıcaklık ile belirli bir miktar değişir. Bu değişim bazı metallerde direncin artması yönünde olurken bazı iletkenlerde de direnç değerinin azalması yönünde olur. Direncin, sıcaklık faktöründen dolayı değişmesi büyük akım değeri ile çalışan devrelerde çok önemli değildir. Ancak özellikle elektronik devrelerde dikkate alınmalı ve dirençlerin sıcaklıktan dolayı değerindeki değişmeye bağlı olarak akımda da belirli bir miktar değişiklik olduğu unutulmamalıdır.

## 2.3.2. Direnç Renk Kodları

Direnç değerleri aşağıda gösterildiği gibi renklerle ifade edilir (ilk iki renk, direnç değerlerini; 3. renk eklenecek sıfır sayısını; 4. renk ise hata payını vermektedir).



$$\text{Direnç} = ( (1) (2) ) \times 10^{(3)} \times (1 \pm (4))$$

İlk iki renk değeri                      hata payı

(1)(2)(3) renkler için				(4) renk için	
Renk	Değer	Renk	Değer	Renk	Hata payı
Siyah	0	Yeşil	5	Kahverengi	1%
Kahverengi	1	Mavi	6	Kırmızı	2%
Kırmızı	2	Mor	7	Altın	5%
Turuncu	3	Gri	8	Gümüş	10%
Sarı	4	Beyaz	9		

(1) (2) (3) (4)



(1) turuncu                      (2) mor                      (3) kahverengi                      (4) altın  
3                      7                      x                      10<sup>1</sup>                      (hata payı 5%) = 370[Ω]

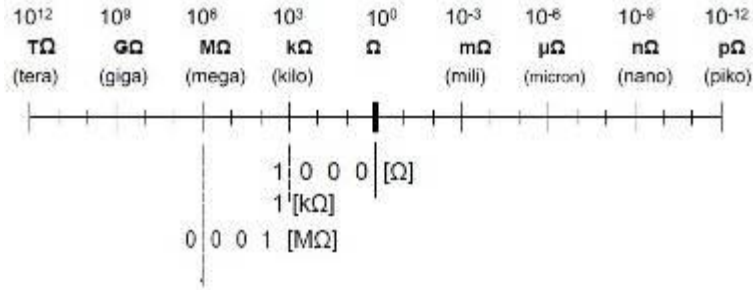
### 2.3.2.1. Direnç Birimleri

Bazen direnç, akım, gerilim değerleri çok küçük veya çok büyük olabilir. Bunları ifade ederken kat sayılar kullanılır.

Önek	Okunuş	Anlamı	Ön ek	Okunuş	Anlamı		
K	Kilo	1 000	10 <sup>3</sup>	m	Mili	0.001	10 <sup>-3</sup>
M	Mega	1 000 000	10 <sup>6</sup>	μ	Mikro	0.000 001	10 <sup>-6</sup>
G	Giga	1 000 000 000	10 <sup>9</sup>	n	Nano	0.000 000 001	10 <sup>-9</sup>
T	Tera	1 000 000 000 000	10 <sup>12</sup>	p	Piko	0.000 000 000 001	10 <sup>-12</sup>

Şekil 2.6'de direnç değerleri için kat sayılar grafiksel olarak görülmektedir. Bu grafiği kullanarak Ω'u kolayca askat veya üs katlar cinsinden ifade edebiliriz. 1000[Ω]'u kolayca [kΩ] ve [MΩ] çevirebiliriz.

1000[Ω] = 1 [kΩ] ve 0.001[MΩ] olur. Sonuç olarak dirençler, 1000'er 1000'er büyür veya küçülürler.



Şekil 2.6: Direnç değerleri için katsayılar

### 2.3.3. Direnç Değerinin Ölçülmesi

#### 2.3.3.1. Ohmmetre ile Direncin Ölçülmesi

##### ➤ Analog Ohmmetre ile Direnç Ölçme

Her şeyden önce analog ohmmetre ile ölçüme başlamadan önce sıfır ayarı yapılmalıdır. Tüm ölçü aletlerinde olduğu gibi ohmmetreler ile ölçüm yapılırken analog ohmmetrelerde büyüklüğün tespiti için: Kademe anahtarının bulunduğu konum ile skaladan okunan değer çarpılarak ölçülen büyüklüğün değeri tespit edilir.

Örneğin kademe anahtarı X100 kademesinde iken skalada okunan değer, 100 ile çarpılarak ölçülen büyüklüğün değeri bulunur. Kademe seçiminin doğru ve uygun yapılması ölçmedeki hata oranını azaltan en önemli faktörlerden biridir. Ölçme için kademe anahtarının konumu belirlenirken direnç değerine göre kademe tayin edildikten sonra ölçme yapılır. Sapma miktarı az ise kademe küçültülür.



Resim 2.7: Avometre ile direnç ölçümü

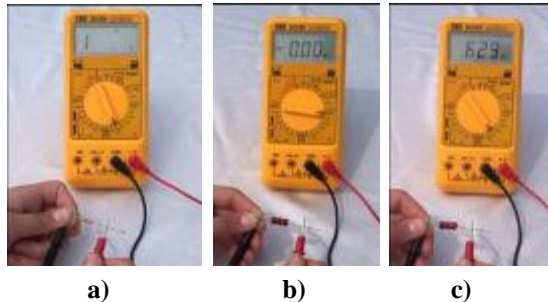


Skalada okunan değer	Kademe anahtarının konumu	Ölçülen büyüklüğün değeri
20	X1	20 $\Omega$
50	X10	500 $\Omega$
120	X100	1200 $\Omega$ /1,2 K $\Omega$
47	X1K	47 K $\Omega$
2K	X10K	20 M $\Omega$

### ➤ Dijital Ohmmetre ile Direnç Ölçme

Dijital ohmmetrelerle ölçüm sonucunu tayin etmek daha kolaydır. Ancak, dijital ohmmetre veya avometreler ile direnç ölçümü yapılırken hatasız bir ölçüm yapabilmek için dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Günümüzde kademe anahtarı, direnç ölçme konumuna getirildikten sonra kademe seçimi (200, 2K, 20K...2M) gerektirmeyen ölçü aletleri bulunmaktadır. Ancak kademe seçimi gerektiren ohmmetre veya avometrelerde doğru kademe seçimi yapmak önemlidir. Direnç ölçümü yapılırken uygun kademe seçimini bir örnekle açıklayalım:

630  $\Omega$ 'luk bir direnç için uygun kademeyi deneyerek tespit edelim. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, direnç değerine en yakın ve kesinlikle direnç değerinden küçük olmayan kademeyi seçmektir. Bu, direnç ölçümü yapılırken uyulması gereken bir kuraldır. 630  $\Omega$ 'luk direnç değeri ohmmetre veya avometrede ölçülürken seçilmesi gereken kademe 2K kademesidir. Eğer direnç ölçümü için seçilen kademe, direnç değeri için küçükse değer ekranında 1 ifadesi (Şekil 2.17.a); seçilen kademe çok büyükse 0 ifadesi okunacaktır (Şekil 2.17.b). Değer ekranında 0 ifadesi gördüğünüzde kademe anahtarını küçültmeniz; 1 ifadesi gördüğünüzde büyütmeniz gerektiğini unutmayın. **Direnç ölçümünde, okunan değerde hassasiyet artırılmak isteniyorsa (0,190 K $\Omega$  yerine, 199  $\Omega$  gibi) kademe küçültülerek bu hassasiyet artırılabilir.**



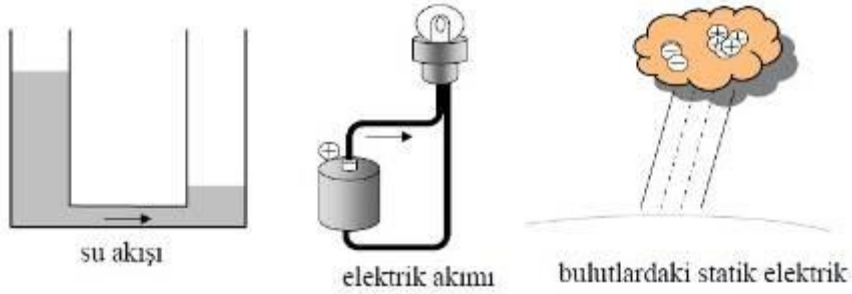
Resim 2.8: Dijital avometrede doğru kademe seçimi

## 2.4. Elektrik Akımı ve Gerilimi

Bu bölümde elektrik yükü, elektrik akımı ve gerilim gibi temel elektrik kavramlarını öğreneceğiz. Bu ifadeleri detaylara girmeden açıklamaya çalışacağız. Bu nedenle öncelikle elektrik yükünün hareketi ile su akışı arasındaki benzerliği anlamalıyız.

### 2.4.1. Elektrik Akımı

Elektrik akımı olarak adlandırılan elektrik akışı, suyun akışına benzer. Suyun akma nedeni şüphesiz suyun akışkan olmasıdır. Elektrik akımını ne akışı olarak düşünürsünüz? Hem pozitif hem de negatif yüklerin akışından bahsedebiliriz. Akmayan elektrik de vardır. Buna statik elektrik denir. Günlük hayatımızda birçok alanda statik elektrik ile temasımız olmaktadır.



Şekil 2.7: Akış yönleri

Pozitif elektrik yükünün akış yönü, elektrik akım yönü olarak ifade edilir. Elektrik yük birimi Coulomb (C) ve akımın birimi Amper (A) dir. Bu birimler Charles Augustin Coulomb ve Andre Marie Ampere tarafından keşfedildiği için bu isimlerle adlandırılırlar.

Elektrik akımının sayısal değeri aşağıdaki gibi açıklanabilir:

**Elektrik akımının tanımı**

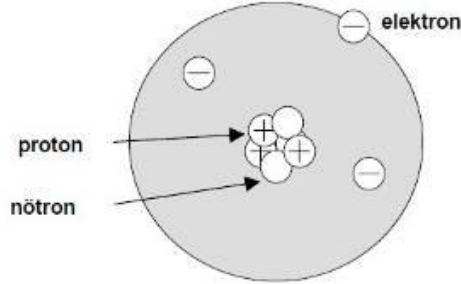
1 saniyede 1 coulombluk elektrik yükü hareket ediyorsa bu 1 Amper olarak tanımlanır.

$1[A] =$

Elektrik yükü akışının doğrudan ölçümü mümkün değildir. Fakat elektrik akımını ölçmek mümkündür. Akım değerini kullanarak elektrik yükü akış miktarını belirleyebiliriz.

## ÇALIŞMA -1.1:

Serbest elektron ve oyuk (Elektrik akımı denince hareket eden nedir?)



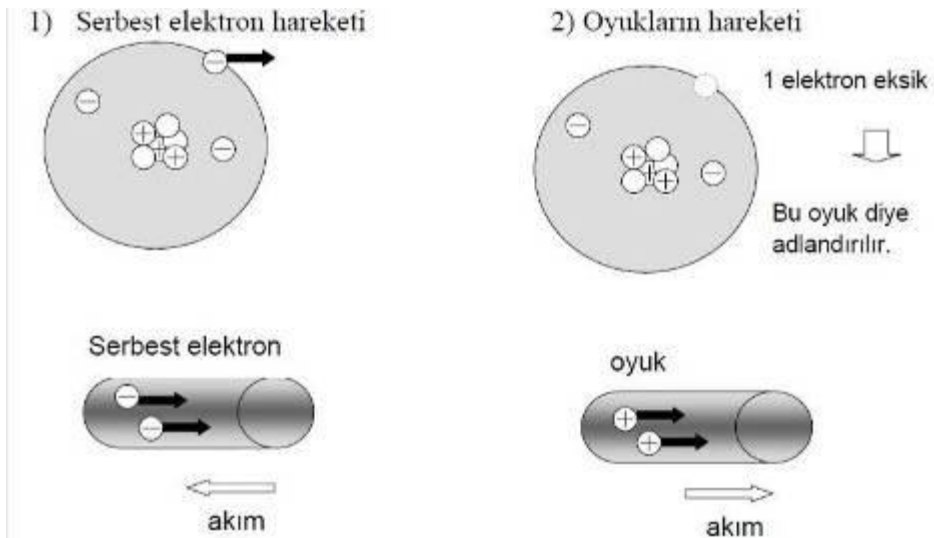
Atomun genel yapısı şekilde görülmektedir. Proton ve nötrondan meydana gelen bir çekirdek ve bunun etrafında dönen elektronlardan oluşur.

Proton, artı elektrik yüküne sahiptir. Diğer yandan elektron da aynı miktarda negatif yüküne sahiptir (bu genellikle 'e' sembolü ile gösterilir). Nötron, elektrik yüküne sahip değildir.

$$\text{Protonun yükü} = +1.602 \times 10^{-19} \text{ [C]} (= +e \text{ [C]})$$
$$\text{Elektronun yükü} = -1.602 \times 10^{-19} \text{ [C]} (= -e \text{ [C]})$$

Elektron ve proton sayıları normalde aynı miktardadır ve bu elektronların büyük çoğunluğu çekirdeğin etrafında döner. Başka pozisyonlarda hareket edemezler. Madde içinde serbestçe hareket edebilen bazı özel elektronlar vardır. Bunlara serbest elektronlar denir.

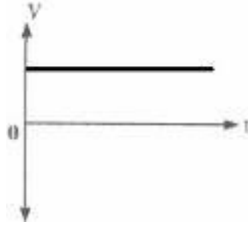
Bu serbest elektronların hareketlerini iki farklı şekilde düşünebiliriz.



Birçok serbest elektrona sahip olan malzemelere iletken, birkaç serbest elektrona sahip olanlara ise yalıtkan denir. Başka bir deyişle son yörüngedeki elektron sayısı dörtten az ise iletken ve son yörüngedeki elektron sayısı dörtten fazla ise yalıtkan malzeme olarak tanımlanır.

### 2.4.2. Doğru Akım

Yönü ve şiddeti zamana göre değişmeyen akıma **doğru akım** (DA - **D**irect **C**urrent) denir. Doğru akımın üretilmesi ve iletilmesi zor olduğundan çok yaygın kullanılmamaktadır. Aküler, piller, DC dinamları, DC kaynaklarına birer örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.8: Doğru akım

### 2.4.3. Elektrik Potansiyeli ve Gerilim

Elektrik akımı su akışına benzer. Bunu kavramak çok kolaydır. Önce su akışını öğrenelim ve onun özelliği hakkında düşünelim.

Su akışı ve elektrik akışı arasındaki paralellikler aşağıdadır.

Elektrik akışına karşılık gelen su akışı	Elektrik akışı
Su basıncı [ $N/m^2$ ]	Elektrik potansiyeli [V]
Basınç farkı [ $N/m^2$ ]	Elektrik potansiyel farkı veya gerilimi [V]
Akış değeri [ $m^3/s$ ]	Elektrik akımı [ $A = C/s$ ]

#### ÇALIŞMA-1.2:

Bileşik bir kaptaki suyun bir koldan diğer kola akışı, kollar arasındaki basınç farkından kaynaklanır. Basınç farkı olmazsa su akışı olmaz. Bu durum elektrik yükü akışı için de geçerlidir (Potansiyel fark varsa yük akışı olur). Elektrik potansiyeli, enerji miktarını gösterir ve yüksek potansiyel alanından düşük potansiyel alanına doğru akar. Elektrik devrelerinde potansiyel fark “gerilim” olarak ifade edilir ve birimi [V] voltur. Elektrik devrelerinde gerilim miktarı önemlidir.

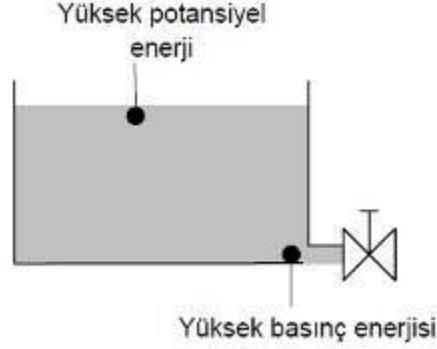
#### ➤ Volt Birimi

Bu bölümde gerilim birimi volt hakkında bazı fikirler vermeye çalışacağız. Volt, bağımsız bir birim değildir. Çünkü enerjiyle alakalıdır.

Volt’ u tanımlayacak olursak:

$$1[V] = 1[J/C]$$

[J](joule) enerji birimidir. Buna göre Coulomb başına Joule 1[V] demektir.



### ➤ Enerji

Elektrik potansiyeli, elektrik enerjisinin miktarı hakkında fikir verir. Bunun anlamı elektrik yükü, kendi kendine enerji üretme yeteneğine sahip değildir.

Elektrik ile su arasındaki benzerliği inceleyelim. Su, tek başına enerjiye sahip değildir. Su seviyesi yüksek olduğunda daha düşük seviyeye göre belli bir potansiyel enerjiye sahiptir. Deponun altındaki su, çok yüksek bir basınca sahip olur. Bu basıncı artırmak için ya yeni su ilave etmeliyiz ya da suya belli bir basınç uygulamalıyız.



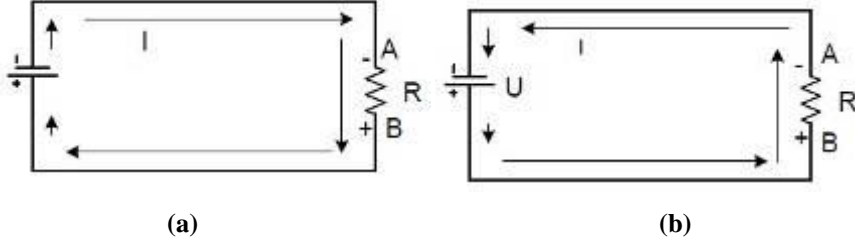
Elektrik yüklü parçacıkların birbirine yaklaştırılmaları için ayrı bir enerjiye ihtiyaç vardır. Çünkü aynı yüklü parçacıklar birbirlerini elektrostatik kuvvetle iterler. Bu kuvvet birbirlerine yaklaştıkça daha da artar. Bu nedenle bir arada bulunan elektrik yüklü parçacıklar enerjiye sahiptir.

### 2.4.4. Akımın ve Gerilimin Yönü

Elektrik akım ve yönünün negatif (-) kutuptan, pozitif (+) kutba doğru olarak kabul edilir. Günümüzde özellikle elektronik alanında yazılmış kitaplarda kabul edilen akım yönüdür. Ancak devre şemalarında akım yönünün sembolik olarak gösterilmesini etkiler, teorik hesaplamalarda ve pratik uygulamalarda sonuçları etkilemez. Bu sebeple alınan sembolik yön pratikte negatife veya negatiften pozitifte akması hiçbir değer değişikliğine sebebiyet vermez.

Bir dirençten akım geçtiği zaman, bu direnç uçlarında bir gerilim düşümü meydana gelir. Direnç uçlarında düşen gerilim yönü, akım yönüne göre bakılır. Akım negatif kutuptan pozitif kutba doğru aktığı kabul edildiğinde, (bu teoride kabul edilebilir) akımın dirence giriş

yaptığı taraf, direnç üzerinde düşen gerilimin negatif kutbu, akım dirençten çıkış yaptığı taraf ise direnç üzerinde düşen gerilimin pozitif kutbudur. Aşağıdaki şekilde bir elektrik devresinde, direnç üzerinde düşen gerilimin yönü görülmektedir.

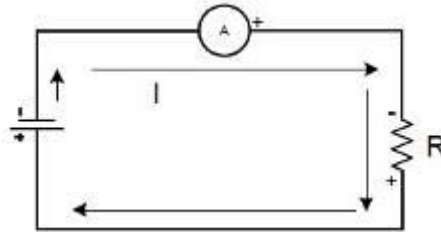


**Şekil 2.9: Bir direnç üzerinde gerilimin yönü**

Yukarıdaki görülen Şekil 2.20 (a) daki devrede akım, gerilim kaynağının (-) kutbundan çıkarak R direncinin A ucundan giriş yapmakta ve B ucundan çıkış yapmaktadır. Böylece, direncin A ucu (-), B ucu ise (+) olur. Direnç uçlarında düşen gerilim ölçülmek istenirse D.C Voltmetrenin (-) ucu direncin a ucuna, (+) ucu ise direncin B ucuna paralel bağlanmalıdır.

DC akım devrelerinde akım DC ampermetrelerle, gerilim ise DC voltmetrelerle ölçülür. Bunların bir arada olan aletlere multimetre veya AVO (AMPER, VOLT ve OHM) denir.

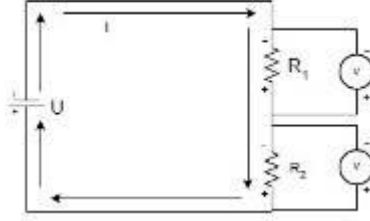
D:C ampermetreler devreden geçen DC akımı ölçer ve devreye seri bağlanır. DC ampermetrelerin (+) ve (-) uçları vardır. Devreye bağlanırken ampermetrenin (-) ucunun akımın giriş yaptığı noktaya, (+) ucunun ise akımın çıkış yaptığı noktaya bağlanması gerekir. Aşağıdaki şekilde D.C ampermetrenin devreye bağlanması görülmektedir.



**Şekil 2.10: DC ampermetrenin devreye bağlanması**

DC Voltmetreler iki nokta arasında DC gerilim ölçer. DC Voltmetreler, gerilimi ölçülecek elemana paralel olarak bağlanır. DC voltmetrenin bir ucu (-) diğer ucu ise (+) dir. Gerilimölçerken, voltmetrenin (-) ucu gerilimin (-) ucuna, voltmetrenin(+) ucu ise gerilimin (+) ucuna bağlanır. Aşağıdaki şekilde DC voltmetre kullanılarak direnç uçlarında düşen gerilimlerin ölçülmesi görülmektedir.

Burada R1 direncinin uçlarındaki gerilim düşümünü bir voltmetre, R2 uçlarındaki gerilim düşümünü ise diğer voltmetre ölçmektedir.



Şekil 2.11: D.C voltmetrenin devreye bağlanması

## 2.4.5. Gerilim Ölçme

Bir elektrik devresinde akımın geçişini sağlayan etki olup iki nokta arasındaki potansiyel fark olarak ifade edilir. (V) harfi ile gösterilir. Gerilim birimi voltur.

### 2.4.5.1. Voltmetrenin Yapısı ve Çeşitleri

Elektrik devrelerinde gerilim ölçmeye yarayan ölçü aletlerine **voltmetre** denir. Voltmetreler devreye paralel bağlanır ve “V” harfi ile gösterilirler. Voltmetreler devreye paralel olarak bağlandıklarından kaynağın veya devrenin gerilimini düşürecek kadar akım çekmemelidirler. Bu da voltmetrelerin iç direncinin yüksek olmasını gerektirir. Elektrik devrelerinde voltmetrenin yanlışlıkla seri bağlanması durumunda iç direnci çok fazla olduğundan kaynak geriliminin büyük bir kısmı voltmetre üzerinde düşeceğinden alıcı düzgün olarak çalışmaz. Eğer alıcı yüksek akımlı ise bu durumda voltmetre seri bağlanacak olursa yanarak kullanılmaz hale gelebilir.



Resim 2.9: a-Dijital pano tipi voltmetre b-Analog voltmetre

### 2.4.5.2. Voltmetreyi Devreye Bağlama ve Gerilim Ölçme

Gerilim ölçme işleminde en önemli noktalardan biri yapılacak gerilim ölçümüne uygun voltmetre seçmektir. bu seçim doğru yapılması, ölçümün doğruluğu, ölçüm yapan kişinin ve ölçü aletinin güvenliği için önemlidir. Voltmetre seçimi yapılırken aşağıda belirtilen hususlara kesinlikle dikkat edilmelidir:



**Voltmetreler devreye paralel bağlanır.**

- Gerilim çeşidine uygun(AC-DC) voltmetre seçilmelidir.
- Gerilimin ölçme sınırı ölçülecek gerilimin değerinden mutlaka büyük olmalıdır.
- Alternatif gerilim ölçmelerinde voltmetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermezken doğru akımda “+” ve “-“ uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi takdirde analog ölçü aletlerinde ibre ters sapar, dijital ölçü aletlerinde gerilim değeri önünde (-) ifadesi görünür.
- Ölçülecek gerilim değerine uygun hassasiyet ve yapıya sahip voltmetre seçilmelidir. 10 mV'luk gerilim, kV seviyesinde ölçüm yapan voltmetre ile ölçülemez.
- Voltmetre gerilimi ölçülecek kaynak veya alıcının uçlarına bağlanmalıdır.
- Enerji altında, sabit voltmetrelerin bağlantısı yapılmamalı ve yapılmış bağlantıya müdahale edilmemelidir. Ancak taşınabilir ve probalar vasıtası ile ölçüm yapılabilecek voltmetreler ile gerekli önlemler alındıktan sonra ölçüm yapılabilir.



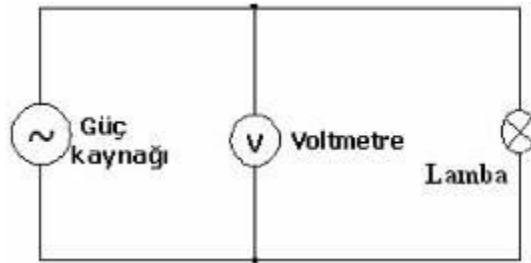
## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen şemaya göre gerekli voltmetre, araç ve gereçleri seçerek bağlantıyı kurun. Öğretmeninizin gözetiminde devreye enerji vererek ayarlı güç kaynağı ile gerilimi değiştiriniz. Voltmetrede okuduğunuz değerleri çizelgeye yazınız. Aynı bağlantıyı doğru akım kaynağı ve voltmetresi kullanarak da yapıp bağlantı açısından bir fark olmadığını görebilirsiniz.



Resim 2.10: Voltmetrenin devreye bağlanması

### Uygulama devresi



Şekil 2.11: Voltmetre ile alıcı gerilimini ölçmek

### Malzeme listesi

Malzemenin adı		Malzemenin özellikleri
1	Voltmetre	AC - (0-5 A)
2	Voltmetre	DC - (0-5 A)
3	Lamba	100 w
4	Bağlantı kabloları	Değişik uzunlukta
5	AC güç kaynağı	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	DC, 0-220 V, 5A

Tablo 2.3: Gerilim ölçme uygulamasında kullanılacak malzemelerin listesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçülecek gerilime uygun voltmetre ve devre elemanlarını seçiniz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Voltmetrenin ölçme sınırı, ölçülecek akım değerinden küçük olmamalıdır.</li> <li>➤ Voltmetre ölçüm yapılacak akım çeşidine uygun olmalıdır(AC-DC).</li> <li>➤ Voltmetrenin hassasiyeti ölçülecek akım değerine ve ölçüm amacına uygun olmalıdır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analog voltmetre ile ölçüm yapılacaksa sıfır ayarını yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sıfır ayarı yapılmazsa ölçme sonucunun hatalı olacağını unutmayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Voltmetreyi ölçülecek gerilim değerine uygun kademeye getiriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yanlış gerilim kademesinde ölçüm yapmak sonucun hatalı olmasının yanında, ölçü aletine de zarar vereceğini unutmayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Voltmetrenin bağlantısını yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Voltmetreyi devreye paralel bağlayınız. Kesinlikle enerji altında bağlantı yapmayınız, mevcut bağlantıya müdahale etmeyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Voltmetrenin bağlantısını kontrol ettikten sonra devreye enerji ver.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devrenize öğretmen gözetiminde enerji veriniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reosta direncini değiştirip gerilim değerlerini ölçerek aşağıdaki çizelgeye yaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analog ölçü aleti ile ölçüm yapılıyorsa skaladaki ayna şeridinden faydalanınız.</li> </ul>

#### Deneyde alınan değerler:

Alıcı	Gerilim(V)	Açıklama
100 w' lık lamba		

Tablo 2.4: Gerilim ölçme uygulamasından alınan değerler

## 2.4.6. Akım Ölçme

### 2.4.6.1. Ampermetrenin Yapısı ve Çeşitleri

Elektrik akım şiddetini ölçmede kullanılan ölçü aletlerine **ampermetre** denir. Ampermetrelerin elektrik devrelerindeki sembolü, daire içinde “A” ile ifade edilir. Ampermetreler devreye seri bağlanır, çünkü alıcı veya alıcılardan geçecek akımın ölçülebilmesi için akımın tamamının ampermetreden geçmesi gerekmektedir. Ampermetreler devreye seri bağlandıklarından, ölçüm yaptıkları devrelerde bir yük gibi akımı sınırlandırıcı etki yapmamaları gerekmektedir. Bu yüzden ampermetrelerin iç dirençleri çok küçüktür (0-1  $\Omega$ ) ve yanlışlıkla paralel bağlanmaları durumunda üzerinden çok büyük akım geçeceğinden kısa sürede kullanılmaz hale gelebilirler.



**Resim 2.11: a-Dijital pano tipi ampermetre b-Analog ampermetre c- Pens ampermetre**

Akım şiddetini ölçen bu aletler dijital, analog ve pens ampermetreler olarak çeşitlere sahiptir. Ampermetreler ölçülecek değere göre mA seviyesinden kA seviyesine kadar ölçme alanına sahip olarak imal edilmektedirler. Ölçülecek akımın DC veya AC olmasına göre, DC ampermetresi veya AC ampermetresi kullanılmalıdır.

### 2.4.6.2. Ampermetreyi Devreye Bağlama ve Akım Ölçme

Akım ölçme işlemi yapılmadan önceki en önemli nokta ölçüm yapılacak akıma uygun ampermetre seçmektir. Ampermetre seçimi yapılırken aşağıda belirtilen hususlara kesinlikle dikkat edilmelidir:

#### **Ampermetreler devreye seri bağlanır.**

- Akım çeşidine uygun(AC-DC) ampermetre seçilmelidir.
- Ampermetrenin ölçme sınırı, ölçülecek akım değerinden mutlaka büyük olmalıdır.
- Alternatif akım ölçmelerinde ampermetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermezken doğru akımda “+” ve “-“ uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi takdirde analog ölçü aletlerinde ibre ters sapar dijital ölçü aletlerinde değer önünde negatif ifadesi görünür.
- Ölçülecek akım değerine uygun hassasiyete sahip ampermetre seçilmelidir.  $\mu$ A seviyesindeki akım, amper seviyesinde ölçüm yapan bir ampermetre ile ölçülemez.
- Ampermetre ölçüm yapılacak noktaya, alıcının veya devrenin çektiği akımın tamamı üzerinden geçecek şekilde, yani seri bağlanmalıdır.

Enerji altında hiçbir şekilde ampermetre bağlantısı yapılmamalı ve mevcut bağlantıya müdahale edilmemelidir.

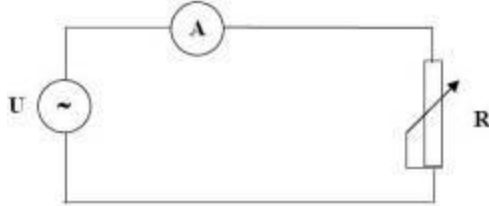
## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen şemaya göre gerekli ampermetre, araç ve gereçleri seçerek bağlantıyı kurun. Öğretmeninizin gözetiminde devreye enerji verip reosta direncini değiştirerek ampermetrede okuduğunuz değerleri çizelgeye yazınız. Aynı bağlantıyı doğru akım kaynağı ve ampermetresi kullanarak da yapıp bağlantı açısından bir fark olmadığını görebilirsiniz.



Resim 2.12: Ampermetre ile alıcı akımını ölçmek

### ➤ Deney Bağlantı Şekli



Şekil 2.12: Ampermetre bağlantısı

Malzeme listesi:

Malzeme Listesi		
	Malzemenin adı	Malzemenin özellikleri
1	Ampermetre	AC - (0-5 A)
2	Ampermetre	DC - (0-5 A)
3	Reosta	0-100 $\Omega$
4	Bağlantı kabloları	Değişik uzunlukta
5	AC güç kaynağı	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	DC, 0-220 V, 5A

Tablo 2.5: Akım ölçme uygulamasında kullanılacak malzemelerin listesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçülecek akıma uygun ampermetre ve devre elemanlarını seçiniz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ampermetrenin ölçme sınırı, ölçülecek akım değerinden küçük olmamalıdır.</li> <li>➤ Ampermetre ölçüm yapılacak akım çeşidine uygun olmalıdır(AC-DC).</li> <li>➤ Ampermetrenin hassasiyeti ölçülecek akım değerine ve ölçüm amacına uygun olmalıdır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analog ampermetre ile ölçüm yapılırsa sıfır ayarını yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sıfır ayarı yapılmazsa ölçme sonucunun hatalı olacağını unutmayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ampermetreyi ölçülecek akım değerine uygun kademeye getiriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yanlış akım kademesinde ölçüm yapmak sonucun hatalı olmasının yanında, ölçü aletine de zarar vereceğini unutmayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ampermetrenin bağlantısını yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ampermetreyi devreye seri bağlayınız. Kesinlikle enerji altında bağlantı yapmayınız, mevcut bağlantıya müdahale etmeyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ampermetrenin bağlantısını kontrol ettikten sonra devreye enerji ver.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devrenize öğretmen gözetiminde enerji veriniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reosta direncini değiştirip akım değerlerini ölçerek aşağıdaki çizelgeye yaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analog ölçü aleti ile ölçüm yapılıyorsa skaladaki ayna şeridinden faydalanınız.</li> </ul>

#### Deneyde alınan değerler:

Gerilim(V)	Direnç ( $\Omega$ )	Akım (A)
50 V Sabit	100 $\Omega$ 'luk reostanın direncini en büyük değerden başlayıp akım sınırına dikkat ederek küçültünüz.	

Tablo 2.6: Akım ölçme uygulamasından alınan değerler

## 2.5. Ohm Kanunu

Bir elektrik devresinde, elektrik enerjisi başka bir enerjiye dönüştüren alıcı uçlarına uygulanan gerilimle, alıcı üzerinden geçen akım arasında şu bağıntı  $U/I$  oranı daima sabittir. Bir devrenin gerilimi hangi oranda artarsa, akımda o oranda artacaktır. Bu sabit sayıya “Elektrik Direnci” veya kısaca “DİRENÇ” denir. Direnç R harfi ile ifade edilir. Diğer bir tanımla akımın akışına zorluk gösteren elemandır.

Bu tanımlardan yola çıkarak;  $R = U / I$

formülü yazılabilir. Bu formüldeki harflerin anlamları ve birimleri,

R: Alıcının direnci (OHM)

I: Alıcının üzerinden geçen akım şiddeti (AMPER)

U: Alıcı uçlarına uygulanan gerilim (VOLT)

Burada ohm direncin birimidir. Ohm  $\Omega$  (omega) sembolü ile gösterilir.

**OHM:** Bir iletkenin uçlarına bir voltluk bir gerilim uygulanır ve bu iletkenin üzerinden bir amperlik akım akıyorsa bu iletkenin direnci bir ohm denir. Ohm küçük bir birim olduğundan ast katları mevcut değildir. Bundan dolayıdır ki üst katları vardır.

1 ohm =  $1.10^{-6}$  Mega ohm (M $\Omega$ )

1 ohm =  $1.10^{-3}$  Kilo ohm (K $\Omega$ ) dur.

**Örnek:** 100 ohm’luk direnci kohm’a dönüştürelim.

**Çözüm:**  $100\text{ohm} = 100.10^{-3} = 1.10^{-1} = 0.1$  Kohm

**Örnek:** 1.2 Kohm değerindeki direnci ohm değerine dönüştürelim

**Çözüm:**  $1.2\text{ Kohm} = 1.2.10^3 = 1200$  ohm bulunur.

Formül  $R=U/I$  dan  $I=U/R$  ye dönüştürürsek burada alıcının içinden geçen akım şiddetinin alıcının uçlarına uygulanan gerilimle doğru, alıcının direnci ile ters orantılı olduğu görülür. Bu tanıma “**OHM KANUNU**” denir. Formülde görüleceği üzere elektrik devresinden geçen akım, gerilim büyüdükçe artar direnç büyüdükçe azalır.

Ohm kanunu formülünü incelemeye alırsak;

*Direnç sabitken,*

$$I = U / R$$

Gerilim, büyüdükçe akım artar. Gerim küçüldükçe akım azalır.

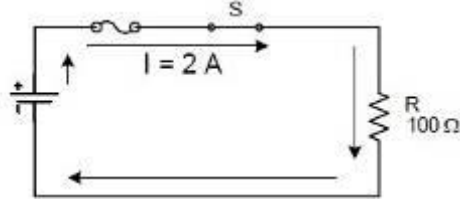
*Gerilim sabitken;*

$$I = U / R$$

Direnç büyüdükçe akım azalır. Direnç küçüldükçe akım artar.

## 2.5.1. Ohm Kanunuyla Gerilim Hesaplama

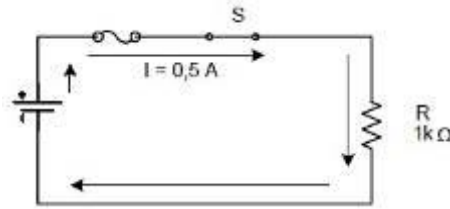
**Örnek:**  $U = I.R$  formülünden yararlanarak şekildeki devrede gerilim kaynağının değerini bulalım.



Şekil 2.13:Uygulama Devresi

**Çözüm:**  $U = I.R = 2.100 = 200$  Volt bulunur.

**Örnek:** Şekildeki devrede bilinmeyen kaynak gerilimini ohm kanunundan yararlanarak bulalım.



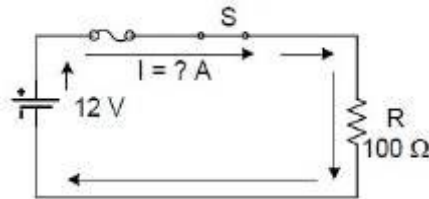
Şekil 2.14: Uygulama Devresi

**Çözüm:**  $U = I.R$  formülünde verilen değerler yerine konulursa;  
 $1k\Omega = 1.10^3 = 1000 \Omega$  birim dönüşümünden sonra,  
 $U = 0,5A.1000\Omega = 500$  Volt bulunur.

Ohm kanunu ile kapalı bir devrede gerilim değerlerini bu şekillerde bulunabilir. Bu bir direnç üzerinde düşen gerilim düşümü de olabilirdi.

## 2.5.2. Ohm Kanunuyla Akım Hesaplama

**Örnek:** Aşağıdaki şekilde verilen değerler yardımı ile kaynaktan çekilen akımı bulalım.

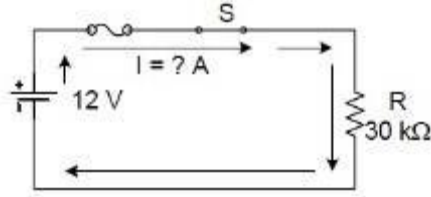


Şekil 2.15: Uygulama Devresi

**Çözüm:** Şekilde de görüldüğü gibi bilinmeyen  $I$  değeri, bu değeri de bulmak için, formülde yerine konulduğu takdirde kaynaktan çekilen akım bulunur.

$$I = U / R = 12 \text{ V} / 100 \Omega = 0,12 \text{ Amper veya } I = 120 \text{ mA bulunur.}$$

**Örnek:** Aşağıdaki şekilde verilen değerler yardımı ile kaynaktan çekilen akımı bulalım.



**Şekil 2.16: Uygulama Devresi**

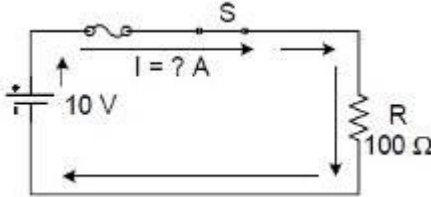
**Çözüm:** Formülde yerine konmadan önce birim dönüşümü olup olmadığına bakmak gerekir. Dikkat edilirse R değeri KΩ cinsinden verilmiş. Bunu formülde yerine koymadan Ω'a dönüştürürsek;

$$R = 30 \text{ k}\Omega = 30.10^3 = 30.000 \Omega$$
$$I = U / R = 120 \text{ V} / 30 \text{ K}\Omega = 120 \text{ V} / 30000 \Omega = 0,004 \text{ A} \text{ veya } I = 4\text{mA} \text{ bulunur.}$$

**Örnek:** Bir elektrik motoru 220 Voltluk bir gerilimle çalışmakta ve direnci ise 10 Ω dur. Bu elektrik motoru hattan ne kadarlık bir akım çektiğini bulalım.

$$I = U / R = 220\text{V} / 10 \Omega = 22 \text{ Amper} \text{ bulunur.}$$

**Örnek:** Şekildeki devrede 100 ohm üzerinden geçen akımı ohm kanunundan yararlanarak bulalım.



**2.17: Uygulama Devresi**

**Çözüm:** Kaynak gerilimi 10 V aynı zamanda direnç uçlarında da görüleceğinden, direncin üzerinden geçen akım,

$$I = U / R = 10 \text{ V} / 100 \Omega = 0,1 \text{ Amper}$$

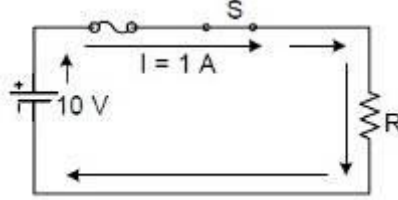
Eğer kaynak gerilimi 30 Volt olmuş olsaydı direncin üzerinden geçen akım ise

$$I = U / R = 30 \text{ V} / 100 \Omega = 0,3 \text{ Amper} \text{ olurdu.}$$



### 2.5.3. Ohm Kanunuyla Direnç Hesaplama

**Örnek:** Aşağıdaki şekildeki devrede verilen değerler yardımı ile bilinmeyen direnç değerini bulalım.

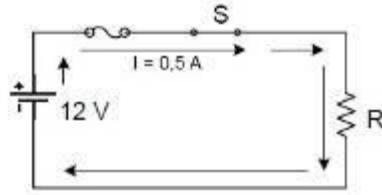


Şekil 2. 18: Uygulama Devresi

**Çözüm:** Ohm kanunu formülünde verilen değerler yerine konulursa, devreye bağlı olan üzerinden 1 Amperlik akım akıtan direnç değeri;

$$R = U / I = 10 \text{ V} / 1 \text{ A} = 10 \Omega \text{ değeri bulunur.}$$

**Örnek:** Aşağıdaki şekildeki devrede verilen değerler yardımı ile bilinmeyen direnç değerini bulalım.



Şekil 2.19: Uygulama Devresi

**Çözüm:** Değerler yerine konularak,

$$R = U / I = 12 \text{ V} / 0,5 \text{ A} = 24 \Omega \text{ Değeri bulunur.}$$

## 2.6. İş ve Güç

### 2.6.1. İş

Elektrikte iş, birim zamanda enerji harcayarak sonuç alma (ısı, ışık, manyetik) olarak tanımlanabilir. Elektrikle çalışan bir alıcının harcadığı enerji miktarı arttıkça, gördüğü iş de o oranda artar. Elektrikte iş W harfiyle gösterilir. s birimi, kilowattsaat (kWh)'tir. Başka bir deyişle, devreye bağlı 1000 watt (1 kilowatt) gücündeki alıcı, bir saat boyunca çalışıyorsa yaptığı iş 1 kWh'tir. Elektrik alıcılarının yaptığı işi doğrudan ölçen aygıtlara elektrik sayacı denir. Bir fazlı (monofaze) sayaçlar ev ve işyerlerinde kullanılan alıcıların yaptığı işi ölçer. Üç fazlı (trifaze) sayaçlar ise sanayi tesislerinde kullanılan alıcıların yaptığı işi ölçer.

Elektrikte is denklemi:

$$S = \text{güç} \times \text{zaman [kilowattsaat]} \quad W = P.t \text{ [kwh]} \quad (W: s, P: \text{Güç}, t: \text{Zaman})$$

Örnek: Gücü 10 kW (10.000 W) olan motor 8 saat çalışmıştır. Elektriğin 1 kWh'i 30.000 TL olduğuna göre,

- Yapılan işi.
- Elektrik dağıtım şirketine ödenecek parayı bulunuz.

Çözüm

- $W = P.t = 10.8 = 80 \text{ kWh}$
- Ödenecek para =  $W.30\ 000 = 80.30\ 000 = 2.400.000 \text{ TL}$

### 2.6.2. Güç

Elektrik alıcılarının birim zaman içinde (saniyede) yaptıkları işe güç denir. Elektrikte güç, alıcının çektiği akım ile gerilimin çarpımıdır. Güç P ile gösterilir, birimi watttır.

Elektrikte güç denklemi:

$$\text{Güç} = \text{gerilim} \times \text{akım, yani, } P = V \cdot I \text{ [W]}$$

Ohm kanunu, akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Bu yasaya göre  $V = I.R$ 'dir. Bu denklemi güç formülünde V'nin yerine koyarsak,

$$P = V.I = I.R.I = I^2.R \text{ [W]} \text{ eşitliği bulunur.}$$

Yine ohm kanununa göre  $I = V/R$ 'dir. Bunu güç denkleminde I'nın yerine koyarsak,

$$P = V.I = V.V/R = V^2/R \text{ [W]} \text{ esitligi bulunur.}$$

Gücün ast katları pikowatt, nanowatt, mikrowatt, miliwatt; gücün üst katları kilowatt, megawatt, gigawatt'tır.

### 2.6.3. Güç Ölçme

Elektrik enerjisi ile çalışan alıcıya elektrik enerjisi uygulandığında ısı, ışık, hareket vb. şekilde iş elde edilir. Elektrik enerjisi bir iş yaptırdığına göre bir güce sahiptir. Buradan da görüldüğü gibi birim zamanda yapılan işe **güç** denir. Gücün birimi watt'tır. Bu güç devreye uygulanan gerilim ve çekilen akımla doğru orantılıdır. Elektriksel güç:

$P = V \times I$  şeklinde ifade edilir.

$P =$  Elektriksel güç (watt),  $V =$  Gerilim (Volt),  $I =$  Akım (Amper)

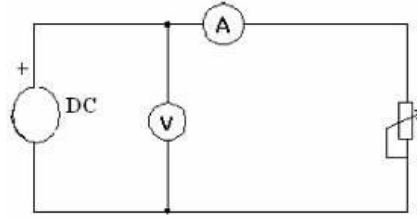
**Örnek:** 220 volt gerilimle çalışan bir ütü 4.8 amper akım çekmektedir, bu ütünün gücünü hesaplayınız.

$$P = V \times I = 220 \times 4,8 = 1056 \text{ watt}$$

Alıcılar genellikle standart gerilimlerde çalıştıklarından aynı gerilimle çalışan alıcılardan fazla akım çeken daha fazla güç harcayacaktır.

### 2.6.3.1. Ampermetre-Voltmetre Yardımıyla Güç Ölçme

$P = V \times I$  formülünde görüldüğü gibi elektrik devrelerinde akım ve gerilimin çarpımı elektriksel gücü verir. Burada elektrik devresinin çektiği gücün bulunabilmesi için akım ve gerilim değerlerinin ölçülmesi gereklidir. Ancak, alternatif akımda omik dirençlerin çektiği güç aktif, bobin ve kondansatörlerin çektiği güç reaktiftir. (Bu konu ileriki modüllerde detaylı olarak işlenecektir). Bu yüzden  $P = V \times I$  formülü ile gücün hesaplanması, yalnız DC devrelerde ve omik dirençli AC devrelerinde mümkündür.



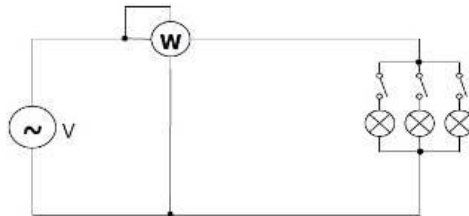
Şekil 2.20: Ampermetre voltmetre ile güç ölçme

### 2.6.3.2. Wattmetrenin Yapısı ve Çeşitleri

Doğrudan doğruya güç ölçen aletlere **wattmetre** denir. Wattmetrelerin dijital ve analog tipleri bulunmakta olup seviye olarak genelde W ve KW seviyelerinde sınıflandırılırlar.

### 2.6.3.3. Wattmetre İle Güç Ölçme

Güç, akım ve gerilimin çarpımına eşit olduğundan wattmetreye alıcının akım ve gerilim değerleri aynı anda girilmelidir. Wattmetrenin akım bobini güç ölçümü yapılacak devreye seri, gerilim bobini paralel olacak şekilde bağlanır. Wattmetrelerde küçük güç ölçülecekse akım bobinin, sonra büyük güç ölçülecek ise akım bobininin önce bağlanması ölçme hatasını azaltacaktır.



Şekil 2.21: Wattmetre ve devreye bağlanması

## UYGULAMA FAALİYETİ-1

No	Direnç Değeri	Analog Ölçü Aleti İle Okunan Değer	Dijital Ölçü Aleti İle Okunan Değer	Açıklama	Sonuç	
					D	Y
1	1 $\Omega$					
2	15 $\Omega$					
3	100 $\Omega$					
4	180 $\Omega$					
5	220 $\Omega$					
6	330 $\Omega$					
7	820 $\Omega$					
8	900 $\Omega$					
9	1.2 K $\Omega$					
10	1.8 K $\Omega$					
11	2 K $\Omega$					
12	10 K $\Omega$					
13	18 K $\Omega$					
14	20 K $\Omega$					
15	56 K $\Omega$					
16	100 K $\Omega$					
17	120 K $\Omega$					
18	190 K $\Omega$					
19	200 K $\Omega$					
20	500 K $\Omega$					
21	900 K $\Omega$					
22	1.2 M $\Omega$					
23	2.2 M $\Omega$					
24	6 M $\Omega$					
25	15 M $\Omega$					

Tablo 2.7: Direnç ölçümü uygulama tablosu

Yukarıda verilen direnç değerlerinin ölçümlerini, dijital ve analog ohmmetre veya avometreler ile grup oluşturarak yapınız. Ölçtüğünüz direnç değerlerinin hepsini sırası ile dijital ve analog ölçü aletlerinden okuduğunuz değerlerini karşılaştırınız. Burada dijital ve analog ölçü aletlerinde, gerçek değerlere ulaşip ulaşmadığınızı kontrol ediniz. Daha sonra, diğer grup arkadaşlarınızla beraber karşılaştığınız problemler ve yaptığınız hataları ortaya koyarak karşılaşılabileceğiniz durumların tespitini yapınız.

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ Analog ohmmetre veya avometre ile ölçüm yapılacaksa sıfır ayarını yapınız.	➤ Sıfır ayarını tam olarak yapamadığınızda, ölçü aletinin pillerini kontrol ediniz.
➤ Ohmmetre ve veya avometreyi direnç ölçme konumuna alınız.	➤ Enerji altında ölçüm yapılamayacağını unutmayınız.
➤ Ohmmetre veya avometreyi ölçülecek direnç değerine uygun kademeye alınız.	➤ Kademe seçiminiz uygun değilse kademeyi büyültüp küçültünüz. ➤ İbre değer göstermesine rağmen sapma küçük ise daha fazla sapma için kademeyi küçültünüz. ➤ Dijital ölçü aletlerinde ölçüm değerini en hassas değeri okuyuncaya kadar küçültün.
➤ Ölçü aleti problemlerini direnç uçlarına bağlayınız.	➤ Problemleri iki elinizle tutmamaya dikkat ediniz.
➤ Ölçü aleti değer ekranındaki değeri okuyunuz.	➤ Analog ölçü aleti ile ölçüm yapıyorsanız, ibrenin konumunu daha net tayin etmek için skaladaki ayna şeridinden faydalanınız.

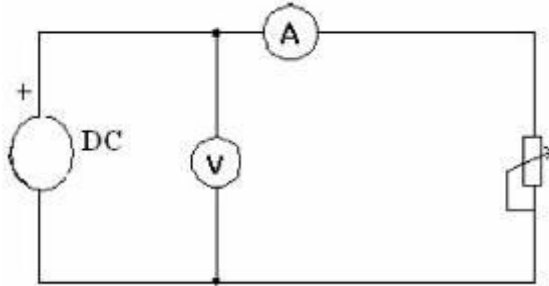
## UYGULAMA FAALİYETİ-2

Aşağıdaki tabloda verilen malzemeleri temin ettikten ve şemaya göre devre bağlantısını kurduktan sonra reostanın direncini azaltarak her akım değeri için çekilen gücü hesaplayınız.

### Malzeme listesi:

Malzeme Listesi		
Malzemenin adı		Malzemenin özellikleri
1	Ampermetre	DC - (0-5 A)
2	Voltmetre	DC - (500 V)
3	DC güç kaynağı	DC, 0-220 V, 5A
4	Bağlantı kabloları	Değişik uzunlukta
5	Reosta	100 $\Omega$ , 2 A

Tablo 2.8: Ampermetre voltmetre ile güç ölçme, uygulamasında kullanılacak malzemelerin Listesi



Şekil 2.22: Ampermetre voltmetre ile güç ölçme

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tabloda verilen malzemeleri belirtilen özelliklerde temin ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ampermetre ve voltmetrenin ölçme sınırı yapılacak ölçüme uygun olmalıdır.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yukarıda verilen devre bağlantı şemasını kurunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrede alıcının çektiği akım yüksek ise ampermetre önce çekilen akım küçük ise voltmetre önce bağlanmalıdır.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devredeki ölçü aletleri ve alıcının bağlantısını kontrol ederek devreye enerji veriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Reostanın direnci başlangıçta en yüksek değerinde olmalıdır.</li><li>➤ Devreye mutlaka öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Reostanın direncini belirli aralıklar ile azaltarak akım gerilim değerlerini not ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Akım ve gerilim değerlerini Tablo 2,8'ye kaydediniz.</li><li>➤ Kaynaktan çekilen akım ampermetre ve reostanın sınır değerlerini</li></ul>

	geçmemelidir.
➤ Gerekli değerleri aldıktan sonra devrenin enerjisini keserek malzemeleri kaldırınız.	
➤ Aldığınız değerleri ve güç formülünü kullanarak reostanın hangi akım değerinde ne kadar güç çektiğini hesaplayınız.	➤ Hesaplama için $P = U \times I$ formülünü kullanınız.

**Deneyde alınan değerler:**

Alıcı	Gerilim(V)	Akım (A)	Açıklama
100 $\Omega$ 'lık reosta			

**Tablo 2.9: Ampermetre voltmetre ile güç ölçme, uygulamasından alınan değerler tablosu**

Aşağıda verilen bağlantı şemasına göre devrenin bağlantısını kurarak alıcıların harcadıkları gücü ölçünüz.

**Malzeme listesi:**

Malzeme Listesi		
Malzemenin adı	Malzemenin özellikleri	
1	Wattmetre	1000 w
2	Lamba grubu	3 X 100 w
3	AC güç kaynağı	AC, 0-220 V, 5A
4	Bağlantı kabloları	Değişik uzunlukta

**Tablo 2.10: Wattmetre ile güç ölçme, uygulamasında kullanılacak malzemelerin listesi**

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek güç değerine uygun ölçme sınırına sahip wattmetre ve frekans jeneratörünü temin ediniz.	➤ Ölçülecek güç wattmetrenin ölçme sınırını aşıyorsa ölçü aleti zarar görebilir. ➤ AC ve DC güç ölçümlerinde uygun wattmetre kullanınız ya da wattmetrenin kademe seçimini uygun yapınız.
➤ Devrenin bağlantısını şemaya uygun olarak yapınız.	➤ Yapılan bağlantıyı enerji vermeden mutlaka kontrol ediniz.
➤ Devreye enerji vererek lambaları sıra ile devreye alınız.	➤ Devreye enerjiyi mutlaka öğretmeninizin kontrolünde veriniz.
➤ Okunan güç değerini verilen çizelgeye kaydediniz.	➤ Yaptığınız ölçümlerde alıcı (lamba) sayısı artıkça çekilen güç değerinin artışını yorumlayınız.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Elektrik akımını oluşturan etkiye, gerilim denir.
2. ( ) Voltmetreler devreye paralel bağlanır.
3. ( ) Doğru gerilim ölçülürken ölçü aletinin “+”, “-” uçlar ters bağlanmamalıdır.
4. ( ) Voltmetrenin ast ve üst katları küçükten büyüğe mV,  $\mu$ V, V, kV şeklinde sıralanır.
5. ( ) Voltmetrelerin iç direnci küçüktür.
6. ( ) Tüm voltmetreler ölçüm yapmak için gerekli enerjiyi ölçüm bağlantısından sağlarlar.
7. ( ) Hem DA hem de AA’ı ölçen voltmetreler mevcuttur.
8. ( ) 200,5 v yerine 200,55 v ölçen voltmetre daha hassastır.
9. ( ) Dijital voltmetreler gerilimin etkin, analog voltmetreler gerilimin ortalama değerini ölçer.
10. ( ) Elektrik akımının oluşabilmesi için elektron hareketinin oluşması gerekir.
11. ( ) Amperin üst katları  $\mu$ A ve mA’dir.
12. ( ) 1,25 kA, 12500 A’ye eşittir.
13. ( ) Ampermetrelerin iç direncinin fazla olması, elektrik devrelerinde herhangi bir etkisi olmaz.
14. ( ) Devre akımını ölçmek için ampermetreler devreye seri bağlanır.
15. ( ) Ampermetreler ölçme için gerekli enerjiyi ölçüm bağlantısı ile sağlar.
16. ( ) Pano tipi ampermetrelerde ölçüm için gerekli enerji, pil ile sağlanır.
17. ( ) Alternatif akımda yapılan ölçüm sonunda okunan değer, akımın etkin değeridir.
18. ( ) DC ölçmelerinde, analog ampermetreye bağlanan +, - uç bağlantılarının yanlış olması durumunda ampermetre değer gösterir.
19. ( ) AA ampermetresi ile DC ölçüm yapıldığında akım değerinin negatif işaretli değeri okunur.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyip öğrenmeye çalışınız.

## UYGULAMALI TEST

Uygulama faaliyetinde yaptığınız çalışmayı kendiniz ya da arkadaşlarınızla değişerek değerlendirme kriterlerine göre değerlendiriniz.

<b>AÇIKLAMA:</b> Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları öğrencide gözlemlediyseniz EVET sütununa, gözlemlemediyseniz HAYIR kısmına X işareti yazınız		
<b>DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
➤ Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
➤ Ölçü aleti kullanmadan direnç değerini okuyabildiniz mi?		
➤ Analog ve dijital ölçü aletiyle direnç ölçebildiniz mi?		
➤ Analog ve dijital ölçü aletiyle gerilim ölçebildiniz mi?		
➤ Analog ve dijital ölçü aletiyle akım ölçebildiniz mi?		
➤ Seri devrede direncin üzerine düşen gerilimi hesaplayabildiniz mi?		
➤ Seri devrede dirençten geçen akımı hesaplayabildiniz mi?		
➤ Paralel devrede direncin üzerine düşen gerilimi hesaplayabildiniz mi?		
➤ Paralel devrede her koldan geçen akımı hesaplayabildiniz mi?		
➤ Karışık devrelerde direncin üzerine düşen gerilimi hesaplayabildiniz mi?		
➤ Gözlü devrelerde akım ve gerilim değerlerini hesaplayabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetinde ilgili konuya dönerek işlemleri tekrar ediniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Basit lamba devresi kuracak ve devrenin elektriksel ölçümlerini hatasız bir şekilde yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Evinizde kullandığınız elektronik cihazlar ile aydınlatma için kullandığınız lambaların çalışma koşullarını öğrenip elde ettiğiniz sonuçları bir rapor halinde sınıfta öğretmeninize ve arkadaşlarınıza sununuz
- Osiloskop çeşitlerini ve özelliklerini, osiloskoplar ile yapılabilecek ölçümler ve osiloskopun ölçü aletlerine göre kazandırdığı avantajları araştırarak rapor haline getiriniz.

## 3. ALTERNATİF AKIM

Zamanla yönü ve şiddeti değişen akıma **alternatif akım** denir. Alternatif akım ve gerilimin temel yapısı sinüs dalgası şeklindedir.

### 3.1. Alternatif Akım ile Doğru Akım Arasındaki Farklar

Elektrik enerjisi, alternatif akım ve doğru akım olarak iki şekilde üretilir. Bugün kullanılan elektrik enerjisinin %90'ından fazlası alternatif akım olarak üretilmektedir. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Bunları sıra ile inceleyelim.

Elektrik enerjisinin uzak mesafelere ekonomik olarak iletilmesi için yüksek gerilimlere ihtiyaç vardır. Belirli bir güç, mesafe ve kayıp için iletim hattının kesiti, kullanılan gerilimin karesi ile ters orantılı olarak değişir. Doğru akımın elde edilmesinde kullanılan dinamlar (D.A. jeneratörü) yüksek gerilimli olarak yapılamazlar.

Komütasyon zorluklarından dolayı, ancak 1500 volta kadar D.A üreten jeneratörler yapılabilmektedir. Alternatif akım üreten alternatörlerden ise 230, 6300, 10500 ve 20000 volt gibi yüksek gerilimler elde edilebildiği gibi, transformatör denilen statik makinelerle bu gerilimleri 60 kV, 100 kV ve daha yüksek gerilimlere yükseltmek de mümkündür.

Elektrik enerjisinin taşınması yüksek gerilimli alternatif akımlarla yapılır. Hattın sonundaki transformatörlerle bu yüksek gerilim, kullanma gerilimine dönüştürülür.

Cıva buharlı redresörlerle yüksek gerilimli alternatif akımı, yüksek gerilimli doğru akıma çevirerek enerjiyi taşımak ve hattın sonuna inverterlerle düşük gerilimli alternatif akıma çevirmek mümkün olduğu halde, uygulamada fazla kullanılmamaktadır.

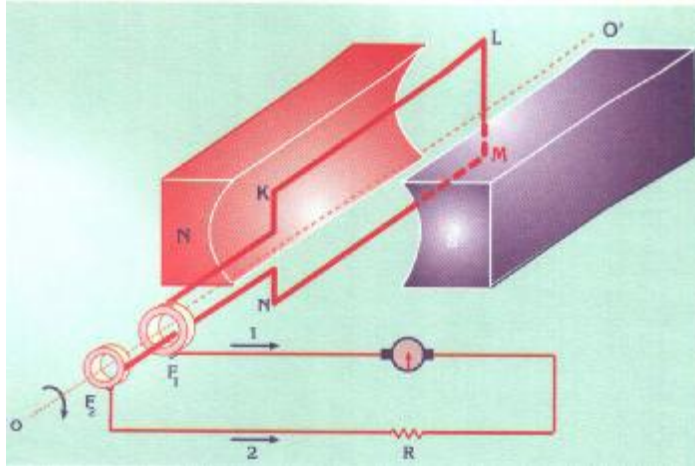
Büyük güçlü ve yüksek devirli DA jeneratörleri komütasyon zorluklarından dolayı yapılamazlar. Alternatörler ise, büyük güçlü ve yüksek devirli olarak yapılabilirler. Böylece elde edilen enerjinin kilovat saat başına maliyeti ve işletme masrafları düşük olur. Alternatörler 200000 kVA, 400000 kVA gücünde yapılabilirler.

Sanayide sabit hızlı yerlerde alternatif akım motoru (endüksiyon motoru), doğru akım motorundan daha verimli çalışır. Endüksiyon motoru, D.A. motorundan daha ucuz, daha sağlam olup, bakımı da kolaydır. D.A. motorunun tek üstünlüğü, devir sayısının düzgün olarak ayar edilebilmesidir.

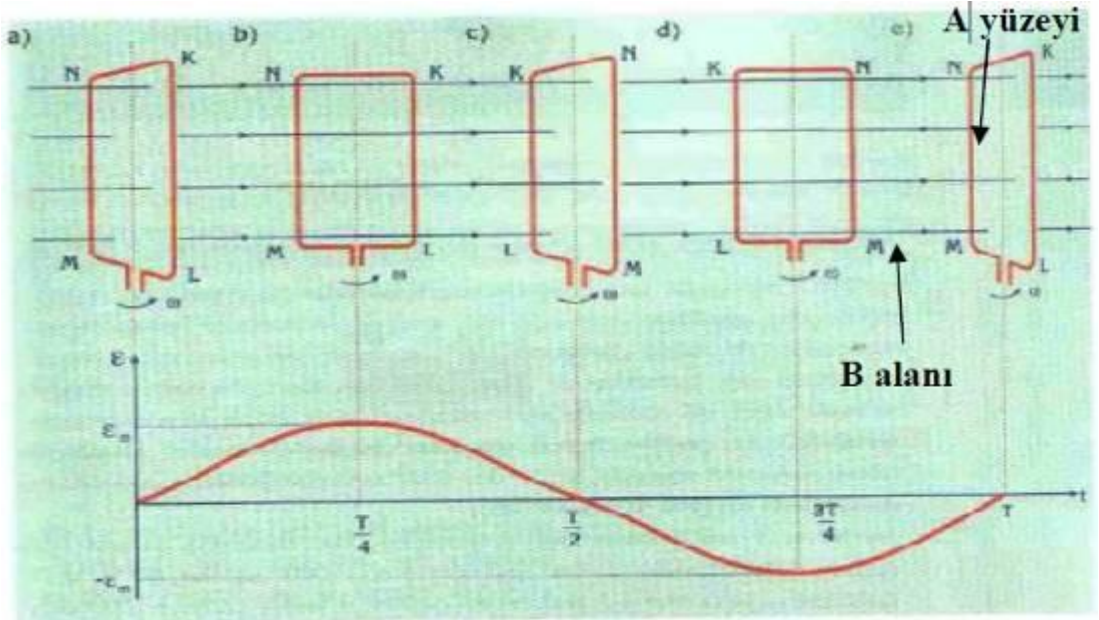
Doğru akımın tercih edildiği veya kullanılmasının gerekli olduğu yerler de vardır. Elektrikli taşıtlar, galvano teknik (maden kaplamacılığı) ve madenlerin elektrikle arıtılması tüm elektronik sistemler ve haberleşme sistemlerinde D.A kullanılır. Bu gibi yerlerde doğru akım genellikle, alternatif akımın DA'a çevrilmesi ile elde edilir.

### 3.2. Alternatif Akımın Elde Edilmesi

Şekil 3.1'deki gibi O O' ekseninde döndürülen bir KLMN iletkenini (sarı) sabit bir hızla döndürelim.



Şekil 3.1: AC'nin elde edilmesi

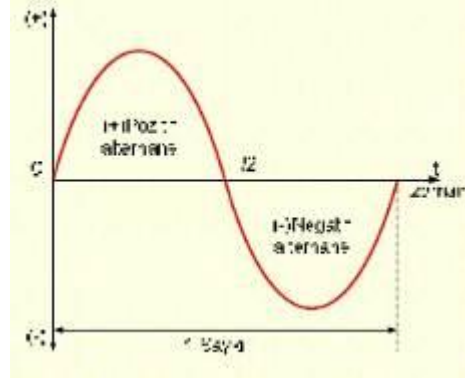


**Şekil 3.2:Manyetik alan içinde hareket eden iletken**

Çerçevenin uçları, eksen etrafında dönen birer metal bileziğe bağlanmıştır. Bileziklerden her biri F1 ve F2 fırçalarından birine sürekli olarak dokunur. Bu basit üreticinin çıkış uçları olan fırçalar, elde edilecek olan akımın değişimini incelemek için bir ölçü aletine bağlanmaktadır. İletken çerçeve N-S kutupları arasında dairesel bir hareketle döndürülürken, çerçevenin açıl pozisyon değişimine bağlı olarak KL ve MN iletkenlerini kesen manyetik akı sürekli değişir. Böylece, "değişken bir manyetik akı tarafından kesilen iletkende gerilim indüklenir" prensibine göre iletken çerçevede bir indüksiyon EMK'i meydana gelir. İlk ve ikinci 90° lik dönmelerde NMLK yönünde indüksiyon akımları meydana gelir (Doğru akım esasları Elektromanyetizma konusuna bakınız). Bu akımlar dış devreye F1 fırçasından çıkar.

Üçüncü ve dördüncü 90° lik dönmelerde ise çerçevede ters yönde indüksiyon akımları meydana gelir. Bu sefer akımlar dış devreye F2 fırçasından çıkarlar. Böylece zamanla yönü ve şiddeti değişen bir akım elde edilmiş olur. Şekil 3.2'deki tel çerçevenin manyetik alan değişiminden kaynaklanan emk'ni bulalım. Faraday yasasına göre, manyetik alan içerisinde bulunan herhangi bir iletkende elektromotor kuvvet (EMK) indükleyebilmek için; ya manyetik alan sabit iletken hareketli olmalı, ya manyetik alan hareketli iletken sabit olmalı, ya da hem manyetik alan hem de iletken hareketli olmalı fakat farklı hızlarda dönmelidirler. Şekil 3.1 ve dolayısıyla şekil 3.2'de manyetik alan sabit iletken hareketlidir. Herhangi bir zamandaki yüzeyden geçen manyetik akı,  $\Phi=B.A.\cos\alpha$  dır. A açısı, B alanı ile A yüzeyinin normali arasındaki açıdır.

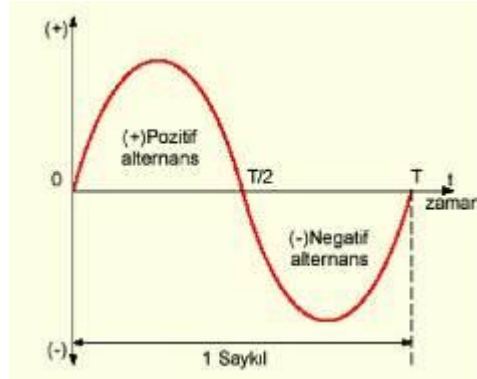
Çerçeve döndükçe  $\alpha$  açısı da değişir. Eğer çerçeve sabit açısal hız ile döndürülürse t zamanında  $\alpha=\omega t$  kadar açı dönmüş olur. Açısal hız; birim zamanda kat edilen açı olarak tanımlanır,  $\omega$  harfi ile gösterilir. İletkende endüklenen emk= $df/dt$  ile tanımlanır. Dolayısıyla  $e=dBA\cos\omega t/dt=BA\omega\sin\omega t$  olur.



Şekil 3.3: Sinüs sinyali

### 3.3. Alternatif Akımda Kullanılan Terimler

#### 3.3.1. Alternans



Şekil 3.4: Saykıl ve Periyot

Sinüs eğrisindeki gerilimin değeri, sıfırdan başlayıp yükselmiş ve  $90^\circ$  de en yüksek değerine ulaşmıştır. Daha sonra azalma göstererek  $180^\circ$  de sıfıra düşmüştür. Buna pozitif alternans denir.  $180^\circ$  den sonraki ve  $360^\circ$  ye kadar olan ters yöndeki eğriye ise negatif alternans denir (Şekil 3.4).

**Örnek 1.1:** Periyot ile frekans arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

**Çözüm 1.1:**  $T = 1/f$  veya  $f = 1/T$  dir.

#### 3.3.2. Periyot

Bir saykılın tamamlanması için geçen zamana **periyot** denir. **T** harfi ile gösterilir. Birimi saniyedir.

$$T = 1/f$$

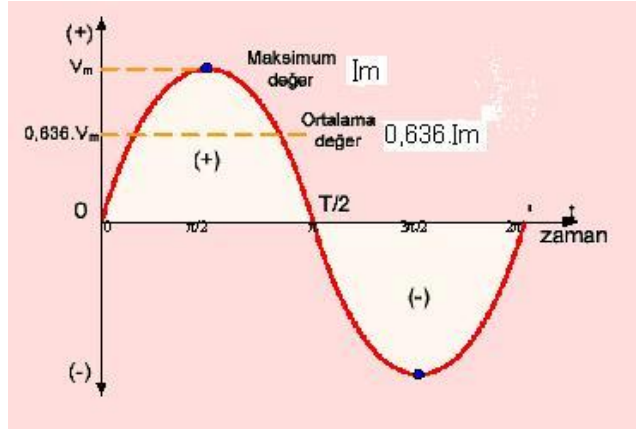
### 3.3.3. Frekans

Sinüzoidal alternatif akım, sinüs fonksiyonu özelliğini taşır.

Şekildeki eğrinin sıfırdan başlayarak pozitif maksimum değere yükselmesi, tekrar düşerek sıfıra ve negatif maksimum değere inmesi, buradan da tekrar sıfıra ulaşmasına **saykıl** denir. Şekildeki eğri, sinüs eğrisidir. Dolayısıyla elde edilen EMK da sinüzoidal bir EMK'dir.

Burada "f", saniyedeki saykıl sayısıdır ve alternatif akımın frekansı olarak adlandırılır. Birimi Hertz (Hz)'dir.

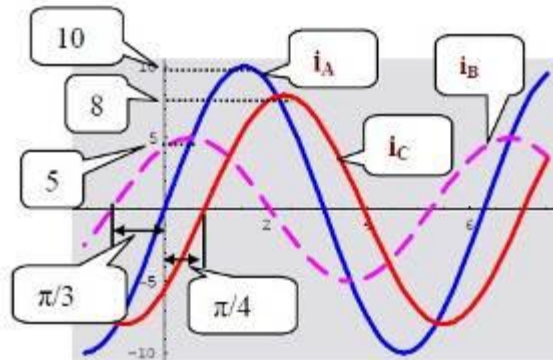
### 3.4. Alternatif Akım ve Gerilimin Değerleri



Şekil 3.5: Alternatif akım değerleri

#### 3.4.1. Ani Değer

Sinüzoidal eğri üzerindeki herhangi bir nokta **ani değer** olarak isimlendirilir ve  $v$  ile gösterilir.  $v$  gerilimi, herhangi bir andaki gerilimin ani değeri olup, aşağıdaki gibi ifade edilir:



Şekil 3.6: Ani değer gösterimi

$$v = V_m \sin(2\pi ft) \text{ [V]} \text{ veya } v = V_m \sin \omega t \text{ [V]}$$

$$V_m: \text{Maksimum değer [V]}$$

$$f: \text{Frekans [Hz]}$$

$$T = 1/f \text{ T: Periyot [s]}$$

$$t: \text{Zaman [s]}$$

**Örnek 1.2:** Şekil 3.6’te her akımın sinüs dalgası için yatay ekseninde  $\pi/2$  referans noktasındaki ani değerleri tanımlayınız.

### Çözüm 1.2

$$I_A = I_m \sin \omega t = 10 \sin (\pi/2) = 10 \text{ [A]}$$

$$I_B = I_m \sin(\omega t + \phi_B) = 5 \sin (\pi/2 + \pi/3) = 2.5 \text{ A]}$$

$$I_C = I_m \sin(\omega t - \phi_C) = 8 \sin (\pi/2 - \pi/4) = 5.7 \text{ [A]}$$

### 3.4.2. Maksimum Değer

Maksimum değer, ani değerlerin en büyüğüdür. Dikkat edilirse 90 ve 270’lik açılarda elde edilen akım, en yüksek değerine ulaşmaktadır.

### 3.4.3. Ortalama Değer

Ortalama değer, bir saykıldaki ani değerlerin ortalamasıdır. Alternatif akımın bir saykıldaki pozitif ani değerlerin sayısı, negatif ani değerlerin sayısına eşit ve aynı büyüklükte olduğundan alternatif akımda ortalama değer sıfırdır. Bu nedenden dolayı ortalama değer hesaplanırken alternanslardan birinde hesaplama yapılır.

Maksimum değer belli ise ortalama değer:

$$I_{\text{ort}} = 0.636 \cdot I_m$$

formülü ile hesaplanır.

**Örnek 1.3:** Maksimum değeri 24V olan alternatif gerilimin ortalama değerini bulunuz.

$$\text{Çözüm 1.3: } V_{\text{ort}} = V_m \cdot 0,636 = 24 \cdot 0,636 = 16,26 \text{ V olarak bulunur.}$$

### 3.4.4. Etkin Değer

Alternatif akım uygulanan bir devre elemanında, harcanan gücü bulmak isterken hangi akım değerini alacağımızı ilk anda bilemeyebiliriz. Akımın maksimum değerini alsak büyük bir hata payı oluşur. Çünkü akım, bir periyotluk süre içinde sadece iki kez ve anlık olarak maksimum değere ulaşır. Ortalama değer almak istersek bu değerin sıfır olduğunu zaten biliyoruz. Bunu belirlemenin en güzel yolu; bir dirençten belirli bir zaman aralığında verilen alternatif akımın sağladığı ısı miktarını, aynı dirençte ve aynı sürede bir doğru akım



tarafından elde etmektir. Bu doğru akım değerine ve potansiyel farkına alternatif akımın etkin değeri denir.

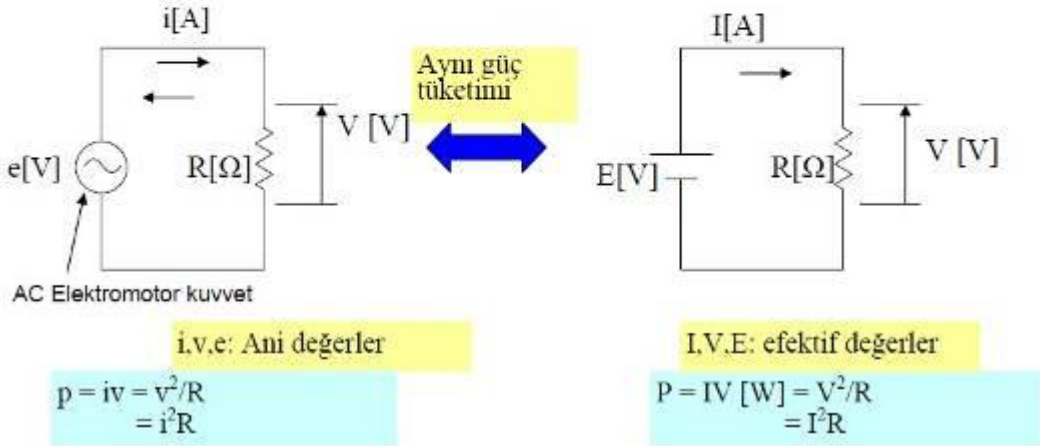
AC devrelerde ampermetre ve voltmetre etkin akım ve gerilimi ölçer.

Bir dirençte doğru akımın meydana getirdiği ısıyı, aynı dirençte ve zamanda ortaya çıkaran alternatif akım değerine alternatif akımın etkin veya efektif değeri denir (Şekil 3.7).

Efektif değerler, alt ifadeler kullanılmadan büyük karakterlerle gösterilir (V ve I). Maksimum değer ve efektif değer arasındaki ilişkiler:

$$V_m = \sqrt{2} V \cong 1.414 V \text{ [V]} \quad I_m = \sqrt{2} I \cong 1.414 I \text{ [A]}$$

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cong 0.707 V_m \text{ [V]} \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cong 0.707 I_m \text{ [A]}$$



Şekil 3.7: Ani ve efektif değerler

### 3.5. Sinüzoidal Akımın Vektörlerle Gösterilmesi

#### 3.5.1. Faz

Faz açısı fazın derece veya radyanla verilen ölçüsüdür. Yön değiştirerek değişim gösteren bir büyüklüğün bir dönüşü 360 derece veya 2. radyana eşittir. Eğer iki büyüklük aynı fazda, ise faz, açısı sıfırdır. Eğer iki büyüklükten birisi pozitif en büyük değeri alırken diğeri negatif en büyük değeri alıyorsa, faz farkı 180 derece veya radyandır.

Astronomide, ayın veya bir gezegenin yörüngesinde hareket ederken aldığı ışıkları dünyaya yansıtması sırasında, parlak görünen kısmında meydana gelen değişiklik de faz olarak isimlendirilir.

Eğer ay, dünya ile güneş arasında bulunuyorsa, dünyaya uzak kısmı aydınlandığından Güneş Tutulması hariç bizim tarafımızdan görülmez olur.

Bu durum yeni ay olarak bilinir. Ay yörüngesinde harekete devam ederken, batı kenarı güneş ışınları ile aydınlanır ve yeni aydan sonra hilal fazı, ortaya çıkar. Dünya etrafındaki dönüşünün ilk dörtte birinde ilk dörtte bir fazı ayın yarısı aydınlanır. Dünya, ay ile güneş arasında bulunduğunda Ay Tutulması hariç dolunay durumu ortaya çıkar. Daha sonra ayın doğu kısmı aydınlanır. Sonuncu dörtte bir dönüşü arasında da yeni aydan önceki hilal ortaya çıkar. merkür, venüs, mars da benzer fazlara sahiptir.

Elektrikte faz farkı denince, elektriksel işaretlerin zaman ekseninde aynı değerlerden geçtikleri zamanlar veya açılar arasındaki fark anlaşılır. Mesela

$$Y1 A1 \sin wt + .1$$

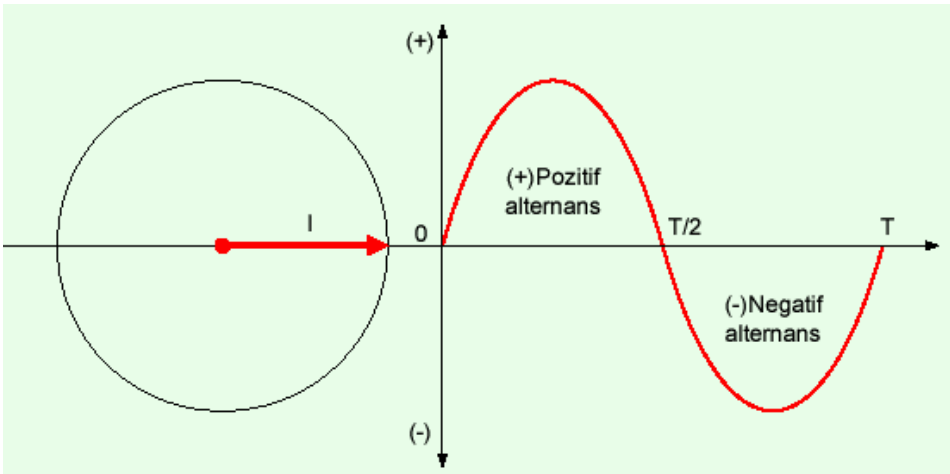
$$Y2 A2 \sin wt + .2$$

işaret arasındaki faz farkı  $.1 - .2$ dir. Burada Y1 ve Y2 sinyal uzanımlarını, A1 ve A2 amplitütlerini genlik, w ise pullasyonu açısal frekansı, .1 ve .2 de fazları göstermektedir.

### 3.5.2. Sıfır Faz

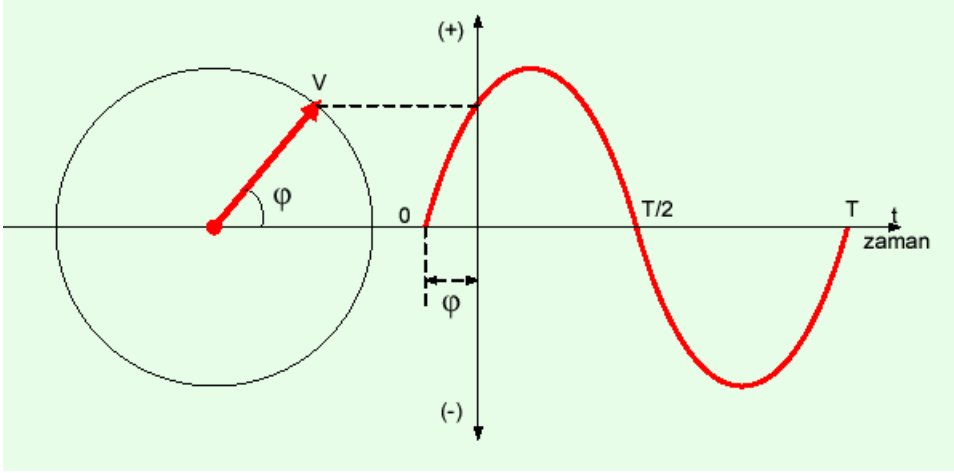
Eğer bir sinüzoidal eğri  $t=0$  anında sıfır başlangıç noktasından başlayıp maksimum değerine gidiyorsa sıfır fazlıdır denir (Şekil 3.8).

Alternatif akımın sıfırdan başlayıp pozitif değerler almaya başladığı noktanın başlangıç noktasına göre olan açı ve zamana faz farkı denir. Faz A.A da başladığı noktayı gösterir.



Şekil 3.8: Sıfır Faz

### 3.5.3. İleri Faz

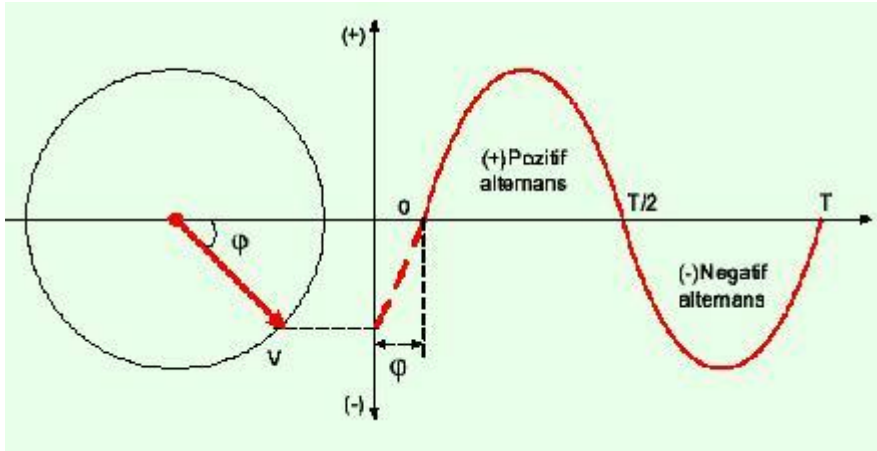


Şekil 3.9: İleri Faz

Eğer bir sinüzoidal eğri  $t=0$  anında sıfır başlangıç noktasından bir  $\theta$  açısı kadar önce başlayıp pozitif maksimum değere doğru artıyorsa eğri ileri fazlıdır (Şekil 3.9).

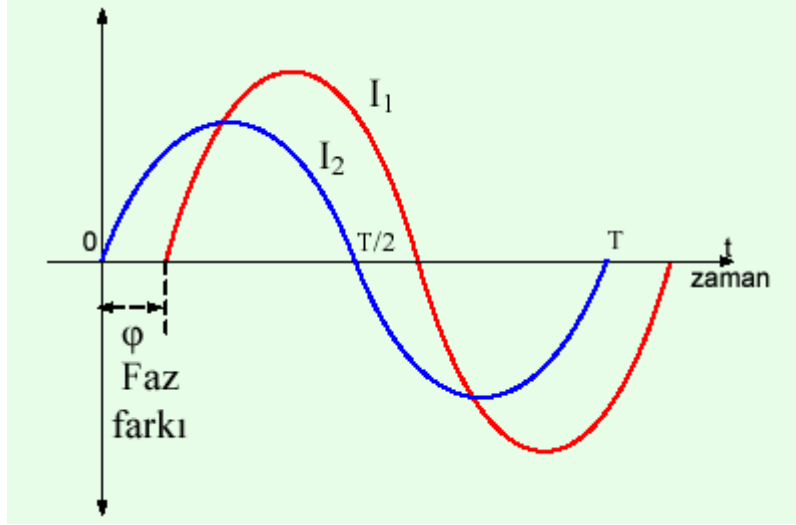
### 3.5.4. Geri Faz

Eğer bir sinüsel eğri  $t=0$  anında sıfır başlangıç noktasından başlamayıp bir  $\theta$  açısı kadar sonra başlıyorsa bu eğri geri fazlıdır (Şekil 3.10).



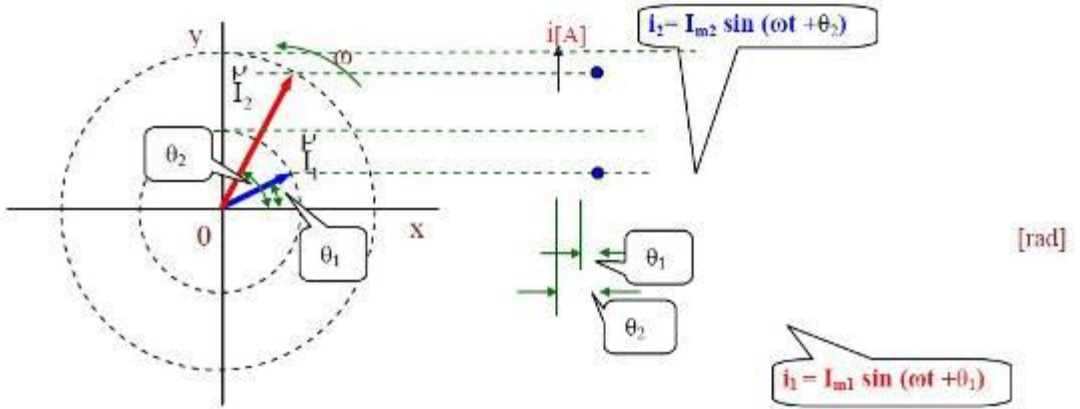
Şekil 3.10: Geri Faz

### 3.5.5. Faz Farkı



Şekil 3.11: Faz Farkı

İki sinüsoidal eğrinin arasında bulunan açı veya zaman farkına faz farkı denir. Genellikle aradaki açı ile değerlendirilir. Şekil 3.12'de I1 akımı I2 akımından  $\theta$  açısı kadar geri fazlıdır.

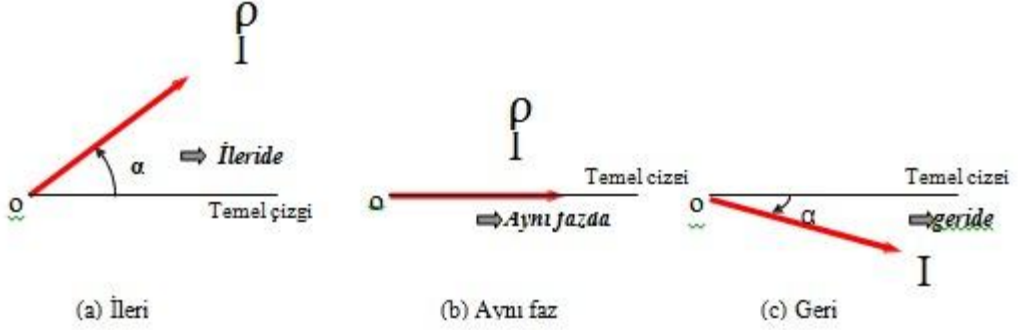


Şekil 3.12: Geri Faz Farkı

Şekil 3.13'de  $i_1$  ve  $i_2$  akımları ve onların döner vektöriyel ifadeleri  $I_{m1}$  ve  $I_{m2}$  gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}
 i_1 &= I_{m1} \sin(\omega t + \theta_1) \text{ [A]} & \rightarrow \overset{\rho}{I}_{m1} \\
 i_2 &= I_{m2} \sin(\omega t + \theta_2) \text{ [A]} & \rightarrow \overset{\rho}{I}_{m2}
 \end{aligned}$$

Vektör; temel çizgiden üstte çizildiği zaman dalga ileridedir. Şayet temel çizgi ile aynı durumda ise aynı fazda, temel çizginin altında olduğu zaman ise dalga geridedir denir. Şekil 3.13’de gösterilmektedir.



Şekil 3.13: İleri, aynı ve geri faz

### 3.6. Alternatif Akım ve Gerilimi Ölçülmesi

Akım, gerilim ve direnç değerini ölçen aletlere avometre denir. Avometrelerin analog ve dijital tipleri mevcut olup analog olanları yapı olarak döner bobinli ölçü aletleridir. Avometre ile direnç değeri ölçülmeden önce sıfır ayarı yapılmalı ve daha sonra ölçüme geçilmelidir. Dijital avometrelerin özellikle son zamanda çıkan modelleri akım, gerilim, direnç yanında kapasite, endüktans, frekans, sıcaklık değerlerini ölçmek ile birlikte transistörlerin uç tespitlerini de yapabilmektedir. Avometrelerin genellikle 2, 3, 4 prob bağlantı soketi bulunmaktadır. Soket sayısı arttıkça aletin özellikleri de artmaktadır. Ölçme sırasında kolaylık sağlaması için siyah prob COM soketine, kırmızı prob ise ölçüm çeşidine göre uygun sokete bağlanır



Resim 3.1: Analog ve dijital avometreler

**Avometre ile ölçüm yapılırken aşağıda belirtilen noktalara dikkat etmek gerekir:**

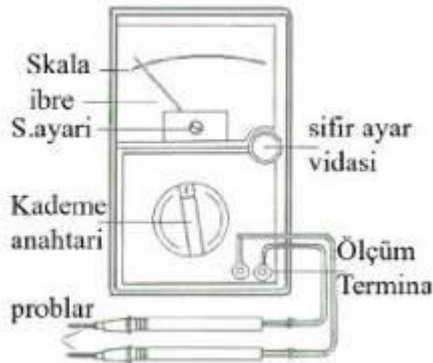
- Ölçülecek büyüklüğün cinsine göre AC veya DC seçimi yapılmalıdır.
- Ölçülecek büyüklük avometrenin ölçme sınırından büyük olmamalıdır.

- Kademe anahtarı en doğru ölçme için ölçülecek büyüklüğe en yakın, ama küçük olmayan kademeye getirilmelidir.
- Ölçülecek büyüklüğün değeri net olarak bilinmiyorsa kademe anahtarı en büyük değere getirilmelidir.
- Avometre, ölçülecek büyüklüğün gerektirdiği bağlantı şekline göre bağlanmalıdır.
- DC ölçmelerinde ibre ters sapar ise uçlar ters çevrilmelidir.
- Ölçü aletinin ibresi çok az sapıyor veya değer ekranında “0” ibaresi varsa kademe küçültülür.
- Değer ekranında “1” ibaresi varsa kademe büyütülmelidir.
- Ölçmede kolaylık sağlamak için kırmızı prob ölçme için uygun sokete, siyah prob ise COM (ortak) soketine bağlanmalıdır.
- Yüksek değerli akım ölçümü yapılırken (10-20 A) siyah prob COM soketine, kırmızı prob yüksek akım soketine bağlanır.

### 3.6.1. Analog Avometre ile Akım ve Gerilim Ölçme

Analog veya dijital avometre ile ölçüm yapmak birbirinden farklı teknikler gerektirmez. Aradaki fark yalnızca kademe seçimi ve analog avometrelerde skalanın tek olmasından kaynaklanan okuma zorluğudur. Şekil 3.14.b’de görüldüğü gibi tek skalada birden fazla taksimatlandırma yapılmış, her taksimatın yanına hangi büyüklüğün ölçülmesinde kullanılacağı belirtilmiştir. Ölçülecek büyüklük uygun kademe seçildikten sonra yalnız ait olduğu skala taksimatından okunmalıdır ( $\Omega$ ,V,A gibi). Ayrıca aşağıdaki şekilde görüldü gibi, skala taksimatının bölümlendirilmesinde aynı noktada alt alta birden fazla değer yazılmıştır.

Bu değerler ölçülecek büyüklüğün kademesi değiştiğinde, o kademe için skala taksimatındaki noktanın yeni değeridir. Özetle skaladaki bir nokta gerilim ölçerken kademenin biri için 250 volta, aynı nokta daha küçük bir kademe için 50 volta karşılık gelir. Bu durum ölçülen büyüklüğün kademeye göre hangi taksimattan ve hangi değer ile ölçüleceğinin doğru tespit edilmesini gerektirir.



Şekil 3.14: a- Prob bağlantısı



b- Analog avometre skalası

Analog ölçü aletlerinde seçilen kademe ile okunan değer arasında sonuca ulaşmak için işlem yapmak gerekebilir. AC 1000 V kademesinde alternatif gerilim ölçülecek bir avometrede ibre 4 rakamının üzerinde durmuş ise ölçülen büyüklüğün değeri skalanın en son değeri 10 yerine 1000 V kabul edildiğinde 4 değerinin de 400 V olması gerektiği orantı ile hesaplanarak bulunur. Direnç ölçümü yapılırken ise X100 kademe seçiminde ibre  $\Omega$  skalasında 10 rakamını gösteriyorsa sonuç  $10 \times 100 = 1000 \Omega = 1K\Omega$  şeklinde tespit edilir.



Resim 3.2: Analog avometre ile gerilim ölçme

### 3.6.2. Dijital Avometre ile Akım ve Gerilim Ölçme



Resim 3.3: a-Dijital avometre b-Tekli kademeye sahip avometre

Dijital avometreler ile ölçüm yapmak daha kolaydır. Ancak bazı değerlerin ölçülmesinde analog avometrelerdeki kadar hassas ölçüm yapılamaz. Dijital avometreler ile ölçüm yapılırken değer ekranında görünen değer, ölçülen değer kendisidir; ayrıca hesaplama işlemi yapılmasını gerektirmez. Dijital avometrelerde direnç, endüktans ve kapasite ölçümü aynen Lcrmetreler de olduğu gibi yapılır. Akım ve gerilim ölçerken, ACDC seçimi kademe anahtarı ile uygun kademe seçimi yapılırken bazı avometrelerde ayrı bir komütatör anahtar aracılığı ile yapılmaktadır (Resim 3.3.a). Ölçüm yapılırken bu seçim unutulmamalıdır. Dijital avometrelerin bazılarında ölçülecek A,  $\Omega$ , V kısımları tek kademelidir. Bu avometrelerde yalnız ölçüm yapılacak kademelerin seçilmesi yeterlidir (Resim 3.3.b).

Avometreler ile direnç endüktans ve kapasite ölçümü aynen Lcrmetreler de olduğu gibi yapılır. Bu bölümde bu ölçümler ile uygulama yapılmayacaktır. Bilgi tekrarı için Öğrenme Faaliyeti 1-2-3'e bakınız.

### 3.6.3. Frekansmetre

Elektrik devrelerinde frekans, frekansmetreler ile ölçülür. Frekansmetreler devreye paralel bağlanır ve frekansmetrenin gösterdiği değer bir saniyedeki saykıl sayısıdır. Frekansmetreler yapı olarak analog, dijital ve dilli olmak üzere sınıflara ayrılır. Analog ve dijital frekansmetrelerin yapısı diğer ölçü aletleri ile aynı olup dilli frekansmetrelerde skala ve değer ekranı yerine belirli frekans değerlerini temsil eden metal çubukların titreşimi ile frekans değeri tespit edilir. Resim 3.4'de çeşitli frekansmetreler görülmektedir.


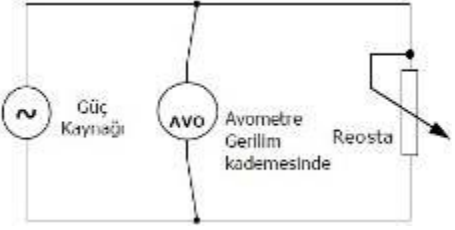

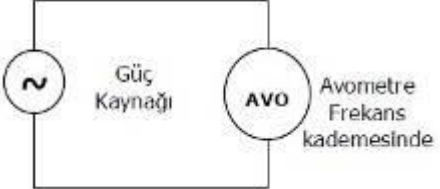




Resim 3.4: Frekansmetreler



## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki tabloda verilen değerlerin ölçümünü dijital ve analog avometreler ile aşağıdaki bağlantı şekillerine göre işlem basamakları ve önerileri takip ederek gerçekleştiriniz.

	
<b>a. Avometre ile alıcı gerilimini ölçme</b>	
	
<b>b. Avometre ile frekans ölçüm tekniği</b>	
	
<b>c. Avometre ile akım ölçmek</b>	

Şekil 3.15: a – Avometre ile alıcı gerilimini ölçme

b- Avometre ile frekans ölçüm tekniği c-Avometre ile akım ölçmek

### Malzeme listesi:

Malzemenin adı	Malzemenin özellikleri
1 Dijital Avometre	AC - (0-5 A)
2 Analog Avometre	DC - (0-5 A)
3 AC güç kaynağı	AC, 0-220 V, 5A
4 DC güç kaynağı	DC, 0-220 V, 5A
5 Bağlantı kabloları	Değişik uzunlukta
6 Frekans jeneratörü	
7 Reosta	0-100 $\Omega$

**Tablo 3.1: Avometre ile ölçme, uygulamasında kullanılacak malzemelerin listesi**

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Ölçülecek büyüklüklere uygun ölçme sınırına sahip avometre seçiniz.</p>	<p>➤ Avometrelerin ölçtüğü büyüklükler, kademe sayıları ve kademe değerleri biri birinden farklı olabilir.</p>
<b>AVometre ile Gerilim Ölçme</b>	
<p>➤ Ölçülecek gerilimin çeşidine göre kademe anahtarı AC veya DC konumuna alınız.</p>	<p>➤ Avometrelerde AC-DC seçimi kademe seçimi ile yapılabildiği gibi özellikle dijital avometrelerde AC-DC seçimi için ayrı bir komütatör anahtarı bulunur.</p> <p>➤ AC-DC seçiminin yanlış yapılması ölçülen değer yanlış tespit edilmesine neden olur.</p>
<p>➤ Avometreyi ölçülecek gerilim değerine uygun kademeye getiriniz.</p>	<p>➤ Gerilim ölçümünde seçilecek kademe kesinlikle ölçülecek gerilim değerinden küçük olmamalıdır.</p> <p>➤ Ölçülecek gerilim değerinin ölçü aletinin ölçme sınırında olduğunu biliyor; ancak tam değerini kestiremiyorsanız en büyük kademeyi seçerek ölçüme başlayın, gerekiyorsa kademeyi küçültünüz.</p> <p>➤ AC-DC seçimi kademe anahtarı ile yapılıyorsa, gerilime uygun kademe seçilmelidir.</p>
<p>➤ Gerilim değeri ölçülecek noktalara avometre probalarını dokundurunuz.</p>	<p>➤ Gerilim ölçmelerinin tamamını öğretmeninizin gözetiminde yapınız.</p> <p>➤ Ölçüm yaparken probların metal kısmına kesinlikle dokunmayınız.</p> <p>➤ Prob uçları kademe seçimi kontrol edildikten sonra bağlanmalıdır.</p> <p>➤ Gerilim ölçerken avometre uçları paralel olarak bağlanmalıdır.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analog avometre ile DC gerilim ölçülecek ise ölçü aletinin problemleri bağlanırken + ve – uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi durumda ibre ters sapar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçülen değeri değer ekranından veya skaladan okuyunuz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analog avometrelerde skaladan okunan değer ile kademe arasında işlem yapılması gerektiğini unutmayınız.</li> <li>➤ Analog avometrelerde skaladan daha doğru ölçme yapmak için skaladaki şerit aynadan faydalanınız.</li> </ul>
<b>AVOmetre İle Akım Ölçme</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçülecek akımın çeşidine göre kademe anahtarı AC veya DC konumuna alınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Avometrelerde AC-DC seçimi kademe seçimi ile yapılabildiği gibi özellikle dijital avometrelerde AC-DC seçimi için ayrı bir komütatör anahtarı bulunur.</li> <li>➤ AC-DC seçiminin yanlış yapılması ölçülen değerlerin yanlış tespit edilmesine neden olur.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Avometreyi ölçülecek akım değerine uygun kademeye getir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Akım ölçümünde seçilecek kademe kesinlikle ölçülecek gerilim değerinden küçük olmamalıdır.</li> <li>➤ AC-DC seçimi kademe anahtarı ile yapıyorsa akıma uygun kademe seçilmelidir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçülecek akım <math>\mu A</math>, mA düzeyinden büyük ise kademe anahtarını Amper kademesine al ve probu yüksek akım soketine bağla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Akım ölçmelerinizin tamamını, öğretmeninizin gözetiminde yapınız.</li> <li>➤ Ölçüm yaparken problemlerin metal kısmına kesinlikle dokunmayınız.</li> <li>➤ Amper düzeyindeki akımlar ölçülürken problemlerden birinin COM bağlantı noktasında, diğer probun yüksek akım soketine bağlı olması gerektiğini unutmayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Avometrenin prob uçlarını, seri bağlantı oluşturacak şekilde yap.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prob uçları kademe seçimi kontrol edildikten sonra bağlanmalıdır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Avometrenin skalası veya değer ekranından ölçülen akım miktarını oku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analog avometrelerde skaladan okunan değer ile kademe arasında işlem yapılması gerektiğini unutmayınız.</li> <li>➤ Analog avometrelerde skaladan daha doğru ölçme yapmak için skaladaki şerit aynadan faydalanınız.</li> </ul>
<b>AVOmetre ile Frekans Ölçme</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçülecek frekans değerinin avometrenin ölçme sınırına uygunluğunu kontrol ediniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çok yüksek frekanslar için özel frekansmetreler</li> </ul>

	➤ kullanmak gerekebilir.
➤ Avometreyi frekans kademesine alınız.	➤ Analog avometrelerde frekans ölçme konumu bulunmayabilir.
➤ Avometre problemlerini frekans ölçümü yapılacak devre veya kaynağa bağlayınız.	➤ Frekans ölçümü yapılırken avometre devreye paralel bağlanmalıdır. ➤ Ölçüm yaparken problemlerin metal kısmına kesinlikle dokunmayınız.
➤ Frekans değerini skala veya değer ekranından okuyunuz.	➤ Analog avometrelerde skaladan daha doğru ölçme yapmak için skaladaki şerit aynadan faydalanınız.

### Deneyden alınan değerler

ÖLÇÜLECEK DEĞER	DİJİTAL AVOMETRE İLE	ANALOG AVOMETRE İLE	SONUÇ
DC 1,5 V			
DC 9 V			
DC 12 V			
DC 24 V			
DC 50 V			
DC 100 V			
DC 200 V			
AC 12 V			
AC 24 V			
AC 50 V			
AC 100 V			
AC 150 V			
AC 200 V			
AC 220 V			
AC 250 V			
DC 20 mA			
AC 2 A			
10 Hz			
25 Hz			
40 Hz			
50 Hz			

Tablo 3.2: Avometre ile ölçme uygulamasından alınan değerler

### 3.6.4. Osilaskop

#### 3.6.4.1. Osilaskobun Tanıtılması

Elektriksel büyüklükleri ölçen aletleri, ölçtükları büyüklükleri sayısal veya analog olarak ifade ederler. Osilaskoplar ise ölçtüğü büyüklüğün dalga şeklini göstererek

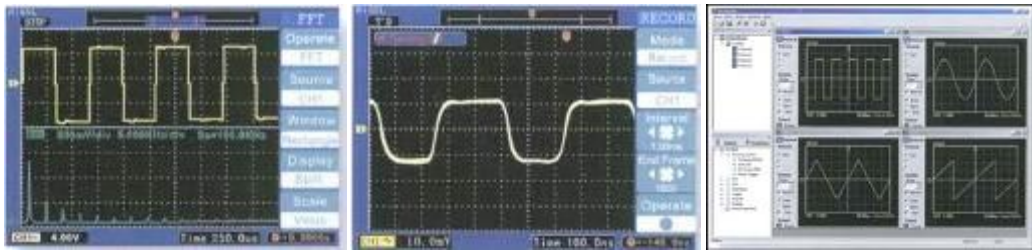
maksimum değerini ölçer. Örneğin bir voltmetre ile ölçülen 12V AC gerilim osilaskop ile ölçüldüğünde yaklaşık 16,97 V gibi bir değer okunur. Bu değerlerin farklı olmasının sebebi ölçü aletlerinin AC’de etkin değeri, osiloskobun ise AC’nin maksimum değerini ölçmesidir.

Osilaskoplar, diğer ölçü aletlerine göre daha pahalı olmalarına karşılık bir sistemdeki arızanın tespiti osilaskoplar ile daha kolaydır. Çünkü televizyon veya daha karmaşık sistemlerin belirli nokta ve katlardaki çıkışları sabittir ve bu çıkışlar sisteme ait kataloglarda nokta nokta belirtilir. Osilaskop ile yapılan ölçümlerde katalogdan farklı çıkış veren katta arıza var demektir. Şekil 3,16’de bir osilaskop resmi görünmektedir.



**Resim 3.5: Osilaskop**

Osilaskopların dijital ve analog çeşitleri mevcuttur. Standart olarak iki kanallı olan bu cihazların daha fazla kanala sahip olan modelleri de bulunmaktadır. Örneğin 3 kanallı, 8 ışınlı, 200 Mhz’lik bir osilaskop ile 3 kanaldan sinyal girilip, bu sinyaller ve tabi tutulduğu işlemler sonucunda oluşan 8 değer aynı anda görüntülenebilir ve 200 Mhz kadar olan sinyaller ölçülebilir. Son üretilen dijital osilaskoplar ile ölçülen büyüklük renkli olarak izlenebilmekte; ölçülen değer hafızaya alınıp, bilgisayara aktarılabilmektedir.



**Resim 3.6: Osilaskopta yapılan bazı ölçümler ve bilgisayar ortamına aktarılmış hali**

#### **3.6.4.2. Osilaskop ile Ölçülebilen Değerler**

- AC ve DC gerilim değerleri
- Değişen elektriksel büyüklüklerin dalga şekilleri
- Devreden geçen akım
- Faz farkı

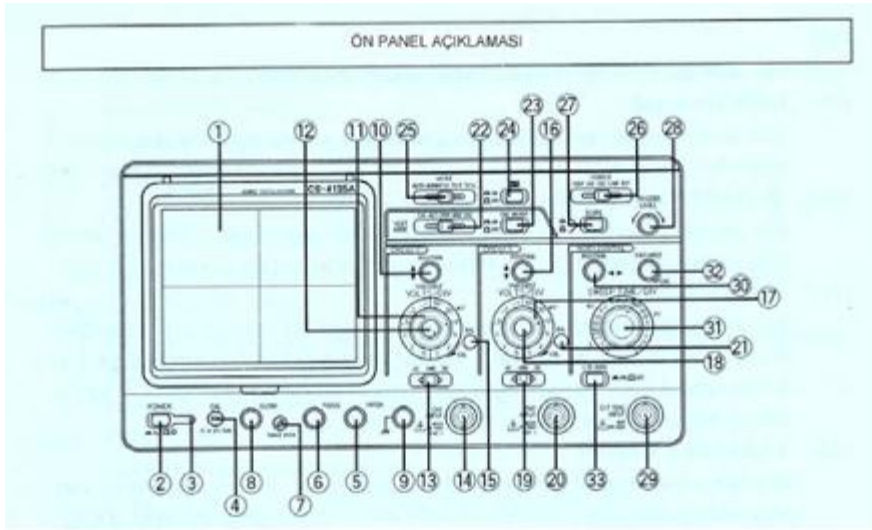
- Frekans
- Diyot, transistör gibi yarı iletken elemanların karakteristikleri
- Kondansatörün şarj ve deşarj eğrileri

Test sinyali osilaskobun test sinyalinden alınır. Genellikle 1 KHz frekanslı ve 0,2-2 V gerilime sahip bir osilatör sinyalidir. Kondansatör, direnç, diyot ve transistör gibi elektronik elemanların sağlamlık kontrolünde kullanılacağı gibi harici sinyal jeneratörünün olmadığı durumlarda bu sinyal kullanılabilir.

Osilaskop ile doğru ve güvenli ölçüm yapabilmek için komütatör, anahtar ve prob bağlantı şekillerinin tam olarak bilinmesi gerekir. Şekil 3.18'te görülen osilaskoba ait açıklama aşağıda verilmiştir.

### 3.6.4.3. Osilaskop ile Ölçüm Yapmak

Osilaskop ile ölçüm yapmaya geçmeden önce osilaskobu ölçmeye hazırlamak gerekir.



**Şekil 3.16: Osilaskop ön paneli ve ayar anahtarları**

- Işın Katot Tüpü (CRT-Ekran) (1)

Osilaskop ekranı; yatay ekseninde 1 cm'lik bölmeler boyunca 10 alanda, yine dikey ekseninde 1 cm'lik bölmeler boyunca 8 alan üzerinde çalışır. Tüp yüzeyi üzerine oturtulan dahili ızgara, ufak bir miktar ve ızgara arasındaki ıraklık açısı meydana gelmesinden dolayı ölçüm değişim hatalarını azaltmış olur. Izgaranın sol kenarında ölçüm artış zamanı için % gösterimi vardır.

➤ POWER Anahtarı (2)

Güç kaynağını on ve off konumuna getirmek için basmalı buton tipi anahtarlardır. Bastırarak anahtar döndürüldüğünde power on, tekrar bastırılarak döndürüldüğünde power off olur.

➤ Kılavuz Lamba (3)

Güç açık olduğu zaman lamba yanar.

➤ CAL Terminali (4)

Kalibrasyon için voltaj terminali sağlar. Prob ayarlamak için kullanılır. Tahmini kare dalga sinyalleri ile pozitif polarite, tepeden tepeye 1 volt ölçebilir.

➤ INTEN Kontrol (5)

Çizgi izlerinin parlaklığını ayarlar.

➤ FOCUS Kontrol (6)

Net bir çizgi görüntüsü elde etmek ve odaklama ayarı için kullanılır.

➤ TRACE ROTA Kontrol (7)

Yatay eğimin çizgi izini ayarlamak için kullanılır. Yatay eksen ızgarası ile paralel yapmak için tornavida kullanılır.

➤ Işık Kontrol (8)

Izgara parlaklığını ayarlamak için kullanılır.

➤ GND Terminali (9)

Bu terminal diğer ekipmanlar ile ortak toprak ayarı yapıldığında kullanılır.

➤ POZİSYON (POSITION) Kontrol (10)

Ekrandaki CH1 dalga şekli izinin düşey ekseninde konumunu kontrol eder. X-Y operasyonları boyunca Y ekseninin pozisyon ayarlamasında kullanılır.

➤ VOLTS/DIV Kontrol (11)

CH1 Düşey eksen düşürücü ile düşey eksen hassasiyetini ayarlamak için kullanılır. VARIABLE kontrol ayarı düşey hassasiyet kalibre ayarına imkan verir.



➤ VARIABLE Kontrol (12)

Son CH1 düşey eksen hassasiyet ayarı için kullanılır. VOLTS/DIV sınırları içinde değişken ayarlarının devamına imkân verir. Doğru kalibrasyon ayarı yaptığımız zaman zayıflatıcı kalibre edilebilir. X-Y işlemleri süresince bu işlem y eksenini için son ayar kontrolü olur.

➤ AC-GND-DC Anahtarı (13)

**CHI** kanalında giriş sinyali kuplaj modu seçimi anahtarıdır.

**AC** : Giriş sinyali kapasitif kuplajlıdır ve DC işaretlerini bloke eder.

**GND** : Düşey yükselteç girişi topraklanır ve toprak potansiyeli kontrol edilebilir. Bu modda, iz takip etmeyen atlama devreleri GND'den AC'ye geçirildiği zaman ani değişimlerde pozisyon takip edicilere engel olur.

**DC** : Giriş sinyal kuplajını doğrudan sağlar ve ölçüm eksiksiz doğru akım bileşenleri ile dışarıya taşınır.

➤ GİRİŞ (INPUT) Jakı (14)

CHI birinci kanal prop bağlantı noktasıdır.

➤ BAL Kontrol (15)

CH1'in DC balans ayarı içindir. Fabrikadan hazır ayarlı olarak gönderilir. Şayet sıcak ortamlardan dolayı farklılık meydana gelirse eski ayarını muhafaza etmek için VOLT/DIV kontrol döndürüldüğü zaman izin aşağı yukarı hareket etmesini tornavida kullanarak engelleyebilirsiniz.

➤ POZİSYON (POSITION) Kontrol (16)

Ekrendeki CH2 dalga şekli izinin düşey ekseninde konumunu kontrol eder.

➤ VOLTS/DIV Kontrol (17)

CH2 düşey zayıflatıcısıdır. CH1 VOLTS/DIV kontrol ile aynı işlemleri aynı yollarla yapar. X-Y operasyonları süresince x eksen zayıflatıcısı olur.

➤ VARIABLE Kontrol (18)

Son CH2 hassas düşey eksen ayarı için kullanılır. CH1 VARIABLE kontrol gibidir. X-Y işlemleri boyunca x ekseninin son hassasiyet ayarı için kullanılır.



➤ AC-GND-DC Anahtarı (19)

CH2 kanalında giriş sinyali kuplaj modu seçimi anahtarıdır. CH1 AC-GND-DC anahtarı gibi aynı işlemleri yapar.

➤ GİRİŞ (INPUT) Jakı (20)

CH2 ikinci kanal prob bağlantı noktasıdır. X-Y işlemleri süresince x eksenini giriş jakı olur.

➤ BAL Kontrol (21)

CH2'nin DC balans ayarı için kullanılır. CH1 balans ayarında olduğu gibi CH2 balans kontrol ayarı için de tornavida kullanılır.

➤ VERT MODE Anahtarı (22)

Düşey eksen işlem modunu seçmek için:

CH1 : CH1 giriş sinyalinin ekranda görünmesi için. CH2 : CH2 giriş sinyalinin ekranda görünmesi için.

ALT : Her tarama için CH1 ve CH2 giriş sinyalleri arasındaki anahtarlardır ve ekranda onları gösterir.

CHOP : CH1 ve CH2 giriş sinyallerinin ekranda tekrar gösterimi için kullanılır.

ADD : CH1 ve CH2 giriş dalga şekillerini birleştirilmiş olarak ekranda gösterir; ancak CH1 invert yapıldığı zaman CH1 ve CH2 arasında farklı gösterim olabilir.

ALT ve CHOP Modları: Çift izli işlem modu kullanıldığı zaman görüntüleme zamanına göre bölünmüş olur. CHOP modunda her kanal, her tarama içinde zamana göre tekrar bölünmüş olur.

➤ CH2 INVERT Anahtarı (23)

Bu buton basılı olduğu zaman CH2 giriş sinyali polaritesi gösterimi tersine çevrilir.

➤ X-Y Osilaskop Ayar Anahtarı (24)

Bu buton basılı olduğu zaman VERT MODE ayarları ve başlangıç işlemleri yok sayılır.

➤ MODE Seçme Anahtarı (25)

Tetikleme işlem modlarını seçmek için kullanılır.

AUTO: Tarama tetikleme sinyali tarafından yerine getirilir. Ancak tetikleme sinyalinin bulunmaması durumunda kendinden ayarlı başlar ve bir iz görünür.

NORM: Tarama tetikleme sinyali tarafından yerine getirilir. Uygun tetikleme sinyalinin olmaması durumunda iz görünmeyecektir.

FIX : Tarama tetikleme seviyesi sabittir. Bu durumda tetikleme TRIGGER LEVEL kontrol ayarına aldırılmaksızın yapılır.

TV-F: Birleşik video sinyali düşey senkronize sinyalleri dışında seçilir ve tetikleme devresine bağlanır.

TV-L: Birleşik video sinyali yatay senkronize sinyalleri dışında seçilir ve tetikleme devresine bağlanır.

Not: Tetikleme sinyali bu osilaskopta tetikleme devresine kapasitif kuplajlıdır.

➤ Kaynak Seçim Anahtarı (26)

Tetikleme sinyalini seçmek içindir.

VERT: Tetikleme sinyal kaynağı VERT MODE ayar anahtarı tarafından seçilir.

VERT MODE	Tetikleme sinyal kaynağı
CH1	CH1
CH2	CH2
ALT	Tetikleme sinyal kaynağı seçimi yapılır ve her tarama için CH1 ve CH2 giriş sinyalleri arasında değiştirilir.
CHOP	CH1
ADD	CH1 ve CH2 giriş sinyallerinin bileştirilmiş hali.

CH1 : CH1 giriş sinyali tetikleme sinyal kaynağı olacaktır. CH2 : CH2 giriş sinyali tetikleme sinyal kaynağı olacaktır.

LINE: Ticari kullanım güç kaynağı voltaj dalga şekli tetikleme sinyal kaynağı olacaktır.

EXT : EXT TRIG jakına sinyal girişi tetikleme sinyal kaynağı olacaktır.

➤ SLOPE Kontrolü (27)

Tetiklenmiş tarama sinyal polarite eğimini seçmek için kullanılır.

➤ TRIGGER LEVEL Kontrolü (28)

Tetikleme eşik seviyesi ayarı için kullanılır.

➤ EXT TRIG Giriş Jakı (29)

Bu giriş terminali, harici giriş sinyali meydana getirmek içindir. SOURCE anahtarı EXT durumuna getirildiği zaman bu terminalden geçen sinyal tetikleme sinyali kaynağı olacaktır.

➤ ◀▶ POZİSYON (POSITION) Kontrolü (30)

Ekranda dalga şeklinin yatay durumunu kontrol eder.

➤ SWEEP TIME/DIV Kontrolü (31)

Tarama zamanı ayarı için.0,2  $\mu$ s/div ve 0,5 sn/div arasında 20 adımın üstünde ayar yapılabilir. VARIABLE kontrol tamamen sağ tarafa CAL'a döndürüldüğü zaman tarama oran değeri kalibre edilmiş olacaktır.

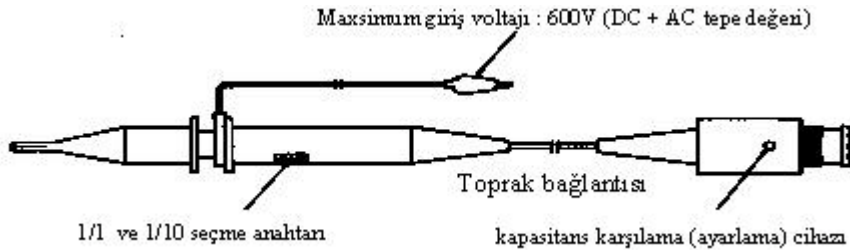
➤ VARIABLE Kontrol (32)

Sürekli tarama zamanı ayarı son kontrolde SWEEP TIME/DIV alanı içinde dışarı taşınır. Bu tarama zamanında CAL anahtarı saat yönünde tamamen döndürüldüğü zaman doğru ölçüm yapılır.

➤ X10MAG Anahtarı (33)

Ekranda merkezden sağ ve sola 10 defa büyütülmüş gösterim için bu anahtara basılır.

#### 3.6.4.4. Osilaskop Probu



Şekil 3.17: Osilaskop Probu

#### 3.6.4.5. Ölçümden Önce Kontrol ve Ayarlar

Osilaskobu uygun performans seviyesinde düzenli çalıştırmak için ölçüm yapmadan önce aşağıdaki kontroller ve ayarlar yapılır.

➤ **Kontrol Panel Ayarları**

MODE	AUTO
SOURCE	VERT
VERT MODE	CH1(CH2 INVERT :
OFF)SLOPE	+
TRIGGER LEVEL	12 O'CLOCK
CHI (Y); CH2 (X) POSITION	12 O'CLOCK
VARIABLE	CAL
VOLTS/DIV	5V/DIV
AC-GND-DC	GND
HORIZONTAL ◀▶ POSITION	12 O'CLOCK
VARIABLE	CAL
SWEEP TIME/DIV	0.2ms/DIV
X IOMAG	OFF

POWER anahtarı ON konumuna getirilir. Pilot lamba aydınlanır ve çizgi 10-15 saniye arasında görünür.

İzin görünmesini kontrol için INTEN kontrol anahtarı ile izin parlaklığı sağa doğru döndürerek artırılır, sola doğru döndürülerek azaltılır. Sonra INTEN kontrol sola tamamen döndürülür ve izin parlaklığı azaltılır. Tam doğru ölçüm sonuçları için yaklaşık 30 dakika ön ısıtma gereklidir. Ancak sadece dalga şekli göstermek niyetindeyseniz ön ısıtma gerekli değildir.

Ön ısıtmadan sonra ışının kolay ve temiz görünmesi için INTEN ve FOCUS değeri ayarlanır. Sonra izi yatay eksen çizgileri ile paralel hâle getirmek için TRACE ROTA kontrolü kullanılır.

Şayet VOLTS/DIV kontrol anahtarının döndürülmesi süresince iz aşağı yukarı hareket ediyorsa BAL kontrol ayarı yapılır. Aynı zamanda CH2'de VERT MODE ayarından sonra aynı işlemler yapılır. Isınma gereksinimi olayında BAL kontrol ayarı yapılmaz.

Her kanalın giriş noktasına prop bağlanır. VERT MODE kontrolde CH1 ve AC-GND-DC kontrolde DC seçilir. CAL terminaline CH1 probu takılır ve VOLTS/DIV kontrolü 20 mV/DIV'e getirilir.

◆ POSITION kontrol ayarlanır ki bütün dalga şekli görülebilsin.

Bu ayarlar yapıldıktan sonra ölçümlere geçilmelidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ-1

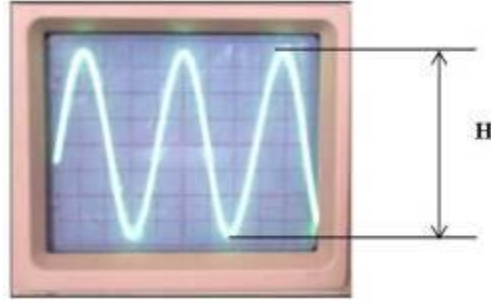
### GERİLİM ÖLÇMEK

Osilaskop ile alternatif akım, doğru akım ve yüksek frekanslı sinyaller maksimum 400V'a kadar ölçülebilir. Osilaskop ile gerilim ölçme işleminde VOLTS/DIV anahtarı ölçülecek gerilime uygun konuma getirilir. Hangi girişten ölçüm yapılacaksa o giriş için AC-DC seçimi yapılır. Osilaskop uçları gerilim ölçülecek uçlara bağlanır. Ekrandaki gerilimin genliği rahat okunabileceği değere kadar VOLTS/DIV kademesi ayarlanır. Ekrandaki görüntü hareketli yani kayıyor ise, TIME/DIV anahtarı ile ekrandaki görüntü sabitlenir. Bu işlemler yapıldıktan sonra gerilimin osilaskopta meydana getirdiği sinyalin yüksekliği (H) tespit edilir. Bu andaki VOLTS/DIV anahtarının gösterdiği değer (D) V/cm veya mV/cm cinsinden okunur. Bu değerler yardımı ile ölçülen gerilimin değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$U_{tt} = H \text{ (cm)} \times D \text{ (V/cm)} \text{ Volt, } U_m = U_{tt} \text{ (V)} / 2 \text{ Volt, } U = 0,707 \times U_m \text{ Volttur.}$$

- U<sub>tt</sub>** : Ölçülen gerilimin tepeden tepeye değeri.  
**U<sub>m</sub>** : Ölçülen gerilimin maksimum değeri.  
**U** : Ölçülen gerilimin etkin değeri.

AC gerilim ölçülmüş ise hesaplanan bu değer maksimum değer olduğu unutulmamalıdır.



Şekil 2.18: Ölçülen gerilim değerinin ekrandaki görüntüsü ve VOLT/DIV anahtarının konumu

Şekil 2.5'te görüldüğü gibi osilaskopta ölçülmek istenen gerilimin yüksekliği H=6,6 cm VOLT/DIV anahtarının konumu D=5 volttur.

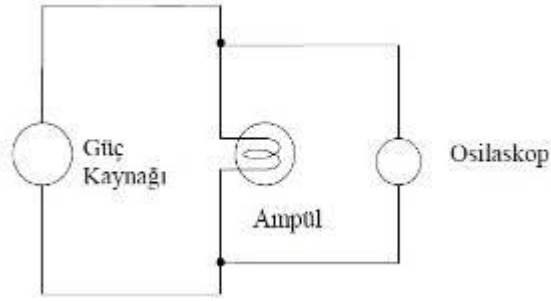
#### Ölçülen gerilim değeri

$$U_{tt} = H \text{ (cm)} \times D \text{ (v/cm)}$$

$$U_{tt} = 6,6 \times 5 = 33 \text{ V}$$

$$U_m = U_{tt} / 2 = 33 / 2 = 16,5 \text{ V}$$

$$U = 0,707 \times U_m = 0,707 \times 16,5 = 11,66 \text{ V olarak bulunur.}$$



**Şekil 3.19: Osilaskop ile gerilim ölçmek**

Bu uygulama faaliyeti ile osilaskop kullanarak gerilim ölçebileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yukarıda belirtilen ayarları yapınız.	
➤ Osilaskop proplarını gerilim ölçülecek noktaya bağlayınız.	➤ Osilaskop probu X10 kademesi alınmalıdır. Bağlantıyı öğretmeninizin gözetiminde yapınız.
➤ Ekrandaki gerilimin genliğini rahat okuyana kadar VOLTS /DIV anahtarının kademesini küçültünüz veya büyültünüz.	➤ AC veya DC gerilim ölçülürken aradaki tek fark, girişe ait AC-DC seçimini yapmaktır. İki farklı girişten iki ayrı gerilim değeri girilerek ayrı ayrı görüntülenmesi ve bu gerilimlerin osilaskop tarafından toplanması sağlanabilir.
➤ Görüntüde hareket var ise TIME/DIV anahtarı ile ekrandaki görüntüyü sabitleyiniz.	
➤ Bu anda ekrandaki sinyalin tepe değerini (H) ve VOLTS/DIV anahtarının kademesini (D) tespit ediniz.	➤ Ölçülen gerilimin maksimum değeri $H/2$ ve D değerlerinin çarpımı ile bulunur. Etkin değer ise maksimum değer $0,707$ ile çarpımına eşittir.

### Deneyde Alınan Değerler

Besleme Gerilimi	H Tepeden Tepeye Gerilimin Değeri	VOLT/DIV Anahtarının Kademe Değeri	Ölçülen Gerilimin Değeri [V]	Ölçülen Gerilimin Etkin Değeri [V]
AC				
AC				
AC				
AC				
AC				
AC				
AC				
AC				
DC				DC gerilimde maksimum, tepe ve etkin değer gibi değerler yoktur.
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				

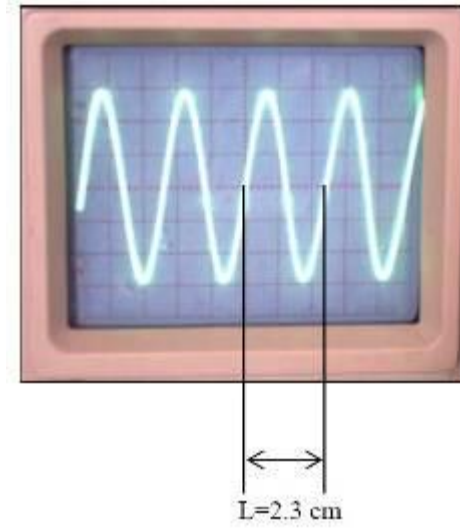
## UYGULAMA FAALİYETİ-2

### FREKANS ÖLÇMEK

Her osilaskobun bir frekans ölçme sınırı vardır. Yüksek frekanslar ölçülürken bu sınıra dikkat edilmelidir. Ölçülecek frekans değerine uygun Osilaskop seçildikten sonra frekans ölçülecek noktaya Osilaskop bağlantısı yapılır. Ekrandaki frekans genliği rahat okunana kadar VOLTS/DIV kademesi küçültülür veya büyütülür. Ekrandaki sinyal hareketli ise TIME/DIV anahtarı ile uygun kademe seçilerek sinyal sabitlenir. Bu anda ekrandaki bir periyodun boyu (L), ekrandaki karelerden faydalanılarak tespit edilir. Bu anda TIME/DIV anahtarının seçilmiş olan değeri (TC) s/cm, ms/cm veya  $\mu\text{s/cm}$  cinsinden tespit edilir. Bu değerler vasıtası ile ölçülen frekans değeri aşağıdaki gibi tespit edilir.

$$T = L \text{ (cm)} \times T_c \text{ saniye}$$
$$F = 1 / T \text{ Hz}$$

T: Ölçülen gerilimin periyodu  
F: Ölçülen gerilimin frekansıdır.



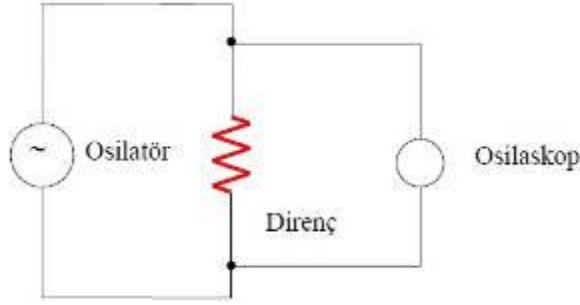
**Şekil 2.20: Ölçülen frekans değerinin ekrandaki görüntüsü ve TIME/DIV anahtarının konumu**

Şekil 2.7’de görüldüğü gibi ölçülen frekansın ekrandaki bir periyodunun boyu  $L=2,3$  cm’dir. TIME/DIV anahtarı da  $T_c= 50 \mu\text{s/cm}$  konumundadır.

Buna göre ölçülen frekans değeri:

$$T = L \text{ (cm)} \times T_c \text{ (}\mu\text{s/cm)} = 2,3 \times 50 = 115 \mu\text{s} = 115 \times 10^{-6} \text{ saniye}$$
$$f = 1 / T = 1 / 115 \times 10^{-6} = 8695,65 \text{ Hz} = 8,69565 \text{ KHz olarak bulunur.}$$





Şekil 3.21: Osilaskop ile frekans ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yukarıda belirtilen bağlantıyı ve ayarları yapınız.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Osilaskop proplarını frekans ölçülecek noktaya bağlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Osilaskop probu X10 kademesine alınmalıdır. Bağlantıyı öğretmeninizin gözetiminde yapınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ekrandaki gerilimin genliğini rahat görünene kadar VOLTS /DIV anahtarının kademesini küçültünüz veya büyültünüz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¼ Görüntüde hareket var ise TIME/DIV anahtarı ile ekrandaki görüntüyü sabitleyiniz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ekrandaki sinyalin bir periyodunun boyunu ekranın karelerinden faydalanarak tespit ediniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Osilaskop ekranındaki her bir kare 1 cm'dir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ (L) değeri okunduğu andaki TIME/DIV anahtarının kademe değerini (Tc) s/cm, ms/cm veya µs/cm cinsinden tespit ediniz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ (L) değeri okunduğu andaki TIME/DIV anahtarının kademe değerini (Tc) s/cm, ms/cm veya µs/cm cinsinden tespit ediniz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alınan değerlere göre sinyalin frekansını hesaplayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>T = L \text{ (cm)} \times Tc \text{ (s/sn)}</math></li> <li>➤ <math>f = 1 / T \text{ Hz}</math> formüllerini kullanınız.</li> </ul>

### Deneyde Alınan Değerler

Gerilim [ V ]	Direnç	Kullanılan formüller	Ölçülen periyot boyu [ cm ]	Frekans değeri [ Hz ]
1	1k	$T = L \text{ (cm)} \times T_c \text{ (s/cm)}$ $f = 1 / T \text{ (Hz)}$		
2	1k			
3	1k			
4	1k			
5	1k			
1	500 $\Omega$			
2	500 $\Omega$			
3	500 $\Omega$			
4	500 $\Omega$			
5	500 $\Omega$			

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Avometreler ile direnç ölçmek Lcrmetre ile direnç ölçmeden çok farklı teknikler gerektirir.
2. ( ) Dijital avometrelerde endüktans ve kapasite ölçümü prob bağlantısı ile yapılır.
3. ( ) Dijital ve analog avometrelerin her ikisi de enerji kaynağı olarak pil kullanır.
4. ( ) DC gerilim ölçülürken analog avometrenin “+”, “-” uçlar ters bağlanabilir.
5. ( ) Bütün avometrelerin DC-AC akım seçimi kademe anahtarından yapılır.
6. ( ) Avometreler ile her seviyedeki akım ölçülebilir.
7. ( ) Analog avometrelerin pili sökülse bile gerilim ölçümü yapılabilir.
8. ( ) Avometrelerde amper seviyesinde akım ölçülürken problemlerin avometre bağlantı noktaları değişir.
9. ( ) Dijital avometrelerin sıcaklık ölçen modelleri mevcuttur.
10. ( ) Ölçülecek gerilim seviyesi avometrenin ölçme sınırı içerisinde, ancak değeri tam bilinmiyorsa en küçük kademedan ölçüme başlanır.
11. ( ) Bütün avometreler ölçüm bittikten sonra KAPALI konuma getirilmelidir.
12. ( ) Osilaskopların analog ve dijital tipleri mevcuttur.
13. ( ) Osilaskoplar yalnız akım, gerilim ve frekans ölçmelerinde kullanılır.
14. ( ) Osilaskop ile gerilimölçerken gerilim değeri arttıkça sinyal dikeyde yükselir.
15. ( ) Osilaskop ile frekans ölçülürken frekans değeri arttıkça sinyal yatay ekseninde daralır.
16. ( ) Osilaskoplarda ölçülecek gerilim değerine uygun kademe VOLTS/DIV anahtarı ile seçilir.
17. ( ) Osilaskoplarda frekans değerine uygun kademe TIME/DIV anahtarı ile seçilir.
18. ( ) Osilaskoplar ile yarı iletken elemanların karakteristikleri incelenemez.
19. ( ) Osilaskoplar arıza analizinde ölçü aletlerine göre daha hızlı çözüm imkânı sunar.
20. ( ) Osilaskoplarda ışın sayısı arttıkça aynı anda görüntülenen sinyal sayısı artıyor demektir.
21. ( ) Osilaskoplar ölçülen akım veya gerilimin etkin değerini ölçer.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyip öğrenmeye çalışınız.

## UYGULAMALI TEST

Uygulama faaliyetinde yaptığınız çalışmayı kendiniz ya da arkadaşlarınızla değişerek değerlendirme kriterlerine göre değerlendiriniz.

<b>AÇIKLAMA:</b> Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları öğrencide gözlemlediyseniz EVET sütununa, gözlemlemediyseniz HAYIR kısmına X işareti yazınız.		
<b>DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
➤ AC gerilimin maksimum değerini hesaplayabildiniz mi?		
➤ AC gerilimin etkin değerini hesaplayabildiniz mi?		
➤ Periyot değerini hesaplayabildiniz mi?		
➤ Frekans değerini hesaplayabildiniz mi?		
➤ Faz farkını ifade edebildiniz mi?		
➤ Direnç üzerindeki gerilim değerini ölçebildiniz mi?		
➤ Devre akımını ölçebildiniz mi?		
➤ Devre elemanının gücünü hesaplayabildiniz mi?		
➤ Elektrik enerjisini hesap edebildiniz mi?		
➤ Devre için gerekli araçları seçebildiniz mi?		
➤ Bağlantı şekline göre devreyi kurabildiniz mi?		
➤ İş güvenliğine uygun olarak hareket edebildiniz mi?		
➤ Malzemeleri kullanımdan sonra yerine iade edebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetinde ilgili konuya dönerek işlemleri tekrar ediniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

## PERFORMANS TESTİ

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki uygulamayı yaparak değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
➤ Ölçü aletlerinin ölçme sınırını uygun seçmek		
➤ Ölçü aletlerini AC-DC özelliğine uygun seçmek		
➤ Ölçü aletlerini, yapılacak ölçümün genel özelliğine uygun seçim yapmak		
➤ Ölçü aletlerinin çalışma özelliğine uygun konumda yerleştirmek		
➤ Ölçü aletlerini, bağlantı ve ölçme kolaylığı sağlayacak yerleşimi yapmak		
➤ Endüktans ölçmek		
➤ Rlcmetre kademe seçimini doğru yapmak		
➤ Rlcmetre ile ölçümü gerçekleştirecek bağlantıyı yapmak		
➤ Endüktans değerini ölçme hatasız ve doğru ölçmek		
➤ Ampermetre bağlantısını doğru yapmak		
➤ Voltmetre bağlantısını doğru yapmak		
➤ Wattmetre bağlantısını doğru yapmak		
➤ Frekans metre bağlantısını doğru yapmak		
➤ Alıcı bağlantısını doğru yapmak		
➤ Bağlantı kontrolü ve düzen		
➤ Kontrolleri tekniğine uygun yapmak		
➤ Bağlantının gerektirdiği uzunlukta kablo kullanmak		
➤ Devre bağlantısının genel tertip ve düzeni		
<b>Ölçme</b>		
➤ Akım değerinin ölçme hatasız tespiti		
➤ Gerilim değerinin ölçme hatasız tespiti		
➤ Güç değerinin ölçme hatasız tespiti		
➤ Frekans değerinin ölçme hatasız tespiti		
<b>İş güvenliği</b>		
➤ Gerekli kontrolleri yaparak devreye enerji vermek		
➤ Ölçümleri tamamladıktan sonra enerjiyi keserek bağlantıyı sökmek		
<b>Süre</b>		
➤ Devreyi öğretmen tarafından verilen sürede kurmak		
➤ Ölçümleri öğretmen tarafından verilen sürede ölçme hatasız tamamlamak		
➤ Tavrı ve davranış şekli		
➤ Çalışma süresince gerekli tutum ve davranışları sergileme		

## DEĞERLENDİRME

Bu Şiş Örucülüğüne hazırlık modülünde kazandığınız davranışlarda işaretlediğiniz “EVET” ler kazandığınız becerileri ortaya koyuyor. “HAYIR” larınız için modülü tekrar ediniz. Tamamı evetse bir sonraki modüle geçiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ -1' İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	D
6	D
7	Y
8	D
9	D
10	Y
11	D
12	D
13	D
14	Y
15	D
16	Y
17	D
18	Y
19	Y
20	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ -2' NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	Y
5	Y
6	Y
7	D
8	D
9	Y
10	D
11	Y
12	Y
13	Y
14	D
15	D
16	Y
17	D
18	Y
19	Y

### ÖĞRENME FAALİYETİ -3' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	Y
3	D
4	Y
5	Y
6	Y
7	D
8	D
9	D
10	Y
11	D
12	D
13	Y
14	D
15	D
16	D
17	D
18	Y
19	D
20	D
21	Y

## KAYNAKÇA

- İŞBİLEN, Turgay, Selim GÜLÇEN, Osman KÖSE, Ishida YASUHİRO, **Temel Endüstri Uygulamaları**, ETOGM-JICA, İzmir, Temmuz 2002.
- Osman KÖSE, Selim GÜLÇEN, Tomizo YAMAUCHI, Yoichi MASUDA, **Devre Analizi**, ETOGM-JICA, Konya, Temmuz 2003.
- Elektriksel Büyüklüklerin Ölçülmesi Modülü (MEGEP)
- <http://www.kcetas.com.tr>.
- GÜVEN M.Emin. **Elektroteknik** Cilt 2, MEB Yayınları.
- KANTAROĞLU Y. NAKAI, O. **Ölçme Laboratuvarı-II**, JICA, İstanbul 1990.
- Soydal, Osman. **Ölçme Tekniği ve Laboratuvarı**, Ankara: MEB, 2000.
- Nacar, Mahmut. **Laboratuvar 1**, K.Maraş: Ocak, 2000.
- Özcan, Necati. Sadık Cimbar,. **Elektrik-Elektronik laboratuvarı**, Ankara, 1997.
- Nayman, Muhsin. **Laboratuvar 1**, Ankara, 2000.
- Anasız, Kadir. **Elektrik Ölçü Aletleri ve Elektriksel Ölçmeler**. Ankara: MEB 1992.
- Ermiş Oktay, Önder Durgun, Hasan Şanlıdağ. **Elektrik Makineleri Deney Kitabı**, Ankara, 2002.